

INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Inwestor:	GMINA KLUCZBORK UL. KATOWICKA 1 46-200 KLUCZBORK
Obiekt:	BUDYNEK URZĘDU GMINY I STAROSTWA W KLUCZBORKU UL. KATOWICKA 1 46-200 KLUCZBORK

	Imię i Nazwisko	Nr upr.	Podpis
Opracował:	mgr inż. Paweł Wyrwich		
Projektant:	mgr inż. Michał Bartyła	OPL/1253/PBE/16	
Sprawdził:			
Temat opracowania:	BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ 49,56 kWp		
Branża elektryczna:	Nr projektu: 2/6/23	Data: 6-2023	Ilość rysunków: 5

SPIS TREŚCI

1. Przedmiot opracowania
 - 1.1. Założenia projektu
 - 1.2. Podstawa opracowania
 - 1.3. Zakres opracowania
 - 1.4. Charakterystyka techniczna zasilania budynku
 - 1.5. Charakterystyka ogólna systemu fotowoltaicznego
2. Modernizacja układu zasilania
 - 2.1 Główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu
3. Elementy instalacji fotowoltaicznej
 - 3.1. Moduły fotowoltaiczne
 - 3.2. Inwerter fotowoltaiczny DC/AC
 - 3.3. Konstrukcja wsporcza
 - 3.4. Okablowanie
 - 3.5. Rozdzielnice elektryczne
 - 3.6. Instalacja przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych
 - 3.7. Uziemienie instalacji
 - 3.8. Ochrona przeciwporażeniowa
 - 3.9. Monitorowanie pracy instalacji PV
 - 3.10. Procedura odbiorowa instalacji
4. Obliczenia
 - 4.1. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.
5. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne
6. Uwagi końcowe
7. Zestawienie materiałów
8. Załączniki

1.Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 49,56 kWp zlokalizowanej na dachu budynku Urzędu Gminy i Starostwa Powiatowego w Kluczborku, wykonany na potrzeby budynku Urzędu Gminy i Starostwa Powiatowego w Kluczborku zlokalizowanego ul. Katowicka 1 46-200 Kluczbork.

1.1. Założenia projektu:

Lokalizacja	Budynek Urzędu Gminy i Starostwa Powiatowego w Kluczborku
Moc instalacji	49, 56 kWp
Ilość modułów fotowoltaicznych	118 szt, 420wp glas glas
Ilość falowników	1 szt 50kW
Szacowana roczna produkcja energii elektrycznej	47,07 MWh
Poszycie dachu	Stropodach betonowy + styropapa 10cm
Konstrukcja	Wklejana, podnosząca kąt do 20° układ wschód-zachód
Układ pomiarowy	Półpośredni, ZK z wyłącznikiem p.poż

1.2. Podstawa opracowania

Opracowanie zostało sporządzone na podstawie:

- Zlecenie Inwestora
- Inwentaryzacji instalacji elektrycznej w budynku
- Mapy do celów projektowych
- Obowiązujących norm, przepisów oraz zasad wiedzy technicznej:
 - 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 50438:2010P „Wymagania dotyczące równoległego przyłączenia mikro-generatorów do publicznych sieci rozdzielczych niskiego napięcia”.
 - PN HD 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych (norma wieloarkuszowa);
 - PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów;
 - PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
 - PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;
 - Norma N SEP E 004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

1.3. Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie jest projektem budowy systemu fotowoltaicznego, którego zadaniem jest produkcja energii elektrycznej na potrzeby budynku Urzędu Gminy i Starostwa Powiatowego w Kluczborku zlokalizowanego ul. Katowicka 1 46-200 Kluczbork. Projekt oparto o nowoczesne rozwiązania falowników fotowoltaicznych oraz moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne glas glas.

Zaprojektowano powiązanie systemu fotowoltaicznego z siecią energetyczną budynku. Energia elektryczna wykorzystywana będzie na potrzeby własne obiektu a w przypadku zaistnienia ewentualnych nadwyżek, będą one przesyłane do sieci dystrybucyjnej. Projektowane rozwiązanie stanowi możliwie optymalne rozwiązanie pod względem zarówno energetycznym jak i ekonomicznym. Znamionowa moc instalacji jest określona w Standardowych Warunkach Pomiaru. Moduły PV posiadają jeden z certyfikatów zgodności z normą IEC 61215, PN-EN 61215 lub z normami równoważnymi, wydanymi przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

1.4. Charakterystyka techniczna zasilania budynku

Napięcie zasilania Un	400/230V 50 Hz
Rodzaj zasilania	kablowe
Moc umowna	74 kW
Układ pomiarowy	półpośredni
System ochrony od porażeń	Uziemienie ochronne, samoczynne wyłączenie
Układ sieci nn	TN-C-S
Środki ochrony przeciwporażeniowej	przeciwporażeniowej izolacja ochronna, samoczynne szybkie wyłączenie zasilania wyłącznikami różnicowoprądowymi oraz wyłącznikami instalacyjnymi o charakterystyce czasowo-prądowej typu B i C, Środki ochrony przeciwprzepięciowej ochronniki typu T12 i T2 w rozdzielniach.

Układ pomiarowy półpośredni wraz z wyłącznikiem głównym znajduje się na zewnątrz budynku. Wyłącznik główny posiada człon wyzwalający, jego wyłączenie pozbawia napięcia wewnątrz obiektu.

1.5. Charakterystyka ogólna systemu fotowoltaicznego

Zainstalowane na dachu na konstrukcji podnoszącej kąt paneli do 20° w układzie wschód-zachód panele fotowoltaiczne będą produkowały energię elektryczną przeznaczoną na pokrycie bieżącego zapotrzebowania energetycznego obiektu.

Pod panelami zamontowane będą optymalizatory odpowiadające za monitorowanie pracy paneli oraz obniżenie napięcia na module do 1V w przypadku wyłączenia zasilania AC.

Zastosowany falownik ma za zadanie przekształcanie prądu stałego z paneli fotowoltaicznych na energię prądu zmiennego. Falownik będzie wytwarzać charakterystykę wyjściową do aktualnych parametrów sieci energetycznej. W przypadku awarii sieci energetycznej falownik nie będzie produkował energii elektrycznej – automatyczne wyłączenie falownika /zabezpieczenie przed pracą wyspą/.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane w ziemi

oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, wyłącznikami różnicowoprądowymi i ogranicznikami przepięć prądu przemiennego AC.

Moduły należy łączyć równolegle z optymalizatorami, a optymalizatory szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych nadziała promieniowania UV. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o przekroju min. 6 mm². W rozdzielnicach należy zainstalować ochronniki przepięciowe T12 DC.

Instalację wykonać wg planu zagospodarowania oraz rysunków E1, E2, E3, E4.

2. Elementy instalacji fotowoltaicznej

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych glas glas;
- konstrukcją wsporczą wklejaną dedykowaną dla dachu płaskiego;
- optymalizatorów odpowiadających za monitorowanie pracy paneli i obniżenia napięcia na module do 1V po wyłączeniu zasilania po stronie AC;
- instalacja elektryczna wraz z falownikiem zapewniającym dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią lokalnego Operatora Sieci Dystrybucyjnej;
- instalacja wraz z zabezpieczeniami nadprądowymi i różnicowoprądowymi;

2.1. Moduły fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych glas glas o mocy 420W każdy. Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi: 49, 56 kWp, podzielona na 4 obwody wg schematu E3. . Kąt nachylenia w miejscu montażu modułów fotowoltaicznych wynosi 20°.

Moduły fotowoltaiczne będą montowane na konstrukcji wsporczej wklejanej do poszycia dachu, na dachu w układzie wschód-zachód. Umieszczenie będzie dobierane z zachowaniem odpowiednich odległości od krańców dachu. Azymut, zgodnie z którym będzie skierowana instalacja uwzględnił będzie jak najlepsze dopasowanie w celu uzyskania optymalnego nasłonecznienia.



Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV

Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń:

Panel fotowoltaiczny glas glas	
Moc STC	420 wp
Tolerancja mocy	0~+5%
Sprawność modułu	21,51 %
Typ komórki	Mono n-type
Liczba ogniw	108
Napięcie obwodu otwartego Voc	38,48 V
Prąd zwarcia Isc	13,78 A
Temperaturowy współczynnik mocy Isc	+0.045% / °C
Temperaturowy współczynnik napięcia Voc	-0.25% / °C
Temperaturowy współczynnik mocy Pmax	-0.3% / °C
Waga modułu max	24 kg
Obciążenie statyczne wiatrem/ śniegiem (Pa)	3600/ 8100
Klasa ogniowa	Class A
Wymiary	1722 x 1134 x 35
Rama	Anodowane aluminium
Skrzynka przyłączeniowa	IP68, 3 bypass
Gwarancji na uzysk 85%	30 lat
Gwarancja na produkt	30 lat

3.2. Inwerter fotowoltaiczny DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed pracą wyspową). Inwerter posiada wbudowany rozłącznik DC. Inwerter należy przyłączyć do istniejącej rozdzielni głównej budynku. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z 1szt. inwertera fotowoltaicznego DC/AC o mocy 50 kW. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485/ USB umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym. Inwerter zabudować na ścianie nośnej na parterze klatki schodowej budynku na którym zostanie zamontowana instalacja.

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC 3 fazowy dla instalacji o mocy 50 kW	
Strona DC	
Moc DC	67,5 kW
Maksymalne napięcie stałe DC	1000V
Napięcie nominalne DC	750V
Maksymalny prąd zwarcia MPP	2x 37A
Strona AC	
Moc AC	50 kW
Nominalne napięcie AC	220/380V 230/440V

Częstotliwość sieci AC	50/60Hz
Maksymalny prąd wyjściowy	76 A
Regulowany współczynnik mocy	0.8 pojemnościowo ... 0.8 indukcyjnie
THDi	< 3%
Typ podłączenia do sieci AC	L1+L2+L3+N+PE
Zabezpieczenia	
Odwrócona polaryzacja prądu stałego	Tak
Rozłącznik DC	Tak
Ochrona przeciwzwarceniowa AC	Tak
Monitorowanie rezystancji izolacji	Tak
Kontrola zwarć doziemnych	Tak
Monitorowanie sieci elektrycznej AC	Tak
Ochrona przed pracą wyspą	Tak
System monitorowania przebiecia	Tak
Monitoring ciągów DC	Tak
Ochrona AFCI	Tak
Dane ogólne	
Zakres temperatury pracy	-40 °C/ +60°C
Pobór mocy w godzinach nocnych	< 1W
Topologia	Bez transformatora
Chłodzenie	wentylator
Stopień ochrony	IP 65
Wilgotność względna	0-100%
Przylącze DC	MC4
Przylącze AC	Dławik kablowy + zacisk OT
Wyświetlacz	-
Interfejs RS485/ USB	Tak/ Tak
Gwarancja	5 lat

2.3. Optymalizatory DC/DC

Optymalizator mocy to konwerter DC-DC, który łączy się z co drugim modułem PV na miejscu instalacji, zapewniając im pewien poziom autonomii i ochrony. Słabsza wydajność jednego modułu nie będzie miała wpływu na inne w systemie, eliminując straty mocy związane z nieprawidłowym działaniem np. z powodu zacinienia, zabrudzenia, zużycia się modułów mono/bifacjalnych i umożliwiając wyższą produkcję energii.

Śledzenie punktu mocy maksymalnej modułu pozwala na elastyczne projektowanie instalacji z wieloma kierunkami, nachyleniami i typami modułów w tym samym łańcuchu. Podczas pracy z falownikami, optymalizatory mocy automatycznie utrzymują stałe napięcie w łańcuchu, umożliwiając jeszcze większą elastyczność z dłuższymi łańcuchami i łańcuchami o różnych długościach.

Dzięki zdalnemu monitorowaniu na poziomie modułów można z łatwością śledzić wydajność systemu oraz wykrywać i rozwiązywać powstałe problemy instalacji.

Wiodące w branży mechanizmy bezpieczeństwa optymalizatorów mocy maksymalizują ochronę osób i ich mienia dzięki funkcji SafeDC, która redukuje wysokie napięcie DC do bezpiecznego poziomu podczas wyłączenia falownika lub awarii sieci.

Optymalizator mocy DC-DC	
Nominalna moc wejściowa	950 wp
Rodzaj połączenia	Pojedyncze wejście dla połączenia szeregowego 2 modułów
Maksymalne napięcie wejściowe	125V
Zakres napięcia MPPT	12,5-105V
Maksymalny prąd wejściowy	14,1A
Maksymalna wydajność	99,5%
Maksymalny prąd wyjściowy	18A
Maksymalne napięcie wyjściowe	80V
Napięcie bezpieczne optymalizatora	1V
Złącze wejście/ wyjście	MC4/ MC4
Stopień ochrony	IP68
Gwarancja	25lat

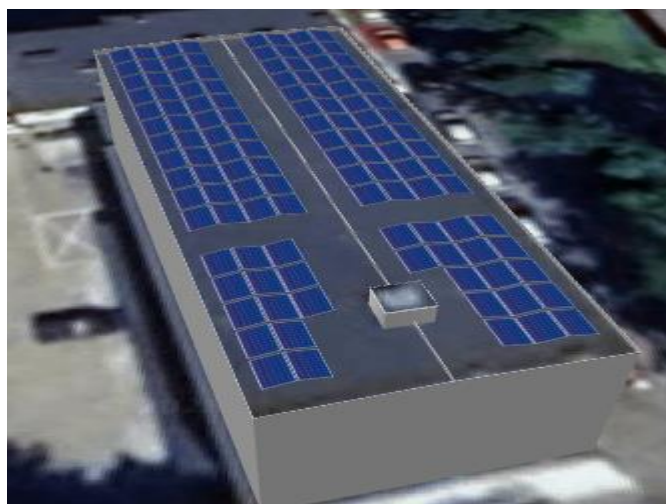
Łączenie optymalizatorów z paneli wg schematu E3.

2.4. Konstrukcja wsporcza

Projektowana konstrukcja montażowa będzie wykonana zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla II strefy obciążenia opadami śniegu oraz III strefy obciążenia wiatrem. Konstrukcja nośna połączona jest z dachem za pomocą płyt papy termozgrzewalnej o wymiarach 1x1m. Konstrukcję wykonać na dachu budynku nowe skrzydło budynku urzędu miejskiego z płaskim dachem.

Konstrukcja dachowa w układzie wschód-zachód dla modułów fotowoltaicznych składa się z podpór aluminiowych przednich oraz tylnych, płytek montażowych do podłoża dachu o wym. 40x333 cm ocynkowane ogniowo, aluminiowych, poziomych profili nośnych, a także elementów mocujących (elementów łączących). Wysokość stołów dla pochylenia modułów pod kątem 20° wyniesie ~0,5m – tył i ~0,1m przód.

Mocowanie konstrukcji należy wykonać za pomocą płytek montażowych /podstawy zgrzewanej/ o wym. 40x33,3 cm nakrytych i zgrzaną łąką z papy termozgrzewalnej o wym. 120x80cm. Moduły fotowoltaiczne zostaną przymocowane do konstrukcji za pomocą klem montażowych o wysokości dostosowanej do grubości ramek modułów PV. Konstrukcję wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta.



2.5. Okablowanie

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji odporne na promieniowanie UV, i warunki zewnętrzne, dedykowanymi do instalacji fotowoltaicznych. Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym o przekroju min. 6 mm². Okablowanie DC na dachu będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych. Okablowanie DC wyprowadzone z inwertera wyprowadzone w rurze UV po zewnętrznej elewacji budynku. Okablowanie DC podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów oraz powinno być odpowiednio oznaczone na początku i końcu danego obwodu.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o istniejący kabel typu YKY 5x25 (zasilanie TB AC inwerter wyprowadzone na parterze klatki schodowej tylnego wyjścia budynku biurowego z płaskim dachem zasilony z TBG), oraz 5x Lgy 25 w peszlu ochronnym - zasilanie inwertera wyprowadzone z TB AC Inwerter z wyłącznika nadprądowego C80 wg schematu na rysunku. E2.

2.6. Rozdzielnice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice Przyłączeniowe AC/DC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera.

Rozdzielnice DC wyposażone w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe DC T12 osobno dla każdego obwodu DC.

TB AC Inwerter w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe T12, oraz zabezpieczenie nadprądowe CLS6 C80/3. Całość zgodnie z częścią rysunkową E1, E2 i E3.

2.7. Instalacja przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą oraz z istniejącą instalacją odgromowa na dachu budynku.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłoby się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego. W celu uniknięcia uszkodzenia instalacji fotowoltaicznej od skutków przepięcia, instalacja fotowoltaiczna jest zabezpieczona od strony DC ochronnikami przepięć klasy T12 Ograniczniki przepięciowe w obwodzie DC dobrano o napięciu 1000 V DC typu T1+2

W obwodach AC zastosowane zostaną ograniczniki przepięć o napięciu 275VAC typu T12.

2.8. Uziemienie instalacji

Uziemienie modułów będzie wykonywane za pomocą systemu połączeń wyrównawczych stołów z modułami fotowoltaicznymi wyprowadzonych z uziemienia TBG. Połączenia wyrównawcze wykonywane zostaną za pomocą przewodu LgY 16 dla ochronników przepięciowych. W przypadku zastosowania ochronników przepięciowych klasy T1+2 zostaną wykorzystane przewody wyrównawcze LgYżo 16 do połączenia ochronników z szyną wyrównawczą.

Montaż szyny wyrównawczej instalacji fotowoltaicznej połączonej z uziemieniem, wykonać w sąsiedztwie falownika oraz rozdzielnic z zabezpieczeniami. Niezależnie od zainstalowanej ochrony przepięciowej i odgromowej metalowe elementy konstrukcji oraz modułów należy objąć uziemionymi połączeniami wyrównawczymi.

2.9. Ochrona przeciwporażeniowa

Zgodnie z PN-IEC 60364-4-41 stosuje się następujące środki ochrony przeciwporażeniowej:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.
- Ochrona dodatkowa – samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN-C-S za pomocą wyłączników nadprądowych i różnicowoprądowych zainstalowanych w ZK AC Inwerter.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony przeciwporażeniowej:

- po stronie DC : podwójną lub wzmocnioną izolację dla modułów, przewodów, skrzynek.
- po stronie AC : ochrona podstawowa i ochrona dodatkowa zgodnie z PN-IEC 60364-4-41.

2.10. Monitorowanie pracy instalacji PV

Każda instalacja fotowoltaiczna ma możliwość zbierania danych o ilości wyprodukowanej energii w cyklach dziennych miesięcznych i rocznych. Dane o ilości wyprodukowanej energii będą prezentowane lokalnie z wykorzystaniem wyświetlacza falownika lub w dedykowanym oprogramowaniu.

System monitorowania posiada następujące funkcje:

- wizualizacji aktualnej mocy instalacji;
- wizualizacji informacji o uzyskach energii;
- przedstawianie komunikatów o błędach;
- gromadzenia danych.

2.11. Procedura odbiorowa instalacji

Zakończenie i wyniki prac powinny zostać udokumentowane na protokole odbioru instalacji. Należy wykonać następujące pomiary i wyniki przedstawić w protokołach z pomiarów:

- Badania rezystancji izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008 lub równoważna);
- Badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej (według normy PN-HD 60364-6:2008 lub równoważna);
- Badania rezystancji uziemienia (według normy PN-EN 62305-3 lub równoważna);
- Badania rezystancji izolacji kabli stałoprądowych DC oraz napięcia obwodów otwartych DC.
- Certyfikaty NC RfG falownika AC/DC;
- Deklaracje zgodności modułów fotowoltaicznych bifacial CE Dyrektywa 2014/35/EU (dyrektywa niskonapięciowa);
- Deklaracje zgodności konstrukcji fotowoltaicznej: - PN-EN 755-9:2010; - PN-EN 1999-1-12011; - PN-EN ISO 12944-2:2001; - PN-EN 1090-1:2009+A1:2011; - PN-EN 1090-1:2009+A1; - PN-EN 1991-1-3:2005; - PN-EN 1991-1-4:2008/NA:2010;

3. Obliczenia

- Dobór przekroju przewodu po stronie AC ze względu na długotrwałą obciążalność prądową dla zasilania TB AC Inwerter:

Maksymalny prąd oddawany do sieci przez inwerter fotowoltaiczny

$$I_B = 76A \quad I_z \geq I_B \quad 145 \geq 76$$

gdzie:

I_z - dopuszczalny długotrwały prąd płynący w przewodzie

Dobrano kabel YKY 5x25, który spełnia wymagania długotrwałej obciążalności prądowej wg. normy PN-HD 60364-5-52:2011

- Dobór przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia w obwodzie trójfazowym

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * P * l}{\gamma * S * U_n^2} = \frac{100 * 50 * 65}{56 * 35 * 400_n^2} = 1,45\%$$

$$\Delta U_{\%} < 3\%$$

gdzie:

U_{n1} - napięcie znamionowe [V] (400V)

P – 50 kW moc czynna przesyłana w obwodzie obliczeniowym

l - długość przewodu 65 [mb]

γ - 56 [S/mm²] - przewodność elektryczna aluminium

S - przekrój przewodu 25 [mm²]

Kabel YKY 5x25 spełnia warunek na maksymalny spadek napięcia.

- Dobór zabezpieczenia przeciążeniowego po stronie AC

Maksymalny prąd oddawany do sieci przez inwerter fotowoltaiczny $I_b = 76A$

Obciążalność długotrwała obwodu trójfazowego: $I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 76 \text{ A}$ – dobrano zabezpieczenie CLS6 C80/3

Dla wybranego kabla YKY 5x25 i techniki montażu, dopuszczalny długotrwały prąd płynący w przewodzie wynosi $I_z = 145A$

Spełniono warunek doboru: $I_z \geq I_n \geq I_b$ 145 ≥ 80 ≥ 76

- Dobór aparatów przebiegowych DC
Obliczenia sporządzono na podstawie karty katalogowej modułu fotowoltaicznego 420w i optymalizatorów mocy 950W.

Ze względu na charakter pracy układu fotowoltaicznego z optymalizatorami w pracującym obwodzie napięcie DC wynosi: 750V

Maksymalne napięcie trwałe pracy ogranicznika ≥ 1100V

4.1. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.

Szacowane zużycie roczne obiektu 116 MWh. Projekt zawiera instalację fotowoltaiczną o mocy 49,56 kW /mikroinstalacja bez pozwolenia na budowę max do 50 kW/, moc umowna obiektu wynosi 76 kW, a moc generatora nie może być większa niż moc umowna.

- szacowana produkcja: 47,07 MWh w ciągu roku.
- bezpośrednie zużycie 41,23 MWh z paneli fotowoltaicznych

- oddane /sprzedane/ do sieci 5,84 MWh

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNE



Miesiąc	Produkcja z PV (kWh)	Konsumpcja (kWh)	Pobór własny (kWh)	Uciążona energia (kWh)
Sty	975	10 385	975	-
Lut	1570	9600	1556	-
Mar	3399	10 797	3237	-
Kwi	5763	9608	5082	-
Maj	6989	9779	5866	-
Cze	7128	9379	5712	-
Lip	7098	9214	5654	-
Sie	5761	9291	4969	-
Wrz	4171	10 636	3985	-
Paź	2479	9470	2459	-
Lis	1070	9182	1070	-
Gru	661	8817	661	-

5. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiejkolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać. Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez wykształcony w danym kierunku i przeszkolony personel. Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

Zastosowane znaki ostrzeżeń:

Ostrzeżenia informują o warunkach, które mogą spowodować poważne obrażenia lub śmierć i/lub uszkodzenie urządzeń oraz podają sposób na uniknięcie niebezpieczeństwa. Dla wyróżnienia ostrzeżeń w tekście dokumentacji stosowane są następujące symbole:

- Ostrzeżenie elektryczne: ostrzega o niebezpieczeństwach pochodzących ze strony obwodów elektrycznych, które mogą spowodować zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenie urządzeń.

- Ostrzeżenie ogólne: ostrzega o sytuacjach, w których mogą mieć miejsce zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenia urządzeń spowodowane przez przyczyny inne niż elektryczne.

Ogólne zasady bezpieczeństwa:

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje: Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

Przed przystąpieniem do czynności serwisowych:

OSTRZEŻENIE! Przystąpienie do prac należy bezwzględnie poprzedzić wymienionymi poniżej środkami ostrożności oraz przepisami BHP.

- Zapoznać się z poszczególnymi instrukcjami bezpieczeństwa dotyczącymi danego miejsca pracy oraz urządzeń.
- Odłączyć wszystkie źródła zasilania. Zablokować rozłączniki w pozycji otwartej i umieścić ostrzeżenie na rozłącznikach. Po odłączeniu inwerterów zawsze należy odczekać 5 minut, aby umożliwić rozładowanie kondensatorów w obwodzie pośrednim.
- Przedsięwziąć środki ostrożności, gdy znajdują się odsłonięte (nieizolowane) przewody.
- Sprawdzić czy instalacja nie jest pod napięciem. Należy pamiętać, że panele fotowoltaiczne (szczególnie ich zestawy połączone szeregowo) generują napięcie (do 1000 VDC) automatycznie po ich nasłonecznieniu.
- Wykonać tymczasowe uziemienie.

Środki ostrożności:

Moduły fotowoltaiczne mogą być montowane/demontowane tylko przez wykwalifikowane firmy specjalistyczne znające i przestrzegające normy i przepisy odnoszące się do instalacji fotowoltaicznych, takich jak przepisy VDE, normy DIN, dyrektywa VDEW, przepisów z zakresu BHP oraz osoby posiadające odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne.

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

- Przed zdemontowaniem modułów należy sprawdzić czy kable i złączki nie są uszkodzone bądź zabrudzone.
- Nie instalować uszkodzonych modułów fotowoltaicznych ani modułów z zabrudzonymi złączkami.
- Moduły fotowoltaiczne, a w szczególności złączki i narzędzia, muszą być suche w momencie prac serwisowych lub konserwacyjnych.
- Należy się upewnić, że wszystkie połączenia elektryczne są dobrze zamknięte.

Ruchome kable przyłączeniowe, w wyniku ocierania o konstrukcję, mogą spowodować uszkodzenia izolacji. Nie wolno otwierać puszek przyłączeniowej z kablami podłączonymi fabrycznie. Puszki przyłączeniowej, kabli i wtyczek przyłączeniowych nie można czyścić ani smarować substancjami zawierającymi olej, tłuszcz lub alkohol. Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie. W ramach modułu nie wolno wiercić dodatkowych otworów, oraz mocować inaczej niż przewiduje to instrukcja producenta. Modułów fotowoltaicznych nie wolno przytrzymywać, ani transportować przy pomocy kabli

przyłączeniowych. Modułów fotowoltaicznych nigdy nie wolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

Niebezpieczeństwo utraty życia

OSTRZEŻENIE! Zagrożenie życia przez obecność napięcia w falowniku oraz instalacji po stronie DC. Generator fotowoltaiczny generuje pod wpływem światła słonecznego niebezpieczne napięcie stałe, które występuje na przewodach DC lub innych elementach falownika będących pod napięciem. Dotknięcie przewodów DC lub elementów znajdujących się pod napięciem może spowodować niebezpieczne porażenie prądem elektrycznym.

Moduły fotowoltaiczne

Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy. Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy). Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia. Przed przystąpieniem do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi). Uszkodzenie przedniej lub tylnej szyby izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).

W momencie wyeksponowania modułu na światło na złączach modułu natychmiast pojawia się napięcie jałowe (ok. 38,48V) a w przypadku szeregowego połączenia kilku modułów napięcie te wzrośnie do wartości sumy napięć jałowych połączonych modułów. Wartość napięcia jałowego jest podana w karcie katalogowej produktu. W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m²). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość I_{sc} i U_{oc} podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25. Montaż/demontaż modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści elektrycy, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjnego.

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażeń elektrycznych, wszystkie ramy modułów słonecznych, obudowa inwertera oraz konstrukcja nośna są połączone z uziemieniem w celu wyrównywania potencjałów. Przy rozłączaniu pasm, paruj bieguny, oznacz je, zaizoluj konektory, tak aby nie wywołać łuku elektrycznego, który przy napięciu ponad 600V jest wysoce prawdopodobny. Unikaj prac łączeniowych w pełnym słońcu. Jeśli to możliwe, zrób to rano lub wieczorem. Nigdy nie łącz ze sobą ostatnich dwóch konektorów tego samego pasma. W najlepszym wypadku uszkodzisz moduły, a istnieje wysokie ryzyko pożaru całej instalacji! Nigdy nie wyciągaj ani nie podłączaj konektorów w czasie pracy inwertera.

Konserwacja

OSTRZEŻENIE! Prace związane z konserwacją, czyszczeniem modułów fotowoltaicznych należy wykonać przy zachowaniu pełnej ostrożności !! Nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny !! Napięcie w obwodzie prądu stałego może sięgać do 1000V. Gdy wierzchnia warstwa modułów zostanie zabrudzona, produkcja energii elektrycznej zmniejszy się. W celu utrzymania optymalnych warunków produkcyjnych modułów fotowoltaicznych producent zaleca:

- Czyszczenie powierzchni modułów przy użyciu zmiękczonej wody, miękkiej szmatki lub gąbki – przynajmniej dwa razy rocznie (szczególnie po okresach pylenia roślin);
- Użycie myjek wysokociśnieniowych może spowodować utratę gwarancji;
- Powinno się unikać czyszczenia modułów w słoneczne dni kiedy ich temperatura przekracza 60°C;
- Sprawdzenie wszystkich połączeń mechanicznych oraz elektrycznych przynajmniej raz na rok.

6. Uwagi końcowe

Całość prac wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną, PN, przepisami BHP i sztuką budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP.

7. Zestawienie materiałów

L.P.	Nazwa	ilość	uwagi
1.	Inwerter AC/DC 50kW	1 szt	
2.	Optymalizatory mocy o mocy 950w i z funkcją SafeDC	60szt	
3.	Rozdzielnica DC IP65 2x12 wyposażona w 4x SPD T1+2	1 szt	
4.	Rozdzielnica AC IP65 2x12	1 szt	
5.	Wyłącznik nadprądowy CLS6 C80/3	1 szt	
6.	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe SPD T12 AC	1 szt	
7.	Kabel solarny czerwony 6mm	200 mb	
8.	Kabel solarny czarny 6mm	200 mb	
9.	Rura RL37 UV 3m	4 szt	
10.	Kabel 1x Lgy 25mm czarny	10m	
11.	Moduł fotowoltaiczny 420wp gładki	118 szt	
12.	Profil aluminiowy 40x40x2200	198 szt	
13.	Łącznik wewnętrzny profilu 40x40	336 szt	
14.	Zaślepka 40x40	60 szt	
15.	Klema końcowa 30	472 szt	
16.	Śruba M8x25 A2	500 szt	
17.	Nakrętka M8 A2	500 szt	
18.	Śruba M10x20 A2	300 szt	
19.	Śruba M10x45 A2	300 szt	
20.	Śruba M10x80 A2	300 szt	
21.	Nakrętka M1 A2	900 szt	
22.	Podstawa zgrzewana 20°- komplet tył + przód	133 szt	
23.	Łaty z papy termozgrzewalnej 120x80 cm	133 szt	

24.	Złącza MC4 komplet	16 szt	
-----	--------------------	--------	--

8. Załączniki:

- PLAN ZAGOSPODAROWANIA;
- E1 -SCHEMAT ZASILANIA INSTALACJI PV STRONA AC
- E2 - SCHEMAT INSTALACJI PV AC/ DC
- E3 – SCHEMAT POŁĄCZEŃ DC;
- E4 - SCHEMAT KONSTRUKCJI DACHOWEJ;
- KOSZTORYS INWESTORSKI;
- PRZEDMIAR;