

Sokal Energy Sp. z o.o.

Ul. Tradycji 1c/2

75-381 Koszalin



SOKAL ENERGY

# **Projekt budowlano-wykonawczy**

KOSZALIN, WRZESIEN 2022



<b>TYTUŁ OPRACOWANIA:</b>	<b>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 14 kWp</b>		
<b>INWESTOR:</b>	<b>Urząd Gminy Świeszyno Ul. Świeszyno 71, 76-024 Świeszyno</b>		
<b>OBIEKT:</b>	<b>Szkoła Podstawowa im. Kpt. Pil. S. Bartosika w Zegrzu Pomorskim Ul. Zegrze Pomorskie 32A, 76-024 Świeszyno</b>		
<b>BRANŻA:</b>	<b>Fotowoltaiczna</b>		
<b>PROJEKTOWAŁ:</b>	<b>mgr inż. Piotr Sołtysiak</b>	uprawnienia w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych ZAP/0123/PWOE/12 ZAP/IE/0111/12	<b>mgr inż. Piotr Sołtysiak</b> Upewnieniu budowlanu do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych. Arwidencyjny ZAP/0123/PWOE/12
<b>SPRAWDZAJĄCY:</b>	<b>Jan Piskorowski</b>	uprawnienia w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych UAN/N/7210/73/89 ZAP/IE/2559/01	<b>Jan Piskorowski</b> Upewnieniu w zakr. instalacji i sieci elektrycznych § 5 ust 2 4 pt. d tel. 71

KOSZALIN, WRZESIEŃ 2022

RZECZOZNAWCA  
DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ PRZECIWPÓŻAROWYCHmgr Andrzej Piskorka  
Upn. nr 136/93

# **1. OPIS DO PROJEKTU**

## **1.1. Przedmiot inwestycji**

Przedmiotem inwestycji jest budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 14 kW która będzie stanowiła dodatkowe źródło energii do pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną. Omawiana inwestycja mieści się na działce nr 114 obręb Zegrze Pomorskie, posiada dostęp do drogi publicznej, z istniejącym wjazdem. Projektowana instalacja wykonana będzie w oparciu o konstrukcje wsporcze, montowane na dachu, panele fotowoltaiczne oraz inwertery.

Urządzenia zlokalizowane będą w miejscowości 76-024 Świeszyno ul. Zegrze Pomorskie 32A.

Instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 35 modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 400 Wp.

Zastosowane panele będą współpracowały z 1 inwerterem.

## **1.2. Istniejący stan zagospodarowania terenu**

Na działce nr 114 obecnie znajduje się zespół obiektów Szkolnych. Szkoła Podstawowa jest przyłączona do Operatora Sieci Dystrybucyjnej Energa Operator. Szkoła zasilana jest na napięciu 400 V. Moc umowna wynosi 13 kW. Rozdzielnica główna wraz z licznikiem rozliczeniowym znajduje się na parterze w budynku szkoły, w głównym holu.

## **1.3. Projektowane zagospodarowanie**

W ramach inwestycji projektuje się budowę instalacji fotowoltaicznej o mocy 14 kW, wewnętrzną linię kablową nn AC i DC, konstrukcji wsporczych pod panele fotowoltaiczne, montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji. Lokalizacja projektowanych urządzeń przedstawiona została na rys. 1 i 2. Przyłączenie instalacji planowane jest w rozdzielnicę głównej,

## **1.4. Informacje ogólne**

Teren objęty inwestycją jest własnością:

Szkoła Podstawowa w Konikowie

Adres :

320908\_2.0076,114

Ul. Zegrze Pomorskie 32A,

76-024 Świeszyno

Inwestycja nie wymaga zasilania w wodę, gaz, CO. Budowany obiekt ma charakter niskiego stopnia komunikacji, a materiały podstawowe są typowe, stosowane powszechnie w budownictwie energetycznym, obiekt wyposażony jest w pełną infrastrukturę techniczną, umożliwiającą podłączenie instalacji fotowoltaicznej do instalacji wewnętrznej.

### **1.5. Informacje o ochronie dóbr kultury**

Nie dotyczy

### **1.6. Wpływ eksploatacji górniczej**

Nie dotyczy

### **1.7. Dane dotyczące ochrony środowiska, przyrody i krajobrazu.**

Realizacja powyżej przedstawionych celów pośrednio wpłynie na poprawę warunków życia mieszkańców oraz na poprawę stanu środowiska naturalnego. Podstawowe efekty uzyskiwane z eksploatacji systemów fotowoltaicznych to:

- ograniczenie zapotrzebowania na energię elektryczną wytwarzaną wskutek spalania węgla kamiennego i brunatnego,
- redukcja emisji dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów,
- rozproszone źródła energii elektrycznej pozytywnie wpłyną na tak zwaną sztywność sieci energetycznych, OZE ograniczą straty przesyłowe oraz spadki i wahania napięcia, co bardzo często zdarza się w niedoinwestowanych starych sieciach zasilających niskiego napięcia,
- zwiększenie świadomości potrzeby ochrony środowiska.

Łączna moc mikroinstalacji fotowoltaicznych, będących Przedmiotem Zamówienia, liczona po stronie DC wynosi 14 kWp. Produkcja energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych jest bezemisyjna. W związku z powyższym efektem ekologicznym inwestycji będzie ograniczenie emisji szkodliwych substancji w ilościach odpowiadających emisji przy produkcji równoważnego wolumenu energii elektrycznej w źródłach konwencjonalnych.

Planowane prace montażowe nie będą stanowiły zagrożenia dla ochrony środowiska i nie będą przedsięwzięciem mającym szkodliwy wpływ na środowisko naturalne. Przedmiotowa inwestycja nie jest wymieniona w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. nr 213, poz. 1397 z późn. zm.).

## **2. Opis Techniczny**

Do projektu wykonawczego „Instalacja Fotowoltaiczna o mocy 14 kWp dla Szkoły Podstawowej w Zegrze Pomorskim”. Budynek murowany z dachem płaskim. Zastosowany system spełnia warunki napięć bezpiecznych w przypadku pożaru. Po wyłączeniu zasilania z systemu energetycznego falownik automatycznie rozłącza wszystkie elementy elektryczne od strony zmiennoprądowej AC i stało prądowej DC. Możliwość wyłączenia – sieć energetyczna, wyłącznik Główny rozdzielnic RG budynku, zabezpieczenie falownika w rozdzielnic RG. Inwerter wyposażony w wyłącznik strony stałoprądowej DC. Obiekt oznaczyć znakami bezpieczeństwa zgodnymi z normami PN-HD 60364-7-712:2016, PN-EN 62446:2016. Przejścia instalacji zabezpieczyć do klasy odporności ogniowej równej elementom przez które przechodzą.

### **2.1. Podstawa opracowania**

Niniejszy projekt opracowania na podstawie:

- Zlecenia Inwestora,
- Wizji lokalnej,
- Wymagań zamawiającego,
- Aktualnych przepisów ustawy Prawo budowlane oraz norm i danych technicznych:
  - Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 1997 r. Nr 54, poz 348 ze zm.)
  - PN-IEC 60364-5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”
  - N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”,
  - PN-EN 62446:2016 „Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej – Wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne”,
  - PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania”
  - PN-EN 61173 „Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik”,
  - PN-EN 61724:2002 Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego – Wytyczne pomiaru, wymiana danych i analizy,
  - ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
  - PN EN 62305-1:2008 – „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne”
  - PN EN 62305-2:2008 – „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem”
  - PN EN 62305-1:2008 – „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne”
  - PN EN 62305-2:2008 – „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem”
  - PN EN 62305-3:2009 – „Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia”
  - Karta doboru inwerterów,
  - Karta doboru modułów fotowoltaicznych,
  - Zalecenia dostawcy konstrukcji pod panele fotowoltaiczne

## **2.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej w wysokości 14 kWp(DC) / 12,5 kW (AC). Instalacja będzie pracowała synchronicznie z siecią zasilaną z Zakładu Energetycznego i będzie stanowiła źródło energii dla budynku.

## **2.3. Zakres opracowania dokumentacji**

Opracowanie obejmuje:

- Montaż konstrukcji wsporczych pod panele fotowoltaiczne,
- Montaż paneli fotowoltaicznych o mocy 400 Wp – 35 szt.,
- Montaż inwertera fotowoltaicznego o mocy 12,5 kW – 1 szt.,
- Montaż przetwornic optymalizator 440 W – 35 szt.,
- Dostosowanie układu pomiaru energii brutto do wielkości mocy źródła wytwórczego,
- Wykonanie okablowania strony AC, DC oraz teletechnicznego systemu fotowoltaicznego,
- Wykonanie instalacji uziemiającej,
- Dostosowanie instalacji odgromowych do ochrony instalacji fotowoltaicznych.
- Zwiększenie mocy przyłączeniowej budynku, na potrzeby instalacji fotowoltaicznej

## **2.4. Miejsce przyłączenia**

Miejszem przyłączenia dla obiektu określone zostało: rozdzielnia główna RG zlokalizowana wewnątrz obiektu. Miejsce odbioru/dostarczania energii elektrycznej, oraz miejsce rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych dla odbioru/dostarczenia: zaciski odpływowe, w kierunku instalacji wytwórcy/odbiorcy.

Zasilanie potrzeb własnych realizowane jest tym samym przyłączem w ramach istniejącej mocy przyłączeniowej. Nadwyżka energii elektrycznej wygenerowanej z instalacji fotowoltaicznej będzie przesyłana do systemu sieci energetycznej niskiego napięcia za pomocą układu z dwukierunkowym licznikiem energii elektrycznej ( własność Zakładu Energetycznego).

## **2.5. Opis rozwiązań technicznych**

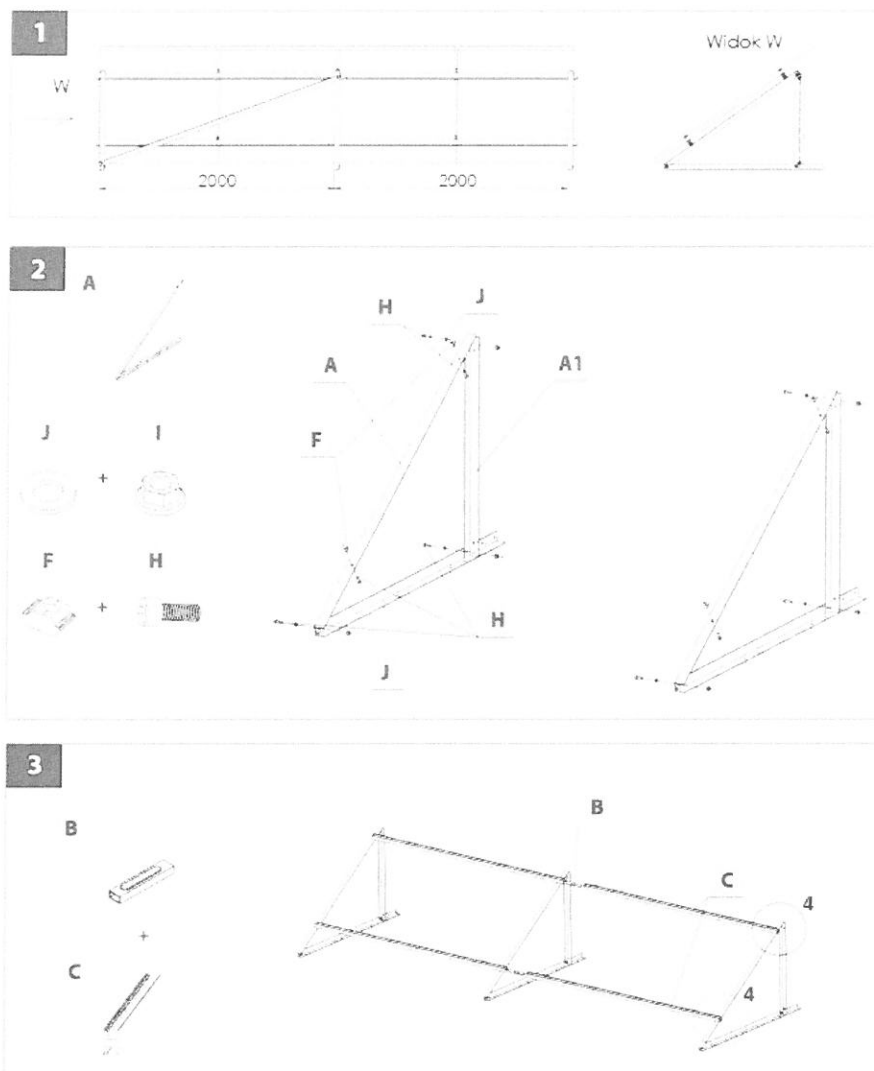
Projektowana budowa instalacji fotowoltaicznej obejmuje montaż konstrukcji wsporczych oraz 35 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy jednego panelu 400 Wp. Zastosowane panele będą współpracowały z jednym inwerterem trójfazowym o mocy 12,50 kW. Moc projektowanej instalacji wynosi 14 kWp(DC). Panele zamontowane zostaną na konstrukcjach wsporczych na dachu. Do połączenia części projektowanej instalacji fotowoltaicznej wykonane zostaną linie kablowe DC i AC oraz instalacja teletechniczna, które zostaną wprowadzone i przyłączone w rozdzielni głównej nN. Przyłączenie przedmiotowego obiektu w zakresie istniejącego przyłącza pozostaje bez zmian.

### **2.5.1. Konstrukcja systemu fotowoltaicznego**

Dach płaski papą zgrzewalną. Stosuje się konstrukcję inwazyjną. Dopuszcza się stosowanie wyłącznie systemowych rozwiązań konstrukcji wsporczych. Wszelkie zmiany konstrukcji systemów mocowań, a w tym ich łączenie lub łączenie z elementami, nie pochodzący z instrukcji montażu producenta, a przeznaczonych do zbudowania konkretnego systemu, ich wydłużanie itp., niestosowanie się do minimalnych zasad bezpieczeństwa wynikających z instrukcji, zwiększanie obciążenia systemów lub wykorzystywanie systemów w sposób niezgodny z przeznaczeniem powodują zmianę ich przeznaczenia i mogą mieć bezpośredni wpływ na żywotność systemów oraz ich bezpieczne użytkowanie.

Upewnić się, czy konstrukcja jest właściwa pod kątem dopuszczalnego obciążenia (wymiary, stan utrzymania, parametry materiałowe), struktury nośnej oraz innych odpowiednich warstw (np. warstwy izolacyjnej). Zgodnie z EN 1991-1-4 (Eurokodem 1) w obszarach brzegowych powierzchni dachu należy liczyć się ze zwiększonym obciążeniem wiatrem ze względu na wysokie ssanie, co może prowadzić do podniesienia elementów montażowych na tych obszarach.

Dla ww. obiektu montować konstrukcję metalową zgodnie z instrukcją montażu dla instalacji fotowoltaicznych montowanych na dachach płaskich.



System montażowy powinien zapewnić ekwipotencjalizację pomiędzy ramą modułu fotowoltaicznego a elementami konstrukcji wsporczej na której moduł został położony np. poprzez stosowanie specjalnych klem z „ząbkami” lub podkładek „uziemiających” podczas montażu anodowaną powłokę modułu.

Gwarancja producenta na dostarczane konstrukcje na wady mechaniczne powinna wynosić nie mniej niż 10 lat. Podawane wartości oznaczają minimalne wymagania wobec zastosowanych materiałów, mogą zostać zastąpione przez elementy o parametrach nie gorszych niż proponowane.

### 2.5.2. Moduły fotowoltaiczne

Panel fotowoltaiczny jest elementem półprzewodnikowym przekształcającym energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Dla całej instalacji realizowanej w ramach Projektu stosować należy ten sam typ paneli. Panele fotowoltaiczne umieszczone na systemowych konstrukcjach wsporczych połączone kablami DC w łańcuchy.

**Wskazany panel fotowoltaiczny powinien spełniać minimum poniższe wymogi:**

Parametry modułów oraz ich komponenty winny spełniać wymagania norm potwierdzonych stosownymi certyfikatami, które wraz z załącznikami winny być dostarczone zamawiającemu we wnioskach materiałowych jak i po zakończeniu zadania:



- EN 61730 – 1 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 1:  
Wymagania dotyczące konstrukcji.
- EN 61730 – 2 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 2:  
Wymagania dotyczące badań.
- EN 61215 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych  
kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.

Parametr	Zakres
Typ modułu	Monokrystaliczny
Moc nominalna	Min. 400 Wp
Współczynnik sprawności modułu	Min. 20 %
Temperatura pracy	Min. +65 °C do – 20 °C
Odporność modułu statyczna na nacisk/ssanie	5400 Pa / 2400 Pa
Tolerancja mocy	Tylko dodatnia
Gwarancja na produkt	12 lat
Klasa ogniwo	A
Puszka przyłączeniowa	Min. IP 66
Diody bocznikujące	3 diody bocznikujące
Maksymalne napięcie pracy	1000 VDC
Przesłona przednia	Z powłoką antyrefleksyjną
Temperaturowy współczynnik mocy	-0,35 %/°C
Odporność na efekt PID	Odporność na efekt PID zgodnie z normą PN-EN 61215
Certyfikaty	IEC 61215, IEC 61730

### 2.5.3. Inwertery

Montować inwertery zgodnie z instrukcją montażową oraz przepisami Ochrony Pożarowej, w miejscu montażu, instalować gaśnicę proszkową. Zastosowane inwertery umożliwiają przetworzenie wytworzonego poprzez panele prądu stałego na prąd przemienny. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwerter o mocy znamionowej 12,5kW. Inwerter automatycznie synchronizuje się z siecią elektroenergetyczną i posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia umożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć.

Zabezpieczenia:

- zabezpieczenie przed napięciami po stronie sieci i generatora,
- monitoring temperatury elementu chłodzącego,
- zabezpieczenie przed przepięciami,
- wykrywanie sieci autonomicznych.

Falowniki muszą być przystosowane do pracy zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami i być dostarczone z ustawioną normą EN50438, która obowiązuje w Polsce; posiadać certyfikat potwierdzający zgodność falowników z tą normą oraz zgodne z Instrukcjami Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej wszystkich Operatorów Sieci w Polsce, nawet jeżeli tak odbiega zasadniczo od normy EN50438. Drugim ważnym dokumentem jest Deklaracja zgodności WE (CE Declaration of Conformity), która potwierdza zgodność z dyrektywami: niskonapięciowa 2006/95/WE, kompatybilności

elektromagnetycznej 2004/108/WE, RT&TEE.

Bezpieczeństwo – instalacje fotowoltaiczne, jeżeli są wykonane poprawnie nie powinny zwiększać zagrożenia czy to pożarowego, czy dla zdrowia i życia osób. Standardowo w Europie nie stosuje się dla instalacji fotowoltaicznych żadnych dodatkowych przepisów, jednak istnieje szereg norm z zakresu bezpieczeństwa, które instalacje fotowoltaiczne winny spełniać na przykład IEC 60947, VDE 2100-712, NEC2014, UL1699B.

Inwerter wyposażony w rozwiązanie Safe DC (bezpieczne rozłączenie części stałoprądowej), które spełnia restrykcyjne wymagania norm, między innymi normy VDE-AR-E 2100-712, która odnosi się do dzisiejszych możliwości technicznych w zakresie bezpieczeństwa i wszystkie instalacje fotowoltaiczne powinny odpowiadać takiemu standardowi!

Systemy spełniające wymagania standardów w zakresie bezpieczeństwa: IEC 60947, VDE 2100-712, NEC2014, UL1699B.

Rozwiązania oparte na optymizerach dzięki temu każdy moduł ma swój własny MPPT (wyszukiwanie punktu mocy maksymalnej) i zawsze generuje więcej energii. System posiada tyle MPPT, ile zainstalowanych jest modułów fotowoltaicznych. Każdy moduł pracuje niezależnie od pozostałych, nie wpływając negatywnie na inne, nawet gdy jest bardziej zdegradowany, zacieniony, pokryty śniegiem czy nawet uszkodzony.

Badania magazynu Photon pokazują, że dla zacienionych lub mocno zabrudzonych systemów, zysk ten może wynosić nawet 30% w porównaniu do systemów tradycyjnych. Ilość i układ modułów nie muszą już zależeć od ograniczeń instalacji elektrycznej. Zacienienie modułów nie powoduje spadku wydajności całego łańcucha, a moduły o różnych wysokościach, typach oraz parametrach mogą być łączone i ustawiane lub nachylane w dowolny sposób. System umożliwia bezpłatne monitorowanie systemu przez 25 lat, pozwalając tym samym na redukcję kosztów konserwacji przez cały okres eksploatacji systemu. Instalatorzy mogą zaoferować właścicielom domów funkcję monitorowania pojedynczych modułów oraz całego systemu, pozwalającą w sposób szybki i bez kosztowy diagnozować naszą instalację fotowoltaiczną. Monitoring każdego modułu z osobna pokazuje nam także wpływ czynników zewnętrznych, zaciemniania czy degradacji modułów na nasz system. Taka diagnoza nie jest możliwa przy standardowych falownikach, ponieważ nie dostajemy informacji o każdym module.

Falownik jest elementem przekształcającym energię prądu stałego z łańcucha paneli fotowoltaicznych na energię prądu przemiennego 50 Hz 230 V.

Falowniki wykorzystane przez Wykonawcę muszą spełniać łącznie następujące warunki:

Moc falowników:

- Falownik o mocy 12,5 kW,

Parametr	Zakres
Topologia	Beztransformatorowy
Napięcie wyjściowe	400 V AC
Częstotliwość napięcia wyjściowego	50 Hz
Rozłącznik DC	Zintegrowany
Napięcie wejściowe DC	Do 900 V
Znamionowe napięcie wejściowe DC	750 V
Sprawność europejska ważona	97,5 %

Stopień ochrony	Minimum IP 65
Zużycie energii nocą	Nie większa niż 4 [W]
Minimalna temperatura robocza	-40 °C
Maksymalna temperatura robocza	+60 °C
Zgodność produktu z normami oraz dyrektywami	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 50438</li> <li>• PN-EN 50549-1:2019</li> <li>• Dyrektywa 2014/30/UE; 2014/35/UE</li> </ul>
Gwarancja	10 lat gwarancja producenta

Złącza: RS485, Ethernet RJ45, S0, wejścia analogowe.

Koncepcja działania systemu z optymalizatorami.

Systemy z optymalizatorami utrzymują stałe napięcie na łańcuchach fotowoltaicznych niezależnie od charakterystyki łańcucha (ilość i typ modułów), a także niezależnie od warunków pogodowych (temperatura i natężenie promieniowania słonecznego).

Optymalizatory mocy to konwertery DC-DC, które są montowane przy każdym module fotowoltaicznym. Optymalizatory mocy dzięki pętli kontrolnej powodują pracę każdego modułu w jego idealnym punkcie MPP i pozwalają także monitorować każdy moduł z osobna. Jako osobny proces, optymalizatory mocy pozwalają falownikowi automatycznie utrzymywać napięcie na stałym poziomie idealnym do konwersji DC-AC, niezależnie od charakterystyki łańcucha fotowoltaicznego, czy pracy poszczególnych modułów. Każda para modułów ma zamontowany optymalizator mocy, który jest przetwornicą DC-DC z kontrolerem MPPT. Optymalizatory mocy są połączone ze sobą szeregowo (tak, jak w standardowym systemie moduły), tworząc łańcuch fotowoltaiczny. Większa ilość łańcuchów może być podłączona do falowników równolegle. Falownik jest jednostopniowym źródłem prądowym – w sposób ciągły zaadaptuje natężenie prądu DC uzyskiwane z instalacji PV, aby zachować stałe napięcie. Optymalizator mocy jest wysokosprawnym urządzeniem o sprawności średniej konwersji na poziomie 98,8%.

Zalety stałego napięcia na łańcuchu:

stałe napięcie na łańcuchu fotowoltaicznym gwarantowane przez optymalizatory niesie za sobą szereg korzyści:

A. łatwiejsze projektowanie systemów – moduły niedopasowane (z innymi warunkami pracy) mogą być łączone w szeregiach w łańcuchy fotowoltaiczne. Liczba modułów w łańcuchu nie zależy od napięcia modułu fotowoltaicznego jak to jest w przypadku standardowych rozwiązań, tylko od wytycznych projektowych producenta dotyczącej projektowania łańcuchów.

B. Wyższa sprawność i wydajność falownika – Systemy z optymalizatorami pracują ze stałym napięciem, przez co są mniej obciążane. Stałe napięcie jest ustawione w taki sposób, aby zapewnić optymalną sprawność konwersji DC/AC niezależnie od długości łańcucha oraz warunków atmosferycznych.

C. Redukcja kosztów instalacji – dłuższe łańcuchy pozwalają zaoszczędzić na kosztach komponentów i kosztach pracy. Dłuższe łańcuchy najczęściej pozwalają na stosowanie mniejszej ilości łańcuchów, a co za tym idzie mniejszej ilości zabezpieczeń / Skrzynek / itp.

D. Obojętność temperaturowa – W systemach z optymalizatorami stałe napięcie eliminuje zależność temperaturową długości (ilości modułów) łańcucha, co w przypadku systemów tradycyjnych jest dużym problemem.

E. Większe bezpieczeństwo – wszystkie optymalizatory mocy zaczynają pracować z napięciem 1V i pracują tak, aż do momentu kiedy falownik nie wymusi pracy z innym napięciem. Dodatkowo, kiedy

następuje przerwa w dostawie energii z sieci, falownik oprócz wyłączenia funkcji oddawania energii do sieci, redukuje napięcie na modułach do bezpiecznego poziomu.

Optymizery o mocy 440 Wp		
Parametr	Jednostka	Wartość
Nominalna moc wejściowa	Wp	440
Maks. Napięcie wejściowe (Uoc max)	V DC	60
Zakres napięcia MPPT	V DC	8 – 60
Maks. Prąd wejściowy Isc	A DC	14,5
Bezpieczne napięcie optymalizatora	V DC	1
Maksymalny prąd wyjściowy	A DC	15
Maksymalne napięcie wyjściowe	V DC	60
Kategoria przepięciowa		II
Stopień ochrony		IP68
Złącza wejściowe		MC4
Złącza wyjściowe		MC4
Zakres temperatury otoczenia		Od -40 do +85°C
Dopuszczalna wilgotność	%	0 - 100

#### 2.5.4. Okablowanie DC

Ogniwa łączyć szeregowo w łańcuch za pomocą przewodu DC 1000V odporne na promieniowanie słoneczne UV w rurkach karbowanych stanowiących dodatkową izolację oraz dodatkowe zabezpieczenie przed promieniowaniem słonecznym. Nadmiary ww. przewodów przymocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Wszystkie połączenia między modułami wykonać za pomocą złączy typu MC4. Poszczególne łańcuchy modułów łączyć z inwerterami przewodami solarnymi o przekroju przewodu zapewniający spadek napięcia DC <1%.

Napięcie znamionowe	Min. 1600 V DC
Liczba żył	1
Przekrój	min. 6 mm <sup>2</sup>
Powłoka	Polwinitowa odporna na UV
Zakres temperatur	- 40 °C do + 90 °C maks. temp. żyły + 120 °C
Cechy produktu	Przewód w podwójnej izolacji; Odporność na warunki atmosferyczne i promieniowania UV; Bezhalogenowy;

#### 2.5.5. Instalacje elektryczne systemu PV

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy DC 14 kWp dołączona zostanie do przygotowanego pola w rozdzielnicy głównej zgodnie z rys. 1. Od rozdzielnicy RG do inwertera wykonać linię kablową:

- przewodem YKY 5x6mm<sup>2</sup>

Zasilanie obiektu pozostaje bez zmian.

Moc zapotrzebowania obiektu pozostaje bez zmian.

Moc wytworzona generatorów paneli fotowoltaicznych  $P_w = 12,5 \text{ kW}$ .

Inwertery w rozdzielnicy DC wyposażać w ochronniki przepięciowe 1000V typu 1 kombinowanego zgodnie z rys. nr 1.

Stosować przewody solarne DC-1000V np. typu H1Z2Z2K. Przejścia instalacji zabezpieczyć do klasy odporności ogniowej równej elementom przez które przechodzą.

### **2.5.6. Ochrona od porażen elektrycznych**

Wykonane instalacje elektryczne są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” oraz PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania”.

jako system ochrony od porażen prądem elektrycznym zastosowano samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S. Zastosowane wyłączniki samoczynne zapewniają zgodne z normą wyłączenie zasilania.

### **2.5.7. Ochrona przeciwprzepięciowa**

W rozdzielnicy DC zastosować ograniczniki przepięć 1000V PV typ II (DC). Rozdzielnicę RG wyposażać w ogranicznik przepięć typ I kombinowany (iskiernikowy).

### **2.5.8. Instalacja połączeń wyrównawczych**

Do rozdzielnicy RG budynku doprowadzić uziom (PE) linką LgY 16 mm<sup>2</sup>. Konstrukcje paneli podłączyć do instalacji wyrównawczych PE budynku. Wykonać połączenie wyrównawcze paneli fotowoltaicznych konstrukcją za pomocą elementów wznających się w ramę modułu lub linki LgY 16 mm<sup>2</sup> odpornej na promieniowanie UV. Wymagana rezystancja uziomu  $< 10 \Omega$ .

### **2.5.9. Diagnostyki uszkodzeń systemu fotowoltaicznego**

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów), topologia systemu w łatwy sposób pozwala zlokalizować łańcuch, w którym się on znajduje. Dane pomiarowe uzyskane z inwertera pozwalają na porównanie chwilowych wartości parametrów falowników z wartościami teoretycznymi. Uszkodzenia modułów powoduje spadek mocy falowników, który jest sygnalizowany, a w toku odpowiednich pomiarów określa się dokładne jego położenie

## **2.6. Wymagania w zakresie aparatury systemu monitoringu i sterowania**

Falownik musi być wyposażony w wewnętrzny licznik energii elektrycznej z możliwością odczytu w trybach dziennym, okresowym i stałym (od początku funkcjonowania instalacji). Falownik umożliwia dostęp do chwilowych parametrów instalacji po stronie DC oraz AC, dostęp do informacji o chwilowym współczynniku mocy, wielkości oddawanej chwilowej mocy, temperatury urządzenia. Falownik będzie sygnalizować nieprawidłowości funkcjonowania, oraz umożliwiać wprowadzanie nastaw dotyczących współpracy z siecią energetyczną.

System monitoringu oraz sterowania musi być dedykowany przez producenta zastosowanych inwerterów fotowoltaicznych, bądź jako niezależny system monitoringu współpracujący z zamontowanymi inwerterami fotowoltaicznymi.

### 3. Obliczenia techniczne

#### 3.1. Bilans mocy

Moc projektowanych paneli fotowoltaicznych

$$P_{(DC)} = 35 * 0,400 = 14 \text{ kWp}$$

Moc wytwórcza instalacji fotowoltaicznej

$$P_{w(AC)} = 12,5 \text{ kW}$$

Prąd wytworzony

$$I_{(max)} = 20 \text{ A}$$

Wymagane zabezpieczenie

$$I_b = 25 \text{ A}$$

#### 3.2. Wymagane zabezpieczenie

Przy mocy zapotrzebowania  $P_w = 10 \text{ kW}$  prąd obciążenia wynosi

$$I_{n(PV)} = 10 \text{ A}$$

$$I_n = 25 \text{ A}$$

$$I_b = 40 \text{ A ( istniejące zabezpieczenie)}$$

$$I_b > I_n > I_{n(PV)}$$

Istniejące zabezpieczenie 44A spełnia wymagania systemu.

#### 3.3. Wymagane zabezpieczenie

##### 3.3.1. Zasilanie inwerterów

Dla mocy wytworzonej instalacji fotowoltaicznej  $P_w = 10 \text{ kW}$ :

Dobrano kabel YDY 5x6 mm<sup>2</sup>

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczenia zgodnie z warunkami

$$I_n \leq I_b \leq I_z$$

$$I_z \leq 1,45 * I_n$$

$$I_n = 10 \text{ A}$$

$$I_b = 25 \text{ A}$$

$$I_z = 44 \text{ A}$$

$$20 \leq 25 \leq 44 - \text{Warunek Spełniony}$$

$$25 * 1,6 \leq 1,45 * 44$$

$$40 \leq 63,8 - \text{Warunek Spelniony}$$

Spadek napięcia „RPV – RG” dla kabel YKY 5x6 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * P * l}{\gamma * S * U^2}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 12500 * 25}{57 * 6 * 400^2} = 0,57 \%$$

Spadek napięcia „dla najdłuższego odcinka przewodu DC”

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * P * l}{\gamma * S * U^2}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 * 100 * 14000 * 50}{57 * 6 * 750^2} = 0,72 \% < 1\%$$

Reasumując: przekroje przewodów zasilających w analizowanym przypadku zostały dobrane poprawnie.

## 4. Opis wymagań dotyczących wykonania instalacji

### 4.1. Organizacja i realizacja robót

#### 4.1.1. Przygotowanie robót

Wykonawca na czas robót jest zobowiązany wykonać lub dostarczyć na swój koszt potrzebne urządzenia zabezpieczające, tj. rusztowania, drabiny. Z uwagi na prace prowadzone na połaci dachowej, należy stosować się do przepisów BHP przy pracach na wysokości, stosować szelki i liny asekurujące. Pracownicy powinni być wyposażeni w odzież ochronną i niezbędne narzędzia do wykonywania zleconych zadań oraz posiadać stosowne uprawnienia do pracy przy urządzeniach elektrycznych.

**W trakcie realizowania zamówienia do obowiązków Wykonawcy należy:**

- koordynowanie wykonywanych robót branżowych na obiektach,
- współpraca i konsultacje z nadzorem inwestorskim w zakresie rozwiązań technicznych,
- stosowanie wyłącznie materiałów zgodnych ze specyfikacją,



- zagwarantowanie dostaw urządzeń zgodnych ze specyfikacją projektową i opisem technicznym, przestrzeganie zasad transportu, przenoszenia, i składowania podzespołów w szczególności dotyczy to paneli fotowoltaicznych. Wykonawca powinien dysponować instrukcją montażu paneli wystawioną przez producenta, i zapoznać montażystów z zasadami montażu, transportu i przechowywania paneli,
- wykonanie prób oraz rozruchów systemu,
- przygotowanie dokumentacji zgłoszeniowej do przyłączenia instalacji do sieci dystrybucyjnej, a w przypadku odmowy przyłączenia ze strony OSD doprowadzenia instalacji do stanu technicznego umożliwiającego przyłączenie do sieci elektroenergetycznej,
- udzielenie instruktażu osobom wskazanym przez właściciela obiektu dotyczącego bezpiecznej obsługi instalacji, wyłączania i załączania instalacji, komunikowania się z instalacją i odczytu informacji.

#### **4.1.2. Transport materiałów**

Transport materiałów do miejsc montażu zapewnia Wykonawca na własny koszt i własne ryzyko. Należy ściśle przestrzegać zasad transportu paneli fotowoltaicznych.

#### **4.1.3. Montaż paneli fotowoltaicznych**

Panele fotowoltaiczne należy montować używając profili montażowych wykonanych z aluminium anodowanego, wyklucza się inny materiał niż aluminium w konstrukcyjnym kontakcie z panelem fotowoltaicznym, pozostałe elementy takie jak haki czy śruby winny być wykonane ze stali nierdzewnej A2. Do mocowania paneli należy używać typowych aluminiowych uchwytów skrajnych oraz środkowych. Należy bezwzględnie wyregulować konstrukcję montażową tak by stanowiła jedną płaszczyznę. Niedopuszczalnym jest by cztery punkty podparcia panelu nie stanowiły jednej płaszczyzny. Panele należy mocować w czterech punktach na dłuższych bokach ramy w strefach wskazanych przez producenta paneli. Konstrukcja montażowa pod panele powinna być starannie kotwiona do konstrukcji nośnej dachu, uwzględniając przewidywane obciążenie mokrym śniegiem czy podmuchy wiatru powodujące odspojenie połaci dachowej od konstrukcji nośnej dachu. Należy starannie wykonywać przejścia czy przewierty przez połać dachową tak by trwale zabezpieczyć przed przeciekami i penetracją wilgoci do wnętrza budynku. W przypadku przewiertów przez blachę falistą czy trapezową, otwór należy lokalizować w górnej części przetłoczenia blachy.

#### **4.1.4. Montaż falownika**

Przy montażu falownika należy kierować się instrukcją fabryczną. Falownik należy zamontować na dachu budynku od strony północnej. Inwertery montować, w sposób umożliwiający dostęp do nich. Projektowane usytuowanie inwertera osłoni go od bezpośredniego promieniowania słonecznego czy opadów deszczu oraz miejsce to umożliwia naturalny ruch grawitacyjny powietrza. Falownik nie może być montowany we wnęce czy szafie, czy w pobliżu źródła ciepła, należy zachować odległość min 0,5 m od innych urządzeń. Najdogodniejsza wysokość od posadzki, to taka by wyświetlacz znalazł się na wysokości oczu osoby obsługującej. Lokalizacja falownika powinna umożliwiać dostęp do ręcznego wyłącznika strony DC. Kable należy chronić rurami instalacyjnymi.



#### 4.1.5. Roboty elektryczne

Kable DC na dachu należy przypinać do konstrukcji montażowej pod panele fotowoltaiczne tak, aby nie obciążały złączek konektorowych, używać pasków odpornych na UV. Podczas układania kabli należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić izolacji kabla o ostre krawędzie konstrukcji dachu. Kable DC należy układać blisko siebie by zminimalizować możliwość indukowania się w nich prądu.

#### **UWAGA!**

Panele fotowoltaiczne w stanie niepodłączonym generują napięcie. Napięcie, to rośnie w miarę łączenia ich w szereg. Napięcia mogą osiągać poziom 600V i stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia. Zabrania się demontażu czy przeróbek kabli oraz konektorów przyłączeniowych panelu fotowoltaicznego. Nie wolno montować konektorów połączeniowych na kablu wpiętym w instalację. Czynności te należy wykonywać przed włączeniem kabla do instalacji.

#### 4.1.6. Konfiguracja falownika i uruchomienie instalacji fotowoltaicznych

Pierwsze uruchomienie falownika należy przeprowadzić zgodnie z instrukcją fabryczną, przestrzegając kolejności załączania oraz bezpieczeństwa osób obsługujących. Przy pierwszym uruchomieniu należy skorzystać z „asystenta pierwszego uruchomienia”, o ile falownik zawiera takie oprogramowanie, bądź zgodnie z fabryczną instrukcją obsługi falownika. Nastawy dotyczące współpracy mikroinstalacji fotowoltaicznej z siecią energetyczną powinny być zgodne z normą PN-EN 50438 „Wymagania dotyczące równoległego przyłączania mikrogeneratorów do publicznych sieci niskiego napięcia”.

#### 4.1.7. Zgłoszenie przyłączenia mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej (OSD)

Szczegółowe regulacje prawne w odniesieniu do zgłoszenia włączenia mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci operatora energetycznego zawarte są w:

- Ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348 z późn. zm.),
- Ustawie z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478 z późn. zm.),
- Regulacjach wewnętrznych OSD (ENERGA-OPERATOR S.A.).

Należy pobrać ze strony internetowej i wypełnić druki zgłoszenia włączenia mikroinstalacji do sieci. Stroną w zgłoszeniu jest właściciel obiektu. Wykonawca instalacji ma obowiązek współpracy w skompletowaniu wymaganych dokumentów do zgłoszenia instalacji. Wykonawca instalacji składa oświadczenie o zgodnym z obowiązującymi przepisami wykonaniu instalacji.

#### 4.1.8. Odbiór instalacji

Zamawiający zastrzega sobie prawo do kontrolowania stanu zaawansowania oraz zgodności z projektem technicznym i dokumentacją wykonawczą realizowanych przez Wykonawcę robót,

czynności te może realizować ustanowiony przez Zamawiającego nadzór inwestorski. Zgłoszenie do Odbioru Końcowego robót po ich zakończeniu następuje na piśmie (w tym faksem lub za pośrednictwem poczty elektronicznej) Zamawiającemu.

Odbiór Końcowy nastąpi po zrealizowaniu całego zakresu Umowy po uprzednim skutecznym zawiadomieniu Zamawiającego. Przy Odbiorze Końcowym Zamawiający dokonuje rozliczenia ilościowego i jakościowego Wykonawcy z wykonanych robót. Warunkiem dokonania Odbioru Końcowego jest pozytywnie zakończona procedura zgłoszenia przyłączenia instalacji do sieci OSD oraz posiadanie przez Wykonawcę wszelkich wymaganych prawem protokołów odbiorów technicznych oraz kompletna dokumentacja powykonawcza obejmująca w szczególności projekty, atesty na materiały, gwarancje, instrukcje, protokoły pomiarów, certyfikaty.

#### **4.2. Gwarancja na podzespoły instalacji fotowoltaicznych**

Ustala się następujący wykaz gwarancji:

- roboty budowlano-montażowe – 5 lat, okres gwarancji liczony będzie od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez zastrzeżeń) protokołu Odbioru Końcowego zadania inwestycyjnego,
- panele fotowoltaiczne – gwarancja producenta na wyrób minimum 12 lat, okres gwarancji liczony będzie od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez zastrzeżeń) protokołu Odbioru Końcowego zadania inwestycyjnego,
- falowniki – minimum 10 lat, okres gwarancji liczony będzie od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez zastrzeżeń) protokołu Odbioru Końcowego zadania inwestycyjnego,
- pozostałe elementy instalacji fotowoltaicznej – minimum 5 lat, okres gwarancji liczony będzie od dnia podpisania przez Zamawiającego (bez zastrzeżeń) protokołu Odbioru Końcowego zadania inwestycyjnego.

Wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia instrukcji obsługi i eksploatacji mikroinstalacji fotowoltaicznej oraz przeszkolenia osoby wskazanej przez właściciela budynku w odniesieniu do przekazanej mikroinstalacji. Z przeszkolenia należy sporządzić protokół z wyszczególnieniem jego

zakresu i przekazać instrukcję dla każdej mikroinstalacji fotowoltaicznej. Rozruchu mikroinstalacji fotowoltaicznych dokona Wykonawca.

Do napraw gwarancyjnych Wykonawca zobowiązany jest użyć fabrycznie nowych elementów o parametrach nie gorszych niż te, które te uszkodzone elementy posiadały przed powstaniem usterki.

## **5. Instrukcja obsługi elektrowni fotowoltaicznej.**

1. Przed przystąpieniem do prac zapoznać się z niniejszą instrukcją.
2. Obsługę i konserwację elektrowni fotowoltaicznej może przeprowadzać personel przeszkolony i posiadający minimum uprawnienia eksploatacyjne typu E do 1 kV.
3. Prace na wysokości wykonywać z aktualnymi badaniami lekarskimi oraz odpowiednim sprzętem zabezpieczającym.
4. Należy zabezpieczyć się w sprzęt ochronny przed skutkami porażenia oraz poparzenia prądem stałym DC ( rękawice, kask, przesłona ochronna na twarz, odzież ochronna).
5. Należy zabezpieczyć się w podłoże izolacyjne ( dywanik, podkład izolacyjny)
6. Przed przystąpieniem do prac odłączyć inwerter, rozłącznik DC i zabezpieczenie DC.

**UWAGA: po rozłączeniu strony DC generowane jest napięcie około 30V DC.**

7. Należy posiadać aktualne badanie do prac na wysokościach.
8. Wszelkie prace zewnętrzne przeprowadzić przy braku opadów atmosferycznych.
9. Prac nie wolno przeprowadzać podczas opadów atmosferycznych.
10. Bezwzględny zakaz prowadzenia prac w okresie zbliżającej się burzy i podczas burzy.
11. Panele fotowoltaiczne należy utrzymywać w czystości zgodnie z zaleceniami producenta.
12. Inwerter konserwować zgodnie z instrukcją DTR urządzenia.

13. Przeprowadzać okresowe badania instalacji fotowoltaicznych, elektrycznych i odgromowych zgodnie z normami przywołanymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.