

PROJEKT INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH WEWNĘTRZNYCH

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Dokumentację opracowano na podstawie:

- ustaleń z inwestorem,
- projektu architektonicznego,
- rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75/02, poz.690),
- PN/IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”,
- PN-EN 12464- I „Światło i oświetlenie miejsc pracy”,
- PN-86/E-05003 „Ochrona Odgromowa Obiektów Budowlanych”,
- Norm: N-SEP-E-004 oraz PN-76/E-05125,
- Przepisów Budowy Urzędzeń Elektrycznych,
- Katalogów branżowych

2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany elektrycznej instalacji dla zadania p.t. BUDOWA PRZEDSZKOLA SAMORZĄDOWEGO W PACANOWIE WRAZ Z ZAGOSPODAROWANIEM TERENU I ROZBIÓRKA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU działka nr ewidencyjny 1680/1; 1680/3; 1972/2; 2006; 1824/1 obręb 0014 Gmina Pacanów

3. OPIS DO PROJEKTU

Niniejsza dokumentacja obejmuje-instalacje wewnętrzne:

1. Zasilenie budynku w energię elektryczną
2. Złącze kablowe ZK-1 przy budynku
3. Pomiar energii elektrycznej
4. Bilans mocy, dobór zabezpieczeń i przewodów
5. Linie zasilające wewnętrzne
6. Rozdzielnica główna oraz R-1 i R-2
7. Instalacja oświetlenia wewnętrznego
8. Oświetlenie awaryjne
9. Instalacje gniazd wtykowych jednofazowych
10. Główny wyłącznik ppoż
11. Ochronę przeciwporażeniową
12. Instalacje połączeń wyrównawczych
13. Ochronę przed przepięciami
14. Ochronę odgromową obiektu
15. Instalacja oświetlenia zewnętrznego terenu wokół budynku
16. Instalacja ogniw fotowoltaicznych
17. Rysunki i schematy elektryczne

Ad.1. Zasilanie budynku w energię elektryczną

Zasilanie obiektu

Zasilanie obiektu będzie zrealizowane z istniejącego słupa nr 6 (po przebudowie) linią kablową do złącza kablowego ZK-1 na zewnątrz budynku. Aby to zrealizować należy na istniejącym słupie przyłączeniowym zamontować rozłącznik bezpiecznikowy RB80.

Ad.2. Złącze ZK-1 przy budynku należy wykonać w układzie TN-S oraz należy zamontować rozłącznik bezpiecznikowy RB63.

Zacisk N+PE w złączu należy uziemić. Oporność uziemienia 30Ω .

2.1 Linia kablowa NN

Na trasie projektowanego przyłącza wykopy należy wykonywać ręcznie. Kabel należy ułożyć w ziemi na głębokości 0,8m na 10cm warstwie piasku. W odstępach 10-cio metrowych należy zakładać tabliczki identyfikacyjne np. ASTEID z następującymi danymi: typ i przekrój kabla, data ułożenia, wykonawca, relacja. Kabel układać linią falistą z zapasem około 3% długości wykopu pozwalającym na skompensowanie ewentualnych przesunięć gruntu. Ułożony kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10cm, a następnie pokryć folią koloru niebieskiego szerokości 0,4 metra, wykop wypełnić gruntem rodzimym ubijając go warstwami do uzyskania normatywnego zagęszczenia. Trasę układanego kabla oraz miejsca ustawienia złącz kablowych należy zinwentaryzować powykonawczo.

Ad.3. Pomiar energii będzie się odbywał z układu pomiarowego pobór – oddanie (docelowo), który zlokalizowany będzie w rozdzielnicy głównej.

Ad.4. Bilans mocy, dobór zabezpieczeń oraz rodzajów i przekrojów przewodów zestawiono w tabelce nr 1.

Tabela nr 1.

L.p		Pz[kW]	Ps[kW]	U[V]	Jn[A]	Jb[A]	Typ i przekrój	kj
1	R-1	24,30	14,20	400	21	RB 40A	YKXS 5x10	
2	R-2	15,80	7,70	400	11	RB 25A	YKXS 5x10	
3	RG	40,10	21,90	400	33	63,00	YAKXS 4x50	

Ad.5. Z rozdzielnicy R-1 zasilane będą odbiorniki technologiczne – siłowe i oświetlenie terenu. Z rozdzielnicy R-2 zasilane będą pozostałe odbiorniki, oświetlenie wewnętrzne, obwody gniazd jednofazowych.

Ad.6. Jako rozdzielnicę R-1 i R-2 proponuje się (np. rozdzielnica Univers o stopniu ochrony IP 44 i klasie izolacji II). Na zasilaniu w rozdzielnicy RG zainstalować należy wyłącznik ppoż. DPX-IS 63A z cewką wybijawkową, oraz należy zamontować ochronnik DEHNVENTIL-KL B+C, jako element ochrony przeciwprzepięciowej.

Obwody wychodzące z rozdzielnic wyposażone są w wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowo prądowe P302 dla odbiorów jednofazowych i P304 dla trójfazowych. Różnicowy prąd zadziałania wszystkich wyłączników wynosi 30mA. Za wyłącznikami przeciwporażeniowymi umieścić należy zabezpieczenia poszczególnych obwodów odbiorczych w postaci wyłączników samoczynnych nadmiarowo prądowych S301 dla odbiorów jednofazowych i S303 dla trójfazowych. Wszystkie obwody jednofazowe należy rozłożyć równomiernie na trzy fazy.

Ad.7. Instalację oświetlenia wewnętrznego należy wykonać jako podtynkową za pomocą przewodów YDY 3x1,5mm². Jako opraw oświetleniowych używać należy opraw jarzeniowych o stopniu ochrony IP-20. Należy zastosować osprzęt hermetyczny, a w pomieszczeniach wilgotnych osprzęt szczelny. Na zewnątrz budynku zastosować oprawy szczelne. Łączniki montować na wysokości 1,35m. od powierzchni podłogi. Typy opraw pozostawia się do wyboru użytkownikowi z zachowaniem ilości i mocy źródeł światła oraz klasy ochronności i kodu IP. Należy zastosować zróżnicowany poziom oświetlenia pomieszczeń zależny od przeznaczenia danego pomieszczenia. Średnie natężenie oświetlenia dla wszystkich pomieszczeń jest zgodne z PN-EN 1 2464 „Światło i oświetlenie miejsc pracy”. Plan instalacji oświetleniowej wraz z rozmieszczeniem opraw pokazano na rys. E-1.

Ad.8. Oświetlenie awaryjne zrealizowane zostanie za pomocą opraw oświetlenia podstawowego z wbudowanym inwerterem wyposażonym w moduł powodujący samoczynne przetłoczenie na akumulator w przypadku braku napięcia oraz powrót do normalnej pracy przy powrocie napięcia głównego. Czas świecenia opraw 3 godziny. Oprawy oświetlenia ewakuacyjnego należy oznaczyć żółtym paskiem o szerokości 2cm. Oprawy te spełniają wymóg średniego natężenia oświetlenia 1,0lx. Plan rozmieszczenia opraw oświetlenia ewakuacyjnego pokazano na rys. E-1. Oprawy z piktogramem zamontować przy wyjściach z budynku. Instalacje oświetlenia awaryjnego należy wykonać przewodami YDYp 4x1,5mm²

Ad.9. Instalacja gniazd wtykowych jednofazowych należy wykonać jako podtynkową za pomocą przewodów YDYp 3x2,5mm². Wszystkie gniazda muszą posiadać styk ochronny. Styki ochronne gniazd łączyć z żyłą ochronną przewodu YDYp 3x2,5mm². Gniazda montować na wysokości 1,2 metra od podłoża. Zabezpieczenia poszczególnych obwodów gniazd wtykowych jednofazowych za pomocą wyłączników przeciwporażeniowych różnicowo – prądowych P-302, oraz przed przeciążeniem przy pomocy wyłączników samoczynnych nadmiarowo – prądowych S301.

Ad.10. Główny wyłącznik ppoż. zamontowany został w rozdzielni RG. Jest zaopatrzony w cewkę wybijakową, która zadziała po naciśnięciu przycisku ppoż. Nastąpi wówczas odcięcie dostawy energii. Przycisk należy zamontować na zewnątrz budynku przy drzwiach wejściowych. Między wyłącznikiem DPX a przyciskiem ppoż. należy ułożyć przewód ognioodporny 3x1,5mm².

Ad.11. Układ sieci TN-S. Jako system ochrony przeciwporażeniowej przyjęto szybkie, samoczynne odłączanie zasilania. Rozdział przewodu neutralno-ochronnego PEN na osobny neutralny N i ochronny PE należy wykonać w złączu ZK-1 na zewnątrz budynku. Wszystkie połączenia przewodu ochronnego muszą być wykonane w sposób zapewniający dobry styk eliminujący przerwy w tym przewodzie. Przewód ochronny należy odłączyć ze stykami ochronnymi urządzeń, bolcami gniazd wtykowych oraz metalowymi korpusami opraw oświetleniowych. W rozdzielnicach wewnętrznych należy w każdym z obwodów zainstalować wyłączniki 30mA. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej należy po zakończeniu prac potwierdzić protokołem z badań i pomiarów.

Ad.12. W łazienkach i szatniach należy wykonać połączenia wyrównawcze miejscowe. Wszystkie te połączenia należy łączyć za pomocą przewodu DY6żo, z główną szyną wyrównawczą do której należy przyłączyć rury instalacyjne, instalacje odgromową i przewód ochronny PE.

Ad.13. Zastosowano dwustopniową ochronę od przepięć pochodzenia atmosferycznego i łączeniowego (klas B+C) w jednym elemencie DEHNVENTIL zamocowanym na szynie TH-35 w rozdzielnicyRG. Ochronnik ten zabezpiecza przed przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, oraz bezpośrednim działaniem prądów piorunowych. Podłączenie odgromnika z zaciskiem ochronnym za pomocą przewodu LYzo-16mm².

Ad.14. Ochronę odgromową budynku przedszkola należy wykonać w oparciu o metalowe zadaszenie. Przewody odprowadzające stanowić będzie drut ocynkowany fi 10, prowadzony w rurze osłonowej pod elewacją. Jako uziom otokowy należy ułożyć bednarkę FeZn 30x4mm bezpośrednio w ziemi na głębokości 0,6 metra w odległości 1m od obrysu budynku, którą należy połączyć z metalowym zbrojeniem ław i stóp. Wszystkie gięcia bednarki wykonać łagodnymi łukami, a wszystkie połączenia zabezpieczyć antykorozyjnie. Wszystkie metalowe elementy wystające ponad dach budynku łączyć z instalacją odgromową. Rezystancja uziemienia mniejsza od 10Ω. Typowe złącza kontrolne montować na budynku na wysokości 0.5 metra od poziomu opaski kapilarnej.

Ad.15. Jako oświetlenie terenu należy ustawić słupy parkowe SAL-4,5 w ilości 18szt. z oprawami OPC-1 i kloszem AURIS. Należy zastosować źródła światła o mocy 70W. Słupy należy zasilić kablem YKXS 5x6 mm², układając go w ziemi. Rys. A-1

Ad.16. Projektuje się 48 płyt fotowoltaicznych zamontowanych w dwu stringach na połaci dachowej od strony południowej w trzech rzędach poniżej płyt solarnych. Ta ilość płyt pozwoli na uzyskanie maksymalnie 12 kilowatów energii elektrycznej. Zamontowane płyty zajmą powierzchnię $3,5 \times 10,24 = 36 \text{ m}^2$.

Ad.17. Rysunki i schematy

-schemat rozmieszczenia wewnętrznych instalacji elektrycznych rys. nr E-1

-schemat ideowy instalacji elektrycznych rys. nr E-2

AD.16 INSTALACJA FOTOWOLTAIKI

Spis treści

I. CZĘŚĆ OPISOWA

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

II CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

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

1. E-1 Lokalizacja posesji.
2. E-2 Orientacja budynku.
3. E-3 Instalacja modułów fotowoltaicznych na dachu budynku mieszkalnego – widok z góry.
4. E-4 Instalacja DC i AC w budynku – miejsce rozmieszczenia tablic T –DC i T – AC oraz falownika.
5. E-5 Instalacja odgromowa.
6. E-6 Schemat zasilania.
7. E-7 Widok tablicy T – DC.

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania.

Podstawę opracowania stanowią:

- Zlecenie inwestora,
- Wymienione niżej przepisy:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002
 - Ustawa o dozorze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000,
 - Prawo budowlane,
 - Ustawa w sprawie oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie, Dz. U. Nr 113/728/1998,
- Wymienionych niżej Polskich Norm:
 - PN –IEC 60364 -6 -61 :2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenie. Sprawdzenie odbiorcze.
 - PN –IEC 60364 -4 -41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
 - PN –IEC 60364 -4 -46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
 - PN –IEC 60364 -4- 47:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
 - PN –IEC 60364 -4 -443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
 - PN –IEC 60364 -5 -51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
 - PN –IEC 60364 -5 -54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
 - PN –IEC 60364 -5- 523:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów.
 - PN –IEC 60634 -5 -537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
 - PN –IEC 60364 -7 -707:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych.
 - PN -IEC 60364 -5 -56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.

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

2. Zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej w systemie on –grid–(PRZYSTOSOWANY DO SPRZEDAŻY NIEWYKORZYSTANEJ ENERGII) odnawialnymi źródłami energii zaprojektowanej na dachu budynku przedszkola samorządowego w Pacanowie wraz z zagospodarowaniem terenu i rozbiórką istniejącego budynku. Budynek projektowany jest na dz. nr ewid. 1680/1; 1680/3; 1972/2; 2006; 1824/1; obr. 0014 Pacanów, Gmina Pacanów.

2.1 Opracowanie obejmuje:

- Instalację fotowoltaiczną składającą się z:
 - Generatorsa fotowoltaicznego złożonego z polikrystalicznych modułów fotowoltaicznych 250 Wp On,
 - Falownika FroniusSymo 10.0-3 –M,2xMPPT
 - Instalacji elektrycznej AC,
 - Instalacji elektrycznej DC,
- instalacji przepięciowej dla ww. instalacji fotowoltaicznej,
- instalacji odgromowej dla ww. instalacji fotowoltaicznej,

3. Rozwiązania techniczne.

3.1 Zestawienie elementów projektowanego systemu fotowoltaicznego:

- **Panele fotowoltaiczne:**
 - typ: **250 Wp „On”,**
 - moc max: **250 Wp,**
 - ogniwa: **polikrystaliczne Si,**
 - prąd zwarciaowy: **8,75 A,**
 - napięcie jałowe: **38,10 V,**
 - prąd maksymalny: **8,25 A,**
 - napięcie maksymalne: **30,35 V,**
 - wydajność: **15,40%,**
 - maksymalne napięcie systemu: **1000 V DC,**
 - temperaturowy współczynnik natężenia prądu T_{CL} : **+0,05% /°C,**

- temperaturowy współczynnik napięcia T_{cv} : **-0,34% /°C**,
- maksymalne obciążenie: **IEC 9600 Pa**,
- wymiary: **1640 mm x 992 mm x 38mm**,
- waga: **18 kg**,
- ilość: **40 szt.**

➤ **Falownik trójfazowy:**

- typ: **FoniusSymo10.0 – 3 –M**,
- moc: **10.0 kW**,
- ilość: **1 szt.**
- maksymalny prąd wejścia (I_{DCmax1}/ I_{DCmax2}): **27 A /16.5 A**
- maksymalny prąd zwarciovowy (**MPP1/MPP2**): **40.5A/ 24.8A**,
- min. Napięcie wejściowe: **200V**
- napięcie rozpoczęcia pracy: **200 V**
- znam. napięcie wejściowe: **595 V**
- maks. napięcie wejściowe: **1000 V**
- zakres napięć MPP: **270-800 V**,
- liczba trackerów MPP:**2**,
- liczba przyłączy DC: 3+3,
- maks. prąd wyjścia I_{ACmax} : **20 A**,
- maks. nap. wyjścia **485v/280v**,
- częstotliwość: **50 Hz /60 Hz (45 -65 Hz)**,
- koncepcja falownika : beztransformatorowa,
- wymiary: **725 x 510 x 225 mm**,
- waga: **34.8 kg**,
- montaż: wewnątrz / na zewnątrz,
- zakres temperatur: od **-25 do +60 °C**,
- dopuszczalna wilgotność: **od 0 do 100%**,
- stopień ochrony: **IP 65**.

➤ **Generator fotowoltaiczny zbudowany z paneli fotowoltaicznych/instalacji DC:**

- liczba stringów: **2**
- liczba paneli w stringu A: **20 szt. połączonych kablem 6mm²**,
- liczba paneli w stringu B: **20 szt. połączonych kablem 6mm²**,
- maksymalne napięcie systemu: **DC 1000 V**.

➤ **Konstrukcje pod panele:**

- stalowe, dachowe, ocynkowane, przystosowane do montażu na dachu pokrytym blachodachówką,
- dostosowane do montażu paneli PV.

➤ **Instalacja AC – przewód OWY 5 x 6mm²:**

- przeznaczony do napięcia: **0,4 kV**,
- długość: **16 m**,

3.2 Instalacja fotowoltaiczna AC.

Połączenia falownika z instalacją AC zrealizować w istniejącej tablicy rozdzielczej RG-AC, której lokalizacja znajduje się w budynku w wiatrołapie. Falownik zamontować na poddaszu, w jednym pionie z rozdzielnicą RG –AC. Przy montażu zachować od innych urządzeń i ścian odstęp minimum 0,3 m. Wokół falownika powinna być zapewniona przestrzeń, zgodna z zaleceniami producenta, mająca zapewnić właściwy odbiór ciepła z urządzenia. Dla obwodu zastosować zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe, wyłącznik różnicowo- prądowy P304/40/100mA AC, rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami gG20A i ogranicznik typu DEHNventil M TN 255.

3.3 Instalacja fotowoltaiczne DC.

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

Tablicę rozdzielczą T –DC w obudowie 2x12 IP 65 zamontować na poddaszu w pobliżu falownika z zachowaniem odległości nie mniejszej niż 0,3 m od niego. W tablicy zainstalować na szynie montażowej ograniczniki przepięć typu DEHNlimit PV 1000V2, rozłącznik ręczny typu LS32 DC 21B 1000V oraz rozłączniki bezpiecznikowe typu VLC 10 DC1P-L wyposażone we wskaźnik zadziałania wkładki typu LED. W rozłącznikach zainstalować wkładki bezpiecznikowe typu CH10 x 38 20A gPV w wersji wykonania standard osobno dla biegunów ujemnych oraz biegunów dodatnich projektowanego generatora fotowoltaicznego.

Połączenie paneli fotowoltaicznych z rozłącznikami wykonać przewodami fotowoltaicznymi o przekroju żył roboczych 6mm². Przewody poprowadzić przez poddasze i na ścianach budynku w rurkach osłonowych RL. Połączenia z panelami fotowoltaicznymi wykonać przy pomocy zunifikowanych złączy typu MC -4. Przewody układać w taki sposób, że zarówno biegun dodatni jak i biegun ujemny powinny zakreślać jak najmniejszą powierzchnię zewnętrzną. Na dachu przewody przymocować pod panelami do górnego profilu konstrukcji generatora fotowoltaicznego przy pomocy opasek zaciskowych wykonanych z tworzywa sztucznego a ich montaż musi uniemożliwiać kontakt z powierzchnią pod generatorem fotowoltaicznym. Przymocować co 5 m opaski kablowe z opisem relacji przewodów.

Na dachu budynku zamontować konstrukcje wsporcze. Na konstrukcjach bazowych zabudować panele. Generator fotowoltaiczny wykonać w dwóch stringach wykorzystując funkcjonalność zastosowanego falownika, który posiada dwa układy śledzenia maksymalnego punktu mocy MPPT. Do połączeń zastosować kabel fotowoltaiczny o przekroju 6mm² łączony z panelami przy pomocy złączy typu MC-4.

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

4. Ochrona przeciwporażeniowa.

4.1 Ochrona podstawowa:

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

Dla prawidłowego zrealizowania samoczynnego wyłączenia należy:

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

Charakterystyki urządzeń ochronnych i impedancja obwodu powinna spełniać następujący warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

4.2 Ochrona dodatkowa:

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

4.3 Ochrona przepięciowa:

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

4.4 Instalacja odgromowa:

Instalację odgromową na dachach wykonać za pomocą zwodów poziomych drutem DFe/Zn fi 8. Przy montażu zestawów paneli zachować odległość 0,3 m od kalenicy budynku i krawędzi dachu a od okapu 0,5 m. Panele PV powinny znaleźć się w przestrzeni ochronnej zwodów (kąt ochronny). Zrealizowane to będzie za pomocą lokalnych 21 iglic odgromowych pionowych o wysokości 0,5 m, wykonanych z drutu DFe/Zn fi 8, zamontowanych na kalenicy budynku. Iglice rozmieścić równomiernie. Dodatkowo wykonać połączenie wyrównawcze pomiędzy obudową paneli a układem zwodów. Zastosować dodatkowo ogranicznik przepięć typu DENHlimit PV 1000 (który spełnia wymagania próby klasy I zgodnie z PN –EN 61643 -11) mający na celu zapobiegnięcie oddziaływania na instalację budynku części prądu piorunowego. Instalację odgromową na dachu połączyć za pomocą zwodów pionowych (przy pomocy złącz kontrolnych) z uziomem. Celem wyrównania potencjału zespołu modułów fotowoltaicznych połączyć z konstrukcją bazową systemu połączeń wyrównawczych wykonanych z przewodu miedzianego LgY 16 mm² przyłączonego do głównej szyny wyrównawczej.

5. Konfiguracja falownika

Falownik FRONIUS SYMO 10 -3 –M jest fabrycznie wyposażony w zabudowany zespół zabezpieczeń , których wartości są programowane zgodnie z wytycznymi operatora sieci dystrybucyjnej.

Dla naszej instalacji programujemy następujące wartości zabezpieczeń falownika:

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

Dodatkowo falownik posiada zabudowane wewnątrz następujące zabezpieczenia:

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

6. Układ pomiarowo –rozliczeniowy

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

7. Uwagi dodatkowe

Przed oddaniem urządzeń do eksploatacji należy dokonać następujących pomiarów:

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

8. Ochrona środowiska

Wybudowane urządzenia elektryczne nie będą oddziaływały na środowisko naturalne.

9. Uwagi końcowe

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

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

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

Teren inwestycji nie jest objęty wpływem oddziaływania eksploatacji górniczej.

W obrębie projektowanej inwestycji zlokalizowane są następujące obiekty budowlane:

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

10. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót

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

- teren inwestycji zabezpieczyć przed przebywaniem osób postronnych,
- wykonać wyгородzenie terenu,

UWAGA:

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

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

11. Wskazanie sposobu przeprowadzenia instruktażu

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

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. Strona AC

1.1 Obliczanie mocy i prądów szczytowych oraz zabezpieczenia:

Moc zainstalowana: **$P_i=10 \text{ kW}$**

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

Współczynnik mocy: **$\cos\phi=1$**

Współczynnik jednoczesności : **$k_j=1$**

Moc szczytowa : **$P_s=P_i \times k_j=10 \text{ kW}$**

Prąd szczytowy wyniesie: **$I_s=P_s/(U \times \cos\phi \times \sqrt{3})=15,30 \text{ A}$**

Jako zabezpieczenie instalacji proponuje zamontować w istniejącej tablicy rozdzielczej, zabezpieczenia nadmiarowo –prądowe S 303, wyłącznik różnicowo –prądowy P 304/40/100 mA i rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami DO2gG20A oraz ogranicznik przepięć DENHventil M TN 255.

1.2 Dobór przewodu zasilającego.

WZL	Moc [kW]	Prąd obliczony[A] 3f	Prąd zabezpieczenia In [A]	Obciążalność prądowa kabla [A]	Dobór kabla	Dobry kabel/przewód typ
Tablica RG do falownika	10	15.30	16	36	Prawidłowy	OWY 5 x 6 mm ²

2. Strona DC

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

$1000 [V] \geq 1,2 \times 30,35 [V] \times 20$

$1000 [V] \geq 728,40 [V]$

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

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

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

Warunki do spełnienia dla stringa B:

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

$1000 [V] \geq 1,2 \times 30,35 [V] \times 20$

$1000 [V] \geq 728,40 [V]$

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

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

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

W tablicy T –DC , która zlokalizowana będzie na poddaszu proponuje się zastosować, jako zabezpieczenie obwodu rozłączniki bezpiecznikowe dwubiegunowe (oddzielnie dla biegunów dodatnich i ujemnych generatora fotowoltaicznego) typu VLC 10 DC1P –L wyposażone we wskaźniki zadziałania wkładki typu LED. W rozłącznikach zastosować wkładki bezpiecznikowe typu CH10 x 38 20A gPV.

3. Zmiana napięcia na 1°C.

Napięcie jałowe [Voc]: **38,10 V**

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

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

4. Zmiana prądu na 1°C.

Prąd zwarciaowy [Isc] : **8,75 [A]**

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

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

5. Napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach.

Gdzie:

ΔV_1° - zmiana napięcia na 1°C

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

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

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

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

6. Napięcie obwodu otwartego w niskich temperaturach.

Gdzie:

V_{mpp} - napięcie maksymalne

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

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

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

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

7. Napięcie obwodu otwartego w wysokich temperaturach.

Gdzie:

V_{mpp} – napięcie maksymalne

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

T_{+70} - wysoka temperatura otoczenia +70 [°C]

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

8. Natężenie prądu zwarcia w wysokiej temperaturze.

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

Gdzie:

I_{sc} – prąd zwarcia

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

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

Zmiana prądu na $1\text{ }^{\circ}\text{C}$

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

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

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

Gdzie:

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

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

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

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

Gdzie:

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

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

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

11. Maksymalna liczba modułów połączonych równolegle LM .

Dla strigu A:

Gdzie:

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

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

$$LM_{\text{RóW}} = I_{\max} / I_{sc+70} = 16 / 8,95 = 1,88\text{ [szt.]}$$

Dla stringu B:

Gdzie:

$$I_{\max} = 20\text{ [A]}$$

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

$$LM_{R\acute{o}w} = I_{max} / I_{sc+70} = 16 / 8,95 = 1,88 \text{ [szt.]}$$

12. Konfiguracja falownika i instalacji fotowoltaicznej:

12.1 Wybrane dane falownika i projektowanego systemu.

- moc falownika AC: 1000W
- liczba stringów: 2
- liczba modułów w stringu A: 20
- liczba modułów w stringu B: 20
- liczba wykorzystanych wejść w falowniku: 2

12.2 Sprawdzenie wyliczonych danych z parametrami falownika.

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

$$- I_{maxwe}j \text{ A}_{falownika}: 16 \text{ [A]}$$

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

$$- I_{maxwe}j \text{ B}_{falownika}: 16 \text{ [A]}$$

$$I_{max} \text{ stringu A} < I_{maxwe}j \text{ A}_{falownika} - \text{dobór prawidłowy}$$

$$I_{max} \text{ stringu B} < I_{maxwe}j \text{ B}_{falownika} - \text{dobór prawidłowy}$$

$$- U_{max} \text{ falownika: } 1000 \text{ [V]}$$

$$- U_{max} \text{ stringu A} = V_{oc_{25}} \times \text{Liczby modułów w stringu} = 44,58 \text{ [V]} \times 20 = 891,60 \text{ [V]}$$

$$- U_{max} \text{ stringu B} = V_{oc_{25}} \times \text{Liczby modułów w stringu} = 44,58 \text{ [V]} \times 20 = 891,60 \text{ [V]}$$

$$U_{max} \text{ falownika} > U_{max} \text{ stringu A} - \text{dobór prawidłowy}$$

$$U_{max} \text{ falownika} > U_{max} \text{ stringu B} - \text{dobór prawidłowy}$$

$$- U_{min} \text{ falownika: } 150 \text{ [V]}$$

$$- U_{min} \text{ stringu A} = V_{mpp+70} \times \text{Liczby modułów w stringu} = 24,52 \text{ [V]} \times 20 = 490,40 \text{ [V]}$$

$$- U_{min} \text{ stringu B} = V_{mpp+70} \times \text{Liczby modułów w stringu} = 24,52 \text{ [V]} \times 20 = 490,40 \text{ [V]}$$

$$U_{min} \text{ falownika} < U_{min} \text{ stringu A} - \text{dobór prawidłowy}$$

$$U_{min} \text{ falownika} < U_{min} \text{ stringu B} - \text{dobór prawidłowy}$$

$$- \text{Maksymalna liczba paneli podłączona szeregowo do falownika w stringu: } 22,43$$

- Projektowana liczba paneli w stringu A: 20 – dobór prawidłowy
- Projektowana liczba paneli w stringu B: 20 – dobór prawidłowy
- Minimalna liczba paneli podłączona szeregowo do falownika: 6,12
- Projektowana liczba paneli w stringu A: 20 – dobór prawidłowy
- Projektowana liczba paneli w stringu B: 20 – dobór prawidłowy
- Maksymalna liczba paneli podłączona równolegle do falownika w stringu: 1,79
- Projektowana liczba paneli równoległych w stringu A: 2 – dobór prawidłowy
- Projektowana liczba paneli równoległych w stringu B: 2 – dobór prawidłowy
- Nadwymiarowość inwertera:

$$NI = \frac{PG}{PI} = \frac{10}{9,5} \times 100\% = 109,09\%: \text{dobór prawidłowy}$$

13. Obliczanie powierzchni generatora fotowoltaicznego zabudowanego na budynku gospodarczym/mieszkalnym.

- długość modułu PV: 1,640 m
- szerokość modułu PV: 0,992 m
- powierzchnia modułu PV: 1,627 m²
- powierzchnia modułu PV z uwzględnieniem odstępu montażowego: 1,680 m²
- powierzchnia zabudowy: 67,20 m²
- wskaźnik mocy: 148,809 Wp/m²
- masa generatora fotowoltaicznego bez konstrukcji wsporczej: 720 kg
- szacunkowa waga stojaka: 6 kg
- szacunkowa waga stojaków: 240 kg
- szacunkowa waga osprzętu (śruby, kołki, profile) 1 stanowisko: 3 kg
- szacunkowa waga osprzętu: 120 kg

-szacunkowa waga łączna: 1080kg

14. Obliczanie minimalnego przekroju przewodów:

S – szukany przekrój w [mm²]

P – moc obwodu w [W] P = 10000Wp

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

k – przewodność właściwa:

miedź: 56 [m/Ω x mm²]

aluminium: 37 [m/Ω x mm²]

$$S = \frac{P \times l}{U^2 \times k \times 0,01} = 6,07 \text{ mm}^2$$

15. Ilość wyprodukowanej energii w ciągu roku.

N – nasłonecznienie: 1050 kWh/m²

k – współczynnik korekcji: 1,13

Z uwagi na kąt padania promieni słonecznych

P – moc instalacji fotowoltaicznej: 10 kW

ks – współczynnik korekcji strat: 0,83

$$E \text{ rzeczywiste [kWh]} = \frac{N \times k \times P \times k_s}{1 \left[\frac{\text{KW}}{\text{m}^2} \right]} = 9847,95 \text{ kWh}$$