

INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Inwestor:	GMINA KLUCZBORK UL. KATOWICKA 1 46-200 KLUCZBORK
Obiekt:	KRYTA PŁYWALNIA UL. KOŁŁĄTAJA 6 46-200 KLUCZBORK

	Imię i Nazwisko	Nr upr.	Podpis
Opracował:	mgr inż. Paweł Wyrwich		
Projektant:	mgr inż. Michał Bartyla	OPL/1253/PBE/16	
Sprawdził:			
Temat opracowania:	MODERNIZACJA ZASILANIA I BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ 39,6 kWp		
Branża elektryczna:	Nr projektu: 1/6/23	Data: 6-2023	Ilość rysunków:7

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 modernizacji zasilania - wyniesienie układu pomiarowego półpośredniego na zewnątrz wraz z zabudową wyłącznika głównego p.poż, oraz budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 39,6kWp zlokalizowanej na gruncie, wykonany na potrzeby budynku Krytej Pływalni ul. Kołtataja 6 46-200 Kluczbork – działki nr 5/24 AM oraz 9/2 AM.

1.1. Założenia projektu:

Lokalizacja	Kryta pływalnia ul. Kołtataja 6 46-200 Kluczbork
Moc instalacji	39,6 kWp
Ilość modułów fotowoltaicznych	72 szt, 550wp bifacial
Ilość falowników	1 szt 50kW
Szacowana roczna produkcja energii elektrycznej	44,1 MWh
Konstrukcja	Dwupodporowa aluminium + stal nirdzewna, fundamenty wkręcane
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 modernizacji zasilania oraz budowy systemu fotowoltaicznego, którego zadaniem jest produkcja energii elektrycznej na potrzeby obiektu krytej pływalni. Projekt oparto o nowoczesne rozwiązania falowników fotowoltaicznych oraz moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne bifacialne.

Modernizacja zasilania będzie polegać na wyniesieniu układu pomiarowego półpośredniego na zewnątrz budynku. Złącze kablowo-pomiarowe wykonać wg schematów rys. E1. Prace związane z wyniesieniem układu pomiarowego uzgodnić wcześniej z OSD Tauron.

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	40 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 A, B i C, Środki ochrony przeciwprzepięciowej ochronniki typu T2 i T12 w rozdzielniach.

Obecnie układ pomiarowy półpośredni wraz z wyłącznikiem głównym znajduje się wewnątrz budynku w pomieszczeniu technicznym. Wyłącznik główny nie posiada członu wyzwającego, jego wyłączenie pozbawia napięcia wewnątrz obiektu, ale nie spełnia wymogów p.poż – pomimo wyłączenia napięcie na zaciskach wejściowych wyłącznika jest obecne.

1.5. Charakterystyka ogólna systemu fotowoltaicznego

Zainstalowane na konstrukcji gruntowej panele fotowoltaiczne będą produkowały energię elektryczną przeznaczoną na pokrycie bieżącego zapotrzebowania energetycznego obiektu. 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 wyspową/.

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 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 oraz rozłączniki DC.

Instalację wykonać wg planu zagospodarowania oraz rysunków E1, E2, E3, E4, E5, E6.

2. Modernizacja układu zasilania

Zaprojektowano Zestaw Złączowo-Pomiarowy 1PP+PPOŻ 160A+PP KMB+ZK3a zgodny z wymogami OSD Tauron wyposażony w układ pomiarowy półpośredni z przekładnikami prądowymi 150/5 2,5VA klasa 0,2s FS5 /układ pomiarowy/, listwę pomiarową Wago 840-798, wyłącznik główny p.poż, przekładniki prądowe 100/5 5VA klasa 0,5 FS5 /bateria kompensacji mocy biernej/ oraz odejścia strony AC z rozłącznikami ARS-2. Widok poglądowy na schemacie E2.

Zasilanie Zestawu Złączowo-Pomiarowy 1PP+PPOŻ 160A+PP KMB+ZK3a wykonać ze złącza ZK1098 RE4 kablem YAKXS 4x50 na odejściu podstaw bezpiecznikowych. Prace wykonać zgodnie ze schematem E1 oraz wcześniejszym uzgodnieniem z OSD Tauron.

Na elewacji budynku przy projektowanym ZKP zamontować Przycisk Przeciwpowozarowy wyłącznik prądu PWP1-WO1 IP65 z sygnalizacją zadziałania. Przewody pomiędzy wyłącznikami i przyciskami ppoz. Wykonać przewodami typu O-(N)HXH FE180 PH90/E90-5x1,5. Prace wykonać zgodnie ze schematem E3

Zasilanie TB Basen wykonać przewodem 5 x LgY 35 w peszlu ochronnym – zaciski wyjściowe rozłącznika listwowego ARS-2 i zabezpieczyć wkładką bezpiecznikową Wt-1 gG 80A.

Zgodnie z istniejącymi uregulowaniami energetycznymi instalacja PV jest zakończona tablicą pod licznik dwukierunkowy zgodnie z wytycznymi OSD. Wymianę tego układu pomiarowego w istniejącym złączu kablowo-pomiarowym w granicy działki / na elewacji budynku wykonuje pracownik OSD, po wcześniejszym zgłoszeniu mikroinstalacji do użytkowania.

2.1 Główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu

Zgodnie z art. 5 w związku z art. 10, Ustawy o wyrobach budowlanych [Dz. U. Nr 92 z 2004 roku poz.881 z późniejszymi zmianami], dopuszcza się do jednostkowego zastosowania zestaw tworzący przeciwpożarowy wyłącznik prądu, składający się z następujących elementów:

- aparat wykonawczy – wyłącznik DPX 160A produkcji Legrand

- przycisk uruchamiający posiadający Krajowy Certyfikat Stałości Właściwości Użytkowych Nr 063-UWB-0181 wydany przez CNBOP w Józefowie k/Otwocka.

Zestaw tworzący PWP nie jest objęty normą zharmonizowaną z rozporządzeniem PUE i R Nr305/2011, o których mowa w **art. 5 ust.1 Ustawy o wyrobach budowlanych** [Dz. U. Nr 92 z 2004 roku poz.881 z późniejszymi zmianami]. Zgodnie z załącznikiem Z1.

3. Elementy instalacji fotowoltaicznej

- Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:
- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z dwupodporową konstrukcją wsporczą gruntową;
 - 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;

31. 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 bifacialnych o mocy 550W każdy. Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy 39,6 kWp. – 72 szt podzielonych na 4 obwody po 18 szt modułów każdy. Modułów. Kąt nachylenia w miejscu montażu modułów fotowoltaicznych wynosi 30°.

Moduły fotowoltaiczne będą montowane na konstrukcji wsporczej, na gruncie w układzie 3x poziom. Umieszczenie będzie dobierane z zachowaniem odpowiednich odległości od elementów mogących powodować zacienienie (drzewa, zabudowania, roślinność, etc.). Azymut, zgodnie z którym będzie skierowana instalacja uwzględniał będzie jak najlepsze dopasowanie w celu uzyskania optymalnego nasłonecznienia.



W przypadku gdy w pobliżu projektowanej instalacji fotowoltaicznej znajdują się drzewa lub krzewy, mogące powodować zacienienie paneli, właściciel nieruchomości zobowiązuje się do ich usunięcia.

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 bifacial	
Moc STC	550 wp
Tolerancja mocy	0~+3%
Sprawność modułu	21,29 %
Typ komórki	Mono 182x91mm
Liczba ogniw	144 pcs (6x24)
Napięcie obwodu otwartego Voc	49,8 V
Prąd zwarcia Isc	13,91 A
Temperaturowy współczynnik mocy Isc	+0.05% / °C
Temperaturowy współczynnik napięcia Voc	-0.23% / °C
Temperaturowy współczynnik mocy Pmax	-0.34% / °C
Waga modułu max	32.5 kg
Obciążenie statyczne wiatrem/ śniegiem (Pa)	2400/ 5400
Klasa ogniowa	Class A
Wymiary	2278 x 1134 x 35
Rama	Anodowane aluminium
Skrzynka przyłączeniowa	IP68, 3 bypass
Gwarancji na uzysk 85%	30 lat
Gwarancja na produkt	12 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 rozdzielniczy głównej budynku. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z 1szt. inwertera fotowoltaicznego DC/AC o mocy 50 kW ze względu na zastosowane moduły bifacial, które mogą produkować 5-20% więcej energii oraz możliwość do ewentualnej przyszłościowej rozbudowy instalacji. 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 konstrukcji nośnej gruntowej /trójkąt montażowy/ na stole nr 1.

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC 3 fazowy dla instalacji o mocy 50 kW	
Strona DC	
Moc DC	75 kW
Maksymalne napięcie stałe DC	1100V
Napięcie początkowe DC	200V
Napięcie nominalne DC	600V
Zakres napięcia MPPT	200-1000V
Liczba urządzeń śledzących MPP	4
Liczba łańcuchów PV na jeden MPP tracker	2

Maksymalny prąd wejściowy MPP	32A
Maksymalny prąd zwarciovyy MPP	40A
Strona AC	
Moc AC	50 kW
Moc pozorna	55,5 kVA
Nominalne napięcie AC	220/380V 230/440V
Częstotliwość sieci AC	50/60Hz
Maksymalny prąd wyjściowy	84,1 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 przeciwzwarciowa AC	Tak
Ochrona przeciwprzepięciowa AC/ DC	Tak, klasa T2/ Tak, klasaT2
Monitorowanie rezystancji izolacji	Tak
Kontrola zwarć doziemnych	Tak
Monitorowanie sieci elektrycznej AC	Tak
Ochrona przed pracą wyspowa	Tak
System monitorowania przebiecia	Tak
Monitoring ciągów DC	Tak
Ochrona AFCI	Tak
Dane ogólne	
Zakres temperatury pracy	-25 °C/ +60°C
Pobór mocy w godzinach nocnych	< 1W
Topologia	Bez transformatora
Chłodzenie	Inteligentne chłodzenie powietrza
Stopień ochrony	IP 66
Wilgotność względna	0-100%
Przylącze DC	H4 / MC4
Przylącze AC	Dławik kablowy + zacisk OT
Wyświetlacz	OLED+ LED
Interfejs RS485/ USB	Tak/ Tak
Gwarancja	5 lat

3.3. Konstrukcja wsporcza

Projektowana konstrukcja montażowa złożona ze stołów montażowych będzie wykonana zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla II strefy obciążenia opadami śniegu oraz III strefy obciążenia wiatrem. Konstrukcja nośna stołów montażowych połączona jest z podporami w sposób rozłączny za pomocą połączenia śrubowego. Konstrukcję wykonać na terenie działki 5/24 AM w miejscu wskazanym w planie zagospodarowania.

Konstrukcja wolnostojąca dla modułów fotowoltaicznych składa się z fundamentów stalowych, ocynkowanych ogniowo, wkręcanych do ziemi na odpowiednią głębokość oraz stalowych/ aluminiowych, poziomych i pionowych profili nośnych, a także elementów

mocujących (elementów łączących). Wysokość stołów dla pochylenia modułów pod kątem 30° wyniesie > niż 3 m (zalecane ok. 2,8 m), a zalecana głębokość osadzania podpór konstrukcji wbijanych do gruntu wynosi ~1,3 m.

Mocowanie konstrukcji należy wykonać za pomocą odpowiednich śrub i klem dedykowanych do instalacji gruntowej. Moduły fotowoltaiczne zostaną przymocowane do konstrukcji za pomocą klem montażowych o wysokości dostosowanej do grubości ramek modułów PV.

Fundamentami konstrukcji wsporczej będą stalowe śruby ocynkowane o wymiarach 1600x76x4mm którą należy wkręcić mechanicznie w podłoże na głębokość ~1,3m. Rozstaw osi śrub pomiędzy nogami 1 trójkąta nośnego 2,4m, długość szyny montażowej trójkąta 3,7m, rozstaw pomiędzy osiami kolejnych trójkątów 2,45m. Całość zgodnie z częścią rysunkową E6. Projektuje się 2 stoły o długości ~29,6m. Na każdym z nich będzie zamontowanych 36 paneli fotowoltaicznych w układzie 3x poziom /12 sekcji/.



3.4. 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 będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych. Okablowanie DC inwertera 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 kabel typu YAKXS 5x35 (zasilanie ZK AC inwerter), oraz 5x Lgy 25 w peszlu ochronnym UV (zasilanie inwertera)

Projektowany kabel AC oraz przewody komunikacyjne pomiędzy złączem kablowo-pomiarowym a ZK AC Inwerter zostanie wykonane w oparciu o kabel YAKXS 5x35. Kabel należy układać na dnie wykopu o głębokości 80cm, na warstwie piachu o grubości 10cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie 15 cm gruntu rodzimego oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim i grubości 0,5mm i szerokości 20cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linią falistą z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. W miejscu gdzie trasa kabla przebiega przez plac utwardzony kabel należy dodatkowo prowadzić w rurze ochronnej typu arot o przekroju ϕ 70. Przed zasypaniem linii kablowej należy wykonać inwentaryzację geodezyjną linii kablowej. Po zasypaniu wykopu teren przywrócić do stanu pierwotnego.

Kabel AC YAKXS 5x35 o długości $l = \sim 75\text{mb}$ będzie podłączony do nowobudowanego Zestawu Złączowo-Pomiarowego 1PP+PPOŻ 160A+PP KMB+ZK3a wg schematu rys. E1 na wyjściu rozłącznika bezpiecznikowego ARS-2 zabezpieczonego wkładką WT-1 80A gG, oraz do ZK AC inwerter na wejście wyłącznika różnicowo-prądowego 100mA 63A.

Zasilanie inwertera PV wykonać przewodami 5x LgY 25 w peszlu ochronnym UV wg schematu na rysunku. E3.

3.5. 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 oraz rozłącznik izolacyjny osobno dla każdego obwodu DC.

ZK AC Inwerter w obudowie termoutwardzalnej SSTN 26x42 + FTN 26 wyposażać w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe T12, wyłącznik różnicowo-prądowy 100mA 63A oraz zabezpieczenie nadprądowe CLS6 C63/3. Całość zgodnie z częścią rysunkową E4 i E5.

3.6. 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.

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.

3.7. Uziemienie instalacji

Uziemienie modułów będzie wykonywane za pomocą systemu połączeń wyrównawczych wyprowadzonych z uziemienia poziomego wykonanego wzdłuż stołów z modułami fotowoltaicznymi z płaskownika /bednarki/ ocynkowanego FeZn 30x4 położonej na głębokości 1m o wartości rezystancji poniżej 10Ω dla potrzeb projektowanej instalacji. 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.

3.8. 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.

3.9. 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.

3.10. 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;

4. Obliczenia

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

Maksymalny prąd oddawany do sieci przez inwerter fotowoltaiczny

$$I_B = 84,1\text{A} \quad I_Z \geq I_B \quad 135 \geq 84,1$$

gdzie:

I_Z - dopuszczalny długotrwały prąd płynący w przewodzie

Dobrano kabel YAKXS 5x35, 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

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2} = \frac{100 \cdot 39,6 \cdot 75}{33 \cdot 35 \cdot 400_n^2} = 1,62\%$$

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

gdzie:

Un1 - napięcie znamionowe [V] (400V)

P – 39,6kW moc czynna przesyłana w obwodzie obliczeniowym

l - długość przewodu 75 [mb]

γ - 33 [S/mm²] - przewodność elektryczna aluminium

S - przekrój przewodu [mm²]

Kabel YAKXS 5x35 spełnia warunek na maksymalny spadek napięcia.

- Dobór zabezpieczenia przeciążeniowego po stronie AC

Maksymalny prąd oddawany do sieci przez inwerter fotowoltaiczny $I_b = 61,46A$

Obciążalność długotrwała obwodu trójfazowego: $I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 61,46 A$ – dobrano zabezpieczenie CLS6 C63/3

Dla wybranego kabla YAKXS 5x35 i techniki montażu, dopuszczalny długotrwały prąd płynący w przewodzie wynosi $I_z = 135A$

Spełniono warunek doboru: $I_z \geq I_n \geq I_b$ 135 ≥ 63 ≥ 61,46

- Dobór aparatów przebiegowych DC
Obliczenia sporządzono na podstawie karty katalogowej modułu fotowoltaicznego 550w.

-Napięcie obwodu otwartego (dla warunków STC) $U_{oc} = 49,8 V$

-Największa liczba modułów w sekcji: $M = 18$ szt

Napięcie obwodu otwartego w niskiej temp $-20^\circ C$:

$$V_0 \max = V_{ostc} + (\beta \cdot V_{ostc} \cdot \Delta T_{voc}) = 1001 V;$$

Napięcie obwodu w punkcie mocy max w niskiej temp $0^\circ C$:

$$V_{mpp \max} = V_{mppSTC} + (\beta \cdot V_{0STC} \cdot \Delta T_{rmin}) = 816,4 V$$

Napięcie obwodu w punkcie mocy max w wysokiej temp $70^\circ C$:

$$V_{mpp \min} = V_{mppSTC} - (\beta \cdot V_{0STC} \cdot \Delta T_{rmax}) = 653,2 V$$

Maksymalne napięcie trwałe pracy ogranicznika $\geq 1100V$

4.1. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.

Szacowane zużycie roczne obiektu 164 MWh. Projekt zawiera instalację fotowoltaiczną o mocy 39,6 kW ponieważ moc umowna obiektu wynosi 40kW, a moc generatora nie może być większa niż moc umowna.

- szacowana produkcja: 44,1 MWh w ciągu roku.
- bezpośrednie zużycie 43,08 MWh z paneli fotowoltaicznych
- oddane /sprzedane/ do sieci 1,02 MWh

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



Miesiąc	Produkcja z PV (kWh)	Konsumpcja (kWh)	Pobór własny (kWh)	Uciążona energia (kWh)
Sty	1688	15 619	1688	-
Lut	2004	14 465	2004	-
Mar	3572	15 975	3572	-
Kwi	5249	14 839	5245	-
Maj	5721	15 165	5704	-
Cze	5520	14 308	5461	-
Lip	5619	12 742	5463	-
Sie	4917	8372	4153	-
Wrz	4193	13 185	4189	-
Paź	2913	12 973	2899	-
Lis	1519	13 083	1519	-
Gru	1180	13 121	1180	-

5. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiekolwiek 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. 49,8V) 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 zmiękczanej 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 60oC;

-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.	Zestaw Złączowo-Pomiarowy 1PP+PPOŻ 160A+PP KMB+ZK3a	1 szt	
2.	Kabel YAKXS 4x50	6 mb	
3.	Wkładki bezpiecznikowe WT-1 gG 80A	6 szt	
4.	Przycisk PPWP IP65 z sygnalizacją zadziałania	1 szt	
5.	Kabel O-(N)HXH FE180 PH90/E90-5x1,5.	5 mb	

6.	Kabel YAKXS 5x35	75 mb	
7.	Kabel 1x Lgy 35mm czarny	30 mb	
8.	Rura arot $\phi 70$	25 mb	
9.	Folia niebieska 0,5mm x 20cm	80 mb	
10.	ZK AC Inwerter obudowa termoutwardzalna SSTN 26x42 + FTN 26 wyposażona w SPD AC T2, wyłącznik różnicowo-prądowy 100mA 63A, wyłącznik nadprądowy CLS6 C63/3	1 szt	
11.	Inwerter AC/DC 50kW 4MPPT	1 szt	
12.	Rozdzielnica DC IP65 wyposażona w 2x SPD T1+2 oraz 2 rozłączniki DC	2 szt	
13.	Kabel solarny czerwony 6mm	100 mb	
14.	Kabel solarny czarny 6mm	100 mb	
15.	Kabel 1x Lgy 25mm czarny	10m	
16.	Moduł fotowoltaiczny bifacial 550w	72 szt	
17.	Śruba gruntowa stalowa ocynkowana 1600x76x4mm	52 szt	
18.	Trójkąt gruntowy 30 stopni - długość 3750mm	26 szt	Anodowane aluminium
19.	Szyna montażowa gruntowa 47x92x2250mm	112 szt	Anodowane aluminium
20.	Łącznik szyny gruntowej	104 szt	aluminium
21.	Klema gruntowa łączeniowa	416 szt	
22.	Klema środkowa 40mm do montażu konstrukcji gruntowej - panele w poziomie	96 szt	
23.	Klema końcowa 35mm do montażu konstrukcji gruntowej - panele w poziomie	96 szt	
24.	Bednarka ocynkowana FeZn 4x30	70 mb	
25.	Złącza MC4 komplet	8 szt	

8. Załączniki:

- Z1 - INDYWIDUALNA DOKUMENTACJA TECHNICZNA PRZECIWPOŻAROWEGO WYŁĄCZNIKA PRĄDU DO JEDNOSTKOWEGO STOSOWANIA W OBIEKCIE BUDOWLANYM W BUDYNKU KRYTEJ PŁYWALNI;
- PLAN ZAGOSPODAROWANIA;
- E1 -SCHEMAT ZESTAWU ZŁĄCZOWO-POMIAROWEGO 1PP+PPOŻ 160A+PP KMB+ZK3a;
- E2 WIDOK ZESTAWU ZŁĄCZOWO-POMIAROWEGO 1PP+PPOŻ 160A+PP KMB+ZK3a;
- E3 SCHEMAT WYŁĄCZNIKA PPOŻ;
- E4 SCHEMAT UKŁADU ZASILANIA I INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ STRONY AC/DC;
- E5 SCHEMAT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ AC/DC;
- E6 SCHEMAT KONSTRUKCJI GRUNTOWEJ;
- KOSZTORYS INWESTORSKI;
- PRZEDMIAR INWESTORSKI;