

3f 1p.

Aktualizacja dokumentacji
na dzień 21.01.2020 r.

Shub



**MAXWELL- INSTALACJE ELEKTRYCZNE
KRZYSZTOF STARCZAK**

Świdnica 13, 37-620 Horyniec-Zdrój
NIP 7931498945, REGON 360379615

DOKUMENTACJA TECHNICZNA

NAZWA ZAMÓWIENIA: Opracowanie dokumentacji technicznych do montażu instalacji paneli fotowoltaicznych o mocy 3,1kW realizowanych w ramach projektu o nazwie „Budowa instalacji odnawialnych źródeł energii na domach jednorodzinnych w mieście Zamość” współfinansowanego z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego 2014-2020 IV Oś Priorytetowa Energia przyjazna środowisku, działanie 4.1 Wsparcie wykorzystania OZE

TYTUŁ PROJEKTU: Budowa instalacji odnawialnych źródeł energii na domach jednorodzinnych w mieście Zamość

INWESTOR: Miasto Zamość
Rynek Wielki 13
22-400 Zamość

ADRES INWESTYCJI: ul.
22-400 Zamość

NR DZIAŁKI:

DATA OPRACOWANIA: 09.2019 r.

WYKONAWCA: MAXWELL – INSTALACJE ELEKTRYCZNE Krzysztof Starczak
37-620 Horyniec Zdrój, Świdnica 13

PROJEKTANT: mgr inż. Radosław Kaczmarek

OPRACOWAŁA: inż. Dominika Duduś

mgr inż. Radosław Kaczmarek
Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej, w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. POM/0217/P00E/09 POM/0163/OWOE/07

Spis treści

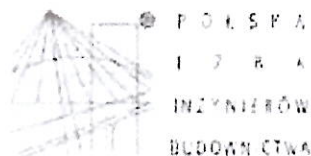
1.	Oświadczenie projektanta	3
2.	Dokumenty formalne	4
2.1.	Uprawnienia.....	4
2.2.	Zaświadczenie o przynależności do IIB	5
3.	Informacje ogólne	6
3.1.	Przedmiot opracowania	6
3.2.	Podstawa opracowania.....	6
3.3.	Zakres opracowania.....	6
4.	Część techniczna	8
4.1.	Stan istniejący	8
4.2.	Opis projektowanej instalacji.....	8
4.3.	Dobór urządzeń.....	8
4.3.1.	Moduły fotowoltaiczne.....	8
4.3.2.	Optimizer mocy	10
4.3.3.	Falownik sieciowy	10
4.3.4.	Przykładowe rozmieszczenie modułów	12
4.3.5.	Konstrukcja montażowa	12
4.3.6.	Prowadzenie przewodów	12
4.3.7.	Ochrona odgromowa.....	13
4.3.8.	Ochrona przepięciowa	13
4.3.9.	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym	13
4.3.10.	Uwagi końcowe	14
4.4.	Obliczenia techniczne	14
4.4.1.	Założenia do projektu	14
4.4.2.	Wyznaczenie parametrów znamionowych.....	15
4.4.3.	Wyznaczenie przekroju przewodów po stronie DC.....	15
4.4.4.	Wyznaczenie przekroju przewodów po stronie AC	15
4.4.5.	Sprawdzenie zabezpieczenia obwodu falownika.....	16
4.4.6.	Sprawdzenie ograniczników przepięć po stronie DC.....	16
4.4.7.	Minimalna odległość od bocznej krawędzi dachu	17
4.4.8.	Minimalne odległości do dolnej krawędzi dachu	17
5.	Zestawienie materiałów	18
6.	Spis rysunków	19
7.	Informacje do opracowania planu BIOZ	20

1. Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy Prawo budowlane oświadczam, że niniejszy projekt budowlany pt.: „Opracowanie dokumentacji technicznych do montażu instalacji paneli fotowoltaicznych o mocy 3,1kW realizowanych w ramach projektu o nazwie „Budowa instalacji odnawialnych źródeł energii na domach jednorodzinnych w mieście Zamość” współfinansowanego z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego 2014-2020 IV Oś Priorytetowa Energia przyjazna środowisku, działanie 4.1 Wsparcie wykorzystania OZE”, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:
mgr inż. **Radosław Kaczmarek**
Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej, w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. POM/0217/PDOE/09 POM/0163/OWOE/07

2.2. Zaświadczenie o przynależności do IIB



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym
MAZ-7SA-XKZ-BRT *

Pan RADOSŁAW ARTUR KACZMAREK o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/0523/10
adres zamieszkania ul. OPACZEWSKA 42/8, 02-372 WARSZAWA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2019-02-01 do 2020-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-01-14 roku przez:

Roman Łuka, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

(Zgodnie art. 1 ust. 2 ustawy z dnia 18 września 2000 r. o podpisie elektronicznym [Dz. U. 2005 Nr 130 poz. 2450] dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można wykonać za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl kontaktując się z biurem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

3. Informacje ogólne

3.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest aktualizacja dokumentacji projektowej instalacji fotowoltaicznej wykonanej w 2016 roku przez firmę Semper Power do obowiązujących kryteriów dofinansowania oraz dostosowanie do dostępnych obecnie na rynku rozwiązań technicznych.

Niniejszy projekt przewiduje wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,1kW na dachu budynku mieszkalnego zlokalizowanego przy ul. _____ w Zamościu. Obejmuje swoim zakresem dobór materiałów, wskazanie miejsca podłączenia instalacji fotowoltaicznej do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku.

3.2. Podstawa opracowania

Projekt opracowano na podstawie:

- I. Dokumentacji formalnej:
 - Umowa nr 726/2019 z dnia 5 lipca 2019 r. na wprowadzenie zmian i aktualizacji dokumentacji technicznej dotyczącej montażu instalacji paneli fotowoltaicznych nie więcej niż na 119 budynkach mieszkalnych na terenie miasta Zamość
 - Analiza dostępnych rozwiązań w zakresie budowy odnawialnych źródeł energii na domach jednorodzinnych w mieście Zamość
 - Wizja lokalna w terenie
 - Przepisy i normy obowiązujące w zakresie opracowania
- II. Przepisów:
 - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz.U. z 2013r. poz. 1409); - ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r.
 - Prawo energetyczne (Dz. U. z 1997 r. nr 54 poz. 348) wraz z późniejszymi zmianami
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami)
 - 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
 - Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych. Dz. U. Nr 94/24/1983
- III. Norm i dokumentów technicznych:
 - PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
 - PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym
 - PN-ICE 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
 - PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia
 - Karty katalogowe zastosowanych urządzeń

3.3. Zakres opracowania

Niniejszy projekt obejmuje wykonanie kompletnej instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku mieszkalnego w zakresie:

- Optymalnego rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych na połaci dachu
- Doboru konstrukcji montażowych

- Doboru falownika
- Doboru ochrony przeciwprzepięciowej
- Doboru zabezpieczeń ochrony przeciwporażeniowej
- Wykonania systemu zdalnego odczytu ilości wytwarzanej energii elektrycznej
- Zestawienia materiałów

Wszystkie instalacje muszą być wykonane zgodnie z podanymi w niniejszym opracowaniu zaleceniami, przepisami i normami obowiązującymi podczas ich montażu.

4. Część techniczna

Instalacja fotowoltaiczna będzie zamontowana na dachu budynku mieszkalnego zlokalizowanego przy ulicy ul. w Zamościu.

4.1. Stan istniejący

Budynek mieszkalny ma dach dwuspadowy pokryty blachą trapezową. Połacie ustawione w kierunkach południowo-zachodnim. Dane charakterystyczne wg tabeli:

Adres budynku	Połąć dachu do montażu paneli	Rodzaj pokrycia dachu	Azymut połaci [°]	Kąt nachylenia połaci [°]	Dostępna powierzchnia [m ²]	Uwagi
ul.	zachodnia	blacha trapezowa	190°	20	110	brak

Tabela 1. Dane charakterystyczne lokalizacji

Budynek zasilany jest z sieci energetycznej trójfazowo poprzez złącze napowietrzne. Moc przyłączeniowa 9kW. Układ pomiarowy zlokalizowany jest na ścianie budynku.

4.2. Opis projektowanej instalacji

Projektowaną instalację fotowoltaiczną o mocy 3,1kW wykonać z 10 modułów monokrystalicznych 60 połowych o mocy 310Wp. Moduły montować na połaci zachodniej, połączyć szeregowo w jeden łańcuch i podłączyć do falownika. Projektowany falownik on-grid o mocy 3 kW włączyć do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku w kotłowni tak aby nie był narażony na dym.

4.3. Dobór urządzeń

4.3.1. Moduły fotowoltaiczne

Zastosować moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne o mocy 310Wp złożone z 60 pól w ramie aluminiowej o wymiarach nie większych niż 970x1690x40mm. Każdy dostarczony na budowę moduł powinien być fabrycznie nowy, posiadać unikalny nie powtarzalny numer fabryczny. Wraz z modułem dostarczyć raport z badań przeprowadzonych przez producenta w szczególności: pomiary napięcie, prądu, rezystancji modułu oraz raport z badań kamerą termowizyjną. Moduły muszą mieć fabrycznie wybudowany optymalizator mocy. Stosować moduły o parametrach nie gorszych niż podane w tabeli 2. Parametry techniczne modułu fotowoltaicznego.

Charakterystyka elektryczna	Moc minimalna modułu:	310Wp
	Rama:	Anodowane aluminium
	Typ ogniw:	Monokrystaliczne
	Ilość ogniw:	60
	Wydajność/sprawność minimum:	18,90%
	Prąd zwarciový:	9,71A
	Napięcie jałowe:	39,72 V
	Prąd maksymalny:	9,29A
	Napięcie maksymalne:	33,4V
	Dopuszczalny prąd wsteczny:	25A
	Maksymalne napięcie systemu:	1000V DC
	Tolerancja mocy minimum:	-0; +4,99W
	Temperatura robocza	Od -40°C do 85°C
	Temperaturowy współczynnik natężenia T _{cl} :	Od +0,07 do +0,03%/°C
	Temperaturowy współczynnik napięcia T _{cV} :	Od -0,24 do -0,31%/°C
	Temperaturowy współczynnik mocy T _{cP} :	Od 0 do -0,40%/°C
	Minimalny prąd wsteczny:	20A
Certyfikaty	IEC	61215, 61730
	Odporność na sól:	Według normy 61701
	Odporność na amoniak	Według normy 62716
	Odporność na nacisk modułu	Minimum 6000Pa
	Odporność na ssanie wiatru	Minimum 5400Pa
	Flash test	Wymagany dla każdego modułu
	EL test	Wymagany dla każdego modułu
Budowa i wymiary	Maksymalna długość:	1700mm
	Maksymalna szerokość:	1020mm
	Minimalna grubość:	40mm
	Waga maksymalna:	18,5 kg
	Gniazdo przyłączeniowe minimum:	IP67
	Szkło zewnętrzne	Hartowane pokryte warstwą antyrefleksyjną z przepuszczalnością światła minimum 94% - potwierdzone oświadczeniem producenta szkła
	Zabezpieczenie antykradzieżowe	Moduły z załaminowaną na trwałe pod szybą naklejką z nazwą projektu w ramach, którego zostały wyprodukowane
Gwarancje	Gwarancja producenta	Minimum 15 lat
	Liniowy spadek mocy:	1 rok – 97% mocy maksymalnej
		25 lat – 80% mocy maksymalnej

Tabela 2. Parametry techniczne modułu fotowoltaicznego.

4.3.2. Optimizer mocy

Zastosować moduły z fabrycznie wbudowanym optimizerem mocy. Zastosowanie optimizera pozwoli na uniknięcie negatywnego wpływu zacieniania częściowego modułu lub grupy modułów na pracę całego łańcucha. Pozwoli uniknąć negatywnego wpływu nierównomiernego starzenia modułów.

Optimizer mocy musi umożliwiać monitoring pracy poszczególnych modułów oraz zapewniać szybkie wyłączenie wg wymagań normy NEC 2014 690.12 w zakresie ochrony przeciwpożarowej. Wyłączenie polegające na obniżeniu napięć modułów do wartości bezpiecznej po wyłączeniu inwertera.

Stosować optimizery o parametrach nie gorszych niż podane w tabeli 3. Parametry techniczne optimizera mocy.

Charakterystyka elektryczna	Moc wejściowa maksymalna	475W
	Maksymalne napięcie wejściowe	90V
	Maksymalny prąd wejściowy	12A
	Maksymalne napięcie Voc	75V
	Minimalne napięcie Vmp	16V
	Moc wyjściowa	0-475V
	Napięcie wyjściowe	0-Voc
	Komunikacja	WiFi
	Zgodność z normą NEC 2014.690.12	Tak
Charakterystyka mechaniczna	Temperatura robocza	-40°C do +85°C
	Temperatura przechowywania	-40°C do +85°C
	Metoda chłodzenia	Konwekcja naturalna
	Waga maksymalna	270g
	Gniazdo przyłączeniowe	IP67, NEMA, 3R
Okablowanie	Typ	PV1-F, PV wire
	Długość wyjścia	standardowo 1.0m
	Opcje kabli	1000V
		1500V
	Przekrój poprzeczny	7.15± 0.25 mm (1000V)
		6.4± 0.2mm, 7.05± 0.2mm (1500V)
	Rezystancja UV	500 hr z UV z zakresu 300-400nm @65C
	Maksymalne napięcie stringu	1500V UI/IEC

Tabela 3. Parametry techniczne optimizera mocy

4.3.3. Falownik sieciowy

Zastosować inwerter sieciowy on-grid włączany do wewnętrznej instalacji elektrycznej trójfazowo o mocy znamionowej 3 kW. Współczynnik mocy w zakresie: 0,9 indukcyjny, 0,9 pojemnościowy. Inwerter powinien zapewniać blokadę przed pracą wyspową (automatyczne wyłączenie w przypadku braku napięcia w sieci zasilającej lub w przypadku przekroczenia dopuszczalnych wartości napięcia lub częstotliwości). Inwerter musi zapewniać pracę w zakresie temperatur -25 +55°C oraz zapewniać szczelność IP65 (zalecane chłodzenie konwencjonalne).

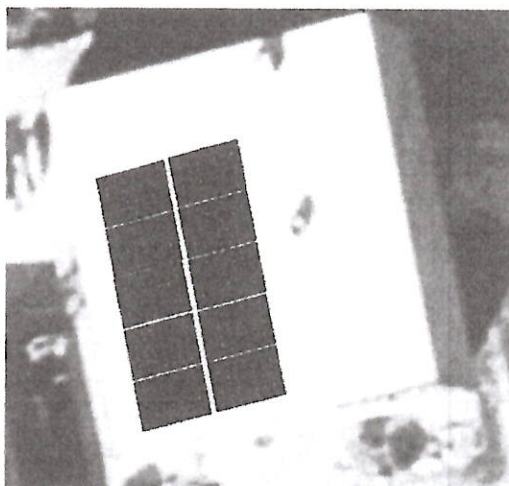
Zastosować inwerter z komunikacją wifi (z możliwością zmiany na Ethernet), który zapewnia poprzez darmową aplikację podgląd wytwarzanej mocy instalacji w danym momencie, ilość wytworzonej energii w przedziałach czasowych(dzień, całkowita ilość wytworzonej energii).

Pozostałe parametry powinny być nie gorsze niż podane w tabeli 4. Parametry techniczne falownika sieciowego.

Charakterystyka elektryczna	Maks. Moc generatora fotowoltaicznego	6000 Wp
	Maks. Napięcie wejściowe	850V
	Zakres napięcia MPP	140V do 800V
	Znamionowe napięcie wejściowe	580V
	Minimalne/początkowe napięcie wejściowe	125V/150V
	Maks. Prąd wejściowy na wejściu A/B	12A/12A
	Mas. Prąd zwarciový na wejściu A/B	18A/18A
	Liczba niezależnych wejść MPP/ ciągów modułów fotowoltaicznych na jednym wejściu MPP	2/A:1.B:1
	Moc znamionowa	3000W
	Maks. Moc pozorna AC	3000VA
	Napięcie znamionowe AC	3/N/PE/;230V/400V
	Zakres napięcia AC	180V do 280V
	Częstotliwość napięcia w sieci AC/ zakres częstotliwości	50Hz/45Hz do 55Hz 60Hz/55Hz do 65Hz
	Znamionowa częstotliwość napięcia w sieci/ znamionowe napięcie w sieci	50Hz/230V
	Maks prąd wyjściowy	3x4,5A
	Współczynnik mocy przy mocy znamionowej/ współczynnik przesunięcia regulowany	1/0,8 (przewzbudzenie) do 0,8 (niedowzbudzenie)
	Liczba faz zasilających/ podłączonych	3/3
Zabezpieczenia	Rozłącznik na wejściu	Tak
	Wykrywanie przebiecia/ Monitorowanie sieci	Tak/Tak
	Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC/ zabezpieczenie przeciwzwarciový AC/ separacja galwaniczna	Tak/Tak/Nie
	Uniwersalny wyłącznik różnicowoprądowy	Tak
	Klasa ochronności/ kategoria przepięciowa	I/III
Komunikacja	Wifi (możliwość zmiany na Ethernet)	
Charakterystyka mechaniczna	Maks. Sprawność/Sprawność Euro-ETA	98,2%/96,5
	Wymiary(szer. x wys. x głęb.)	435x470x176mm
	Masa	17kg
	Zakres temperatury roboczej	-25°C do +60°C
	Pobór mocy na potrzeby własne	5W
	Topologia/Rodzaj chłodzenia	Beztransfornatorowy/Konwekcyjne
	Stopień ochrony	IP65

Tabela 4. Parametry techniczne falownika sieciowego

4.3.4. Przykładowe rozmieszczenie modułów



Rysunek 1. Przykładowe rozmieszczenie modułów

4.3.5. Konstrukcja montażowa

Rozmieszczenie i układ modułów fotowoltaicznych wykonać zgodnie z przykładowym rozmieszczeniem. Odległość od krawędzi dachu wyznaczyć na podstawie pomiarów z natury.

W obszarach narożnikowych i brzegowych dachu zabronione jest instalowanie podpieranych instalacji fotowoltaicznych ze względu na występują zwiększone obciążenia wiatrem.

Stosować uchwyty dedykowane do blachy trapezowej o wysokości 70mm i długości minimum 0,33m.

Rozmieszczenie uchwytów dobrać tak aby znajdowały się w przedziale odległości 20 - 40cm od krawędzi modułu (wzdłuż dłuższej krawędzi) lub w przedziale 0 – 25cm od krawędzi modułu (wzdłuż krótszej krawędzi). Zabronione jest mocowanie modułów w środkowej części.

Mocowanie modułów wykonać za pomocą dedykowanych kłm aluminium.

Minimalna grubość blachy trapezowej dozwolonej do montażu w/w uchwytów nie mniejsza niż 0,5mm. Stosować wkręty samo-wierzące drobnozwojne lub nity, zgodne z instrukcją montażu opracowaną przez producenta uchwytów.

4.3.6. Prowadzenie przewodów

Prowadzenie instalacji DC

Stosować kable solarne o przekroju 4mm² w izolacji odpornej na warunki zewnętrzne oraz promieniowanie UV. Połączenia wykonywać za pomocą dedykowanych złączy od jednego producenta (żeńskie i męskie) o parametrach IP67, rezystancja styku <5Ω. Złącze systemowe zaciskać na kablach zgodnie z wytycznymi producenta z odpowiednią siłą. Przewody biegun dodatni i ujemny układać równolegle obok siebie (unikać tworzenia pętli).

Do inwertera należy prowadzić przewody DC po trasach ustalonych z właścicielem nieruchomości. Zaleca się prowadzenie na zewnątrz budynku w rurach osłonowych lub w listwach natynkowych; odpornych na promieniowanie UV. Przejścia przez dach, stropy i ściany zabezpieczyć zgodnie ze sztuką budowlaną.

Prowadzenie instalacji AC

Podłączenie inwertera do instalacji odbiorczej budynku wykonać kablem YDYżo 5x2,5mm² układanym natynkowo w rurach osłonowych lub listwach. Włączenie do instalacji wykonać w tablicy mieszkaniowej budynku (dopuszcza się podłączenie do obwodu siłowego w budynku po uprzednim ustaleniu z właścicielem).

4.3.7. Ochrona odgromowa

Projekt nie przewiduje wykonania instalacji odgromowej budynku.

4.3.8. Ochrona przepięciowa

W celu zapewnienia kompleksowej ochrony odgromowej systemu fotowoltaicznego należy zastosować ochronę przepięciową części stało-prądowej DC generatora fotowoltaicznego oraz ochronę falownika od strony zmiennoprądowej AC. Zastosować połączenia wyrównawcze konstrukcji modułów, wykonać przewodem o przekroju minimalnym 6mm² i podłączyć do głównej szyny wyrównawczej budynku. Wykonać lokalną szynę wyrównawczą LSW dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej. Podłączyć bezpośrednio do głównej szyny wyrównawczej budynku przewodem LgYżo 16mm². W przypadku braku możliwości podłączenia wykonać dodatkowy uziom $R < 10\Omega$.

Ochrona przepięciowa DC

Ochroną przepięciową wykonać niezależnie dla każdego łańcucha modułów. Zastosować kombinowane ochronniki klasy I + II na napięcie znamionowe DC 600V. W przypadku gdy długość przewodu między modułami a falownikiem przekracza 10m ochronniki zastosować na obu końcach przewodu. Stosować zabezpieczenia przepięciowe z termicznym modulem kontrolno-odłączającym. Zabezpieczenie przepięciowe podłączyć do LSW przewodem o przekroju LgYżo 16mm².

Ochrona przepięciowa AC

Ochronę przepięciową po stronie zmiennoprądowej wykonać jako kombinowaną klasy I + II. Prąd znamionowy udarowy 30kA, prąd udarowy maksymalny 60kA. Napięciowy poziom ochrony $U_p < 1,5kV$. Zabezpieczenie przepięciowe podłączyć do LSW przewodem o przekroju LgYżo 16mm².

4.3.9. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Ochronę od porażenia zaprojektowano w oparciu o wymagania normy PN-ICE 60364-4-41.

Układ sieci kablowej TNC układ projektowanego generatora fotowoltaicznego TN-S.

Ochronę podstawową przed dotykem bezpośrednim realizuje się poprzez izolację części czynnych (rozdzielnice wykonać w II klasie ochronności).

Ochronę dodatkową zapewnia samoczynne wyłączenie zasilania przez montaż bezpieczników topikowych oraz nadmiarowo prądowych. Rezystancję przewodu ochronnego przyjmujemy $R < 10\Omega$ (ze względu na zastosowanie ochronników przepięć).

Przewody ochronne powinny mieć izolację w kolorze żółto-zielonym i mieć trwałe połączenie z elementami tablic rozdzielczych aparatów elektrycznych i urządzeń. Ochronie podlegają wszystkie części urządzeń elektrycznych, które normalnie nie znajdują się pod napięciem, a mogą stwarzać niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym przypadku uszkodzenia.

4.3.10. Uwagi końcowe

Przed rozpoczęciem robót budowlanych należy ustalić szczegółowy przebieg prac ze wszystkimi właścicielami nieruchomości. W tym także z właścicielami sieci i urządzeń podziemnych znajdujących się na terenie objętym robotami budowlanymi.

Dokonać wytyczenia geodezyjnego trasy kabla i słupów oświetleniowych, a po wykonaniu instalacji zainwentaryzować. W miejscach zbliżenia i skrzyżowania projektowanych urządzeń z istniejącym uzbrojeniem podziemnym terenu prace należy wykonywać ręcznie.

Stosować materiały spełniające wymogi norm oznaczone znakiem CE lub B.

Po zakończeniu robót należy przeprowadzić badania obejmujące oględziny, pomiary i próby zgodnie z normą PN-ICE 60364-6-61 „Sprawdzenia odbiorcze”. Zakres podstawowych pomiarów obejmuje:

- I. pomiar ciągłości przewodów ochronnych w tym głównych i dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych przez pomiar rezystancji przewodów ochronnych. Pomiar ciągłości przewodów głównych i dodatkowych należy wykonać metodą techniczną lub miernikiem rezystancji. Pomiar rezystancji przewodów ochronnych polega na przeprowadzeniu pomiaru rezystancji między każdą częścią przewodzącą dostępną, a najbliższym punktem głównego połączenia wyrównawczego (głównej szyny uziemiającej);
- II. pomiar rezystancji izolacji instalacji i linii kablowych, który należy wykonać dla każdego obwodu oddzielnie od strony zasilania;
- III. sprawdzenie skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim przez samoczynne wyłączenie zasilania za pomocą wyłączników nadprądowych.

Sporządzić protokoły z przeprowadzonych pomiarów.

4.4. Obliczenia techniczne

Przewody i zabezpieczenia dobrano zgodnie z wytycznymi normy PN-ICE 60364-4-43 i PN-ICE 60364-5-53 dla obciążeń stałych i przeciążeń.

Zabezpieczenia i przekroje zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

4.4.1. Założenia do projektu

1. Parametry znamionowe modułu fotowoltaicznego
 - a) moc maksymalna modułu $P = 310 \text{ Wp}$
 - b) napięcie znamionowe modułu $U = 33,4 \text{ V}$
 - c) prąd znamionowy modułu $I = 9,29 \text{ A}$
 - d) napięcie jałowe modułu $U = 39,72 \text{ V}$
2. Powierzchnia modułu około $1,7 \text{ m}^2$
3. Ilość modułów -10 szt.
4. Liczba rzędów -2
5. Powierzchnia zabudowy około 17 m^2
6. Kąt nachylenia paneli 20°
7. Parametry inwertera
 - a) moc znamionowa $P_n = 3000 \text{ W}$
 - b) minimalne napięcie wejściowe 125 V
 - c) napięcie znamionowe wyjściowe AC $230/400 \text{ V}$
 - d) sprawność 98%
8. Parametry generatora fotowoltaicznego:
 - a) moc generatora PV 3 kWp
 - b) energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) $3020,02 \text{ kWh/rok}$
 - c) spec. uzysk roczny $1049,8 \text{ kWh/kWp}$
 - d) stosunek wydajności 85%

4.4.2. Wyznaczenie parametrów znamionowych

Przy połączeniu szeregowym 2 rzędów po 5 modułów parametry obwodu prądu i napięcia stałego:

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_{10} = 9,29 \text{ A}$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_{10} = 33,4 + 33,4 + \dots + 33,4 = 334 \text{ V}$$

Moc czynna modułów:

$$P_{DC} = U \cdot I = 9,29 \cdot 334 = 3102,86 \text{ W}$$

$$\frac{P_n}{P_{DC}} = \frac{3000}{3102,86} \approx 0,966 < 1$$

Poprawnie dobrano moc generatora fotowoltaicznego.

Moc po stronie napięcia zmiennego:

$$P_{AC} = \eta \cdot P_{DC} = 0,98 \cdot 3102,86 = 3040,8 \text{ W}$$

Prąd płynący do złącza napowietrznego:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{3040,8}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 4,71 \text{ A}$$

4.4.3. Wyznaczenie przekroju przewodów po stronie DC

Dane wejściowe:

P – moc w [W];

l – sumaryczna długość przewodów w [m];

γ – konduktywność 55 [m/Ω mm];

S- przekrój poprzeczny [mm²]

ΔP – straty mocy w [W]

$$\Delta P = I^2 \frac{l}{\gamma \cdot S} = 9,29^2 \frac{25}{55 \cdot 4} = 9,81 \text{ W}$$
$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\% = \frac{9,81}{3102,86} \cdot 100\% = 0,32\%$$

Spadek mocy wynosi 0,32% zatem jest mniejszy od 1%.

Na podstawie normy PN-ICE 60364-523:2001 stwierdza się że należy dobrać po stronie DC przewody typu LGy 4mm²

4.4.4. Wyznaczenie przekroju przewodów po stronie AC

Dane wejściowe:

przewód typu YDYżo 5x2,5mm²

temperatura żyły do 70°C przy temp. otoczenia 30°C

P_n – moc falownika 3000 W

l – sumaryczna długość przewodów 20m

γ – konduktywność 55 [m/Ω mm²];

długość kabla < 20m

maksymalny prąd wyjściowy 9A
typ zabezpieczenia obwodu gL PV 10A

$$\Delta U_{\%dop} = \frac{P_n \cdot l \cdot 100}{U^2 \cdot S \cdot \gamma} = \frac{3000 \cdot 20 \cdot 100}{400^2 \cdot 2,5 \cdot 55} = 0,27\%$$

Spadek napięcia wynosi 0,27%, zatem jest mniejszy od 1%.

Na podstawie normy PN-ICE 60364-523:2001 stwierdza się że należy dobrać po stronie AC przewody typu YDYżo 5x2,5mm²

4.4.5. Sprawdzenie zabezpieczenia obwodu falownika

Zabezpieczenie przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

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

$$I_Z \geq \frac{I_n \cdot 1,6}{1,45}$$

gdzie :

I_B – prąd obliczeniowy

I_2 – obciążalność długotrwała przewodów dla B1 21A

I_n – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego 10 A

I_Z – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 4,55 \text{ A}$$

$$4,55 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 21 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot 21 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 30 \text{ A}$$

$$I_Z \geq \frac{10 \cdot 1,6}{1,45} = 11,03 \text{ A} \geq 21 \text{ A}$$

4.4.6. Sprawdzenie ograniczników przepięć po stronie DC

$$U_{MPP} < U_{OCSTC} < U_{DCMAX}$$

$$1,2 U_{OCSTC} < U_{CPV}$$

gdzie:

n – liczba modułów 10

U_{CPV} – maksymalne napięcie trwałej pracy urządzeń ograniczających przepięcia 600V

U_{OCSTC} – maksymalne napięcie łańcucha modułów fotowoltaicznych w warunkach STC obwodu otwartego

U_{DCMAX} – maksymalna wartość napięcia po stronie DC 850 V

U_{MPP} – maksymalne napięcie jakie może osiągnąć łańcuch modułów 334 V

$$U_{OCSTC} = n \cdot U_{OC} = 10 \cdot 39,73 = 397,3 \text{ V}$$

$$U_{MPP} < U_{OCSTC} < U_{DCMAX}$$

$$334 \text{ V} < 397,3 \text{ V} < 850 \text{ V}$$

$$1,2U_{OCSTC} < U_{CPV}$$

$$1,2 \cdot 397,3 = 476,76 \text{ V} < 600 \text{ V}$$

Zabezpieczenie dobrano poprawnie $U_{CPV} = 600 \text{ V}$

4.4.7. Minimalna odległość od bocznej krawędzi dachu

$$B = \frac{t}{10} \text{ lub } \frac{h}{5}$$

gdzie:

B – oznacza odległość od bocznej krawędzi dachu

t- oznacza szerokość budynku mierzona wzdłuż bocznej krawędzi dachu

h – wysokość budynku

4.4.8. Minimalne odległości do dolnej krawędzi dachu

$$A = \frac{b}{10} \text{ lub } \frac{h}{5}$$

gdzie:

A – oznacza odległość od dolnej krawędzi dachu

b- oznacza szerokość budynku mierzona wzdłuż dolnej krawędzi dachu

h – wysokość budynku

Miarodajna jest mniejsza wartość.

Dobre elementy spełniają wszystkie stawiane wymagania. Schemat połączeń modułów, skrzynek DC pozostałe obliczenia wykonano w programie do projektowania instalacji.

5. Zestawienie materiałów

Lp.	Nazwa materiału	Jednostka miary	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne 310Wp	szt	10
2	Szyna montażowa do blachy trapezowej	mb	24
3	Wkręty samo-wierzące drobnozwojne	szt	100
4	Klema środkowa / końcowa kompletna ze śrubą i nakrętką młotkową	szt	24
5	Optymalizator mocy	szt	10
6	Falownik 3kW 3-f	szt	1
7	Skrzynka przyłączeniowa DC	kpl	1
8	Kable DC 4mm ² 1000V	m	60
9	Przewód YDY żo 5x2,5mm ²	m	25
10	Przewód LGy żo 16mm ²	m	26
11	Przewód LGy żo 6mm ²	m	15
12	Rura osłonowa fi 22mm odporna na UV	m	20
13	Uchwyty odporne na UV	szt	40
14	Zabezpieczenie nadprądowe C10 3-f	szt	1
15	Rozdzielnica RPV AC	kpl	1
16	Dedykowane złączki stałoprądowe	kpl	1

Tabela 8. Zestawienie materiałów

6. Spis rysunków

Tytuł	Numer rysunku
Schemat instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,1 kW	E-01
Wykonanie uziomu instalacji fotowoltaicznej	E-02

Tabela 9. Spis rysunków

7. Informacje do opracowania planu BIOZ

1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejności realizacji poszczególnych obiektów:

- Montaż konstrukcji nośnej na dachu
- Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu
- Uziemienie systemu fotowoltaicznego
- Montaż falownika i zabezpieczeń strony DC i AC
- Połączenie modułów z falownikiem
- Podłączenie instalacji do licznika energii elektrycznej
- Sprawdzenie pracy układu
- Wykonanie pomiarów na instalacji

2. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- Instalacje elektryczne
- Rozdzielnice elektryczne DC i AC
- Urządzenia przekształtnikowe

3. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaj zagrożeń oraz miejsce i czas wystąpienia:

- Zagrożenie porażenia prądem elektrycznym przy odłączeniu i załączaniu napięcia
- Zagrożenie przy pracach na wysokościach

4. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:

PODSTAWOWE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Pracownicy wykonujący prace przy urządzeniach elektroenergetycznych muszą posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne i powinni być przeszkoleni w zakresie ratowania osób porażonych prądem elektrycznym.

Prace przy urządzeniach elektrycznych wykonywać po wyłączeniu spod napięcia zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych;

UWAGI

Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie,

Roboty budowlane wykonywać zgodnie z projektem branżowym bioz i obowiązującymi przepisami PN/E, PBUE oraz BHP Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru awarii i innych zagrożeń:

- Drogi dojazdowe powinny być przejezdne, zabrania się składowania na nich materiałów budowlanych, gromadzenia sprzętu itp..
- Na placu budowy w widocznym miejscu powinien znajdować się sprzęt p.poż.
- Umieszczenie we wszystkich widocznych miejscach, tablic ostrzegawczo informacyjnych

