



## PROJEKT TECHNICZNY

### INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 19 kWp

Temat:	<b>Montaż Instalacji Fotowoltaicznej na dachu budynku Publicznego Gimnazjum z Oddziałami Integracyjnymi Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach.</b>
Obiekt:	Publiczne Gimnazjum z Oddziałami Integracyjnymi Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach
Lokalizacja:	ul. Słowackiego 4, 26-670 Pionki dz. nr 1034, obręb 0001
Inwestor:	Urząd Gminy Pionki ul. Zwycięstwa 6a 26-670 Pionki
Jednostka projektowa:	Solsum Sp. z o.o. ul. Bolesława Chrobrego 8 33-350 Piwniczna Zdrój
Branża:	Instalacje PV - projekt techniczny
Projektował:	mgr inż. Sebastian Majerski
Sprawdził:	mgr inż. Jan Mółka
Data opracowania:	01.2016

**Spis treści**

<b>SPIS TREŚCI .....</b>	<b>2</b>
<b>1. OPIS OGÓLNY .....</b>	<b>3</b>
1.1. Przedmiot opracowania .....	3
1.2. Podstawa opracowania .....	3
1.3. Zakres opracowania .....	3
<b>2. OPIS TECHNICZNY .....</b>	<b>4</b>
2.1. Ogólna charakterystyka obiektu .....	4
2.2. Panele fotowoltaiczne .....	5
2.3. Falownik fotowoltaiczny .....	5
2.4. Konstrukcja montażowa .....	7
2.5. Okablowanie AC i DC .....	8
2.6. Rozdzielnica DC .....	8
2.7. Skrzynka RPV .....	9
2.8. Elementy monitorujące pracę elektrowni fotowoltaicznej .....	9
2.9. Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarciova .....	9
2.10. Ochrona przeciwprzepięciowa .....	10
2.11. Instalacja odgromowa .....	10
2.12. Ochrona przeciwpożarowa .....	11
2.13. Obliczenia .....	11
2.14. Uwagi końcowe .....	12
<b>3. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW .....</b>	<b>13</b>
<b>4. SPIS RYSUNKÓW .....</b>	<b>13</b>

## **1. OPIS OGÓLNY**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt techniczny Instalacji fotowoltaicznej o mocy 19 kWp wraz całą infrastrukturą towarzyszącą posadowionej na dachu budynku Publicznego Gimnazjum z Oddziałami Integracyjnymi Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach, ul. Słowackiego 4, 26-670 Pionki. Instalacja fotowoltaiczna będzie produkowała prąd dla urządzeń elektrycznych zainstalowanych w budynku.

### **1.2. Podstawa opracowania**

Niniejszą dokumentację sporządzono na podstawie:

- Umowa z Inwestorem;
- Uzgodnień z Inwestorem;
- Dokumentacji dostarczonej przez inwestora;
- Obowiązujące normy i przepisy branżowe m. in.:
  - 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-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**

W skład projektu instalacji fotowoltaicznej wchodzi:

- Opis techniczny;
- Opis zabezpieczeń elektroenergetycznych;
- Obliczenia doboru przewodów i zabezpieczeń AC
- Symulacja uzysków energetycznych z instalacji;
- Obliczenie efektu ekologicznego;
- Rozmieszczenie urządzeń;
- Schematy elektryczne instalacji fotowoltaicznej.

## 2. OPIS TECHNICZNY

### 2.1. Ogólna charakterystyka obiektu

Na podstawie przeprowadzonej analizy oceny możliwości technicznych montażu instalacji fotowoltaicznej na obiekcie oraz na podstawie materiałów dostarczonych przez inwestora, danych dotyczących budynku i zapotrzebowania na energię elektryczną, przewidziano możliwość zainstalowania na dachu budynku Publicznego Gimnazjum Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach, instalacji fotowoltaicznej składającej się z 76 szt. paneli fotowoltaicznych (PV). Moc znamionowa instalacji przy takiej ilości paneli będzie wynosić 19 kWp. Projektowaną instalację fotowoltaiczną należy podłączyć do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku. Wyprodukowana energia powinna zostać wykorzystana na potrzeby własne budynku. W sytuacji zaniku napięcia w sieci, falownik przechodzi w tryb uśpienia, oczekując na powrót napięcia sieciowego, dzięki czemu instalacja nie ma możliwości pracy wyspowej.

Przedmiotowa Instalacja fotowoltaiczna składa się z następujących elementów:

- 76 szt. paneli fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznych o mocy nominalnej 250 Wp każdy.
- 1 szt. falownika trójfazowego beztransformatorem o mocy 20,0 kW, dla paneli fotowoltaicznych przekształcających energię prądu stałego na energię prądu zmiennego o parametrach dostosowanych do sieci, do której falownik będzie przekazywał wyprodukowaną energię.
- Konstrukcji systemu mocowania dla paneli fotowoltaicznych do posadowienia na dachu płaskim. Konstrukcja przeznaczona do dachów płaskich nachylona pod kątem 30°. Konstrukcja mocowana za pomocą dedykowanych uchwytów i stóp wkręcanych do połaci dachowej.
- Skrzynki przyłączeniowej (rozdzielniczy RPV) i systemu zabezpieczeń elektroenergetycznych od strony AC (przeciwporażeniowe, przeciążeniowe i zwarciovowe, przeciwprzepięciowe).
- Zabezpieczenia od strony DC (przeciążeniowe i przeciwprzepięciowe).
- Okablowania i systemu połączeń,
- System zdalnego monitoringu produkcji energii elektrycznej,
- Licznik energii elektrycznej wytworzonej przez system PV,
- Uziemienie i Instalacja ekwipotencjalna.

Powstały układ energii odnawialnej będzie układem przeznaczonym do zużywania energii na własne potrzeby bez odsprzedaży nadwyżek energii do sieci lokalnego operatora energii elektrycznej. Szacunkowy okres żywotności produktu wynosi 25-30 lat. Wyprodukowana energia będzie oddawana do sieci wewnętrznej budynku. Instalacja fotowoltaiczna będzie docelowo wpięta do rozdzielniczy głównej budynku. Wszystkie elementy elektrowni fotowoltaicznej oraz zabezpieczenia zostały dobrane przy zachowaniu podstawowych zasad projektowania oraz polskich przepisów i norm branżowych.

## 2.2. Panele fotowoltaiczne

W instalacji fotowoltaicznej zastosowano 76 szt. paneli fotowoltaicznych polikrystalicznych o mocy nominalnej 250 Wp każdy. Łączna moc zainstalowana w panelach fotowoltaicznych wynosi 19 kWp. Panele fotowoltaiczne powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji. Zastosowane panele fotowoltaiczne powinny zapewnić uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym, a ich sprawność nie mniejsza niż 15,3 %. Panele fotowoltaiczne należy montować do precyzyjnie ułożonych szyn montażowych za pomocą klem w 4 punktach podparcia. Stosując taki system montażu, należy zachować minimum 2 cm odstęp między panelami.

Zastosowane panele fotowoltaiczne muszą posiadać solidną i trwałą konstrukcję oraz być odporne na znaczne obciążenia mechaniczne. Dodatkowo panele powinny cechować się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- 20 lat gwarancja na produkt.
- 25 lat gwarancji na liniowy spadek mocy (87% mocy po 25 latach).
- Certyfikowane zgodnie z CE, TUV, IEC 61215, IEC61730.

Tab. 1 Podstawowe parametry paneli fotowoltaicznych

Charakterystyki elektryczne	
STC Moc $P_{mp}$ (W)	250
Napięcie jałowe $V_{oc}$ (V)	37,7
Prąd zwarcia $I_{sc}$ (A)	8,91
Max. napięcie zasilania $V_{tt}$ (V)	29,9
Max. prąd $I_{tt}$ (A)	8,36
Sprawność panela [%]	15,37
Tolerancja mocy [%]	$\pm 3$
Maksymalne napięcie systemu $V_{max}$ (V)	1000
Współczynniki temperatury	
Współczynnik temperaturowy $I_{sc}$	+0,052 % / °C
Współczynnik temperaturowy $V_{oc}$	-0,344 % / °C
Współczynnik temperaturowy $P_{mp}$	-0,402 % / °C

Panele fotowoltaiczne należy połączyć w łańcuchy zgodnie z parametrami zastosowanych inwerterów za pomocą specjalistycznych przewodów solarnych o przekroju 4 mm<sup>2</sup>. Na końcach każdego kabla solarnego należy zamontować końcówki dedykowane do przewodów fotowoltaicznych typu MC-4. W instalacji fotowoltaicznej można zastosować panele fotowoltaiczne o parametrach równoważnych lub lepszych.

## 2.3. Falownik fotowoltaiczny

W instalacji należy zastosować falownik trójfazowy beztransformatorowy o mocy 20 kW. Podstawową funkcją inwertera DC/AC (falownika) jest przekształcenie wyprodukowanej energii

elektrycznej prądu stałego na energię prądu przemiennego. Układ rozliczeniowy energii elektrycznej należy zamontować w taki sposób, aby spełniał wymogi lokalnego operatora energetycznego OSD. Falownik należy połączyć ze skrzynką RPV kablem energetycznym wzdłuż trasy kablowej wyznaczonej na rysunku R1. Kabel będzie prowadzony po ścianie wewnątrz budynku w korytku kablowym. Skrzynkę RPV należy wpiąć do rozdzielnicy głównej budynku. Wyprodukowana energia w instalacji fotowoltaicznej zużywana będzie na potrzeby własne budynku. Parametry wyprodukowanej energii po stronie prądu przemiennego (AC) inwertera muszą być zgodne z parametrami jakościowymi zawartymi w IRiESD. Parametry łańcuchów PV po stronie napięcia stałego należy dobrać tak, aby nie przekraczały w żadnych warunkach pracy dopuszczalnych parametrów wejściowych inwertera, co skutkowałoby uszkodzeniem urządzeń. Projektowane inwertery charakteryzują się szerokim zakresem napięcia wejściowego i mocy wyjściowej.

Zastosowany falownik powinien być wyposażony w podwójny moduł MPPT. Niezależne moduły MPPT gwarantują maksymalną elastyczność instalacji, umożliwiając optymalne wytwarzanie energii i osiąganie wysokiej sprawności przetwarzania energii. Podwójne sekcje wejściowe z funkcją niezależnego śledzenia MPPT umożliwiają optymalne pozyskiwanie energii z dwóch podzbiorów paneli ustawionych w różnych kierunkach. Falownik powinien być wyposażony w kompaktową kartę rozszerzeń, umożliwiającą dostęp do rejestratora danych za pomocą interfejsu Ethernet - monitorowanie parametrów zarówno lokalnie (dzięki zintegrowanemu serwerowi internetowemu) lub zdalnie (w portalu) za pośrednictwem połączenia sieci LAN. Obudowa falownika musi być dostosowana do użytku wewnętrznego i zewnętrznego co umożliwi korzystanie z falownika w każdych warunkach (IP65). Inwerter powinien być wyposażony w rozłącznik (bezpiecznik) DC i zabezpieczenie przeciwzwarceniowe AC. Falownik należy zamontować na ścianie w korytarzu budynku Publicznego Gimnazjum Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach jak na rysunki R1. Główne wytyczne producenta dotyczące miejsca montażu falownika znajdują się w instrukcji montaż która zawiera wytyczne odnośnie niezbędnych odległości od ścian, podłogi, sufitu, celem zapewnienia prawidłowej wentylacji. Urządzenia podczas pracy nagrzewają się, a w przypadku niedostatecznego chłodzenia może nastąpić przegrzanie i wyłączenie falowników.

Tab. 2 Podstawowe parametry techniczne falownika 20 kW

Parametry	Wartość
<b>Wejście DC</b>	
Znamionowa moc wejściowa DC	20 750 W
Moc maksymalna DC na każdy MPPT	12 000 W
Napięcie maksymalne	1000 V
Zakres napięcia PV, MPPT	440 - 800 V
Maksymalny prąd wejściowy	50,0/ 25,0 A
Maksymalny prąd zwarcia dla MPPT	30 A
Liczba niezależnych MPPT	
<b>Wyjście AC</b>	
Maksymalna moc znamionowa AC (przy $\cos\varphi=1$ )	20 000 W
Maksymalna moc wyjściowa AC	22 000 VA
Zakres napięcia znamionowego AC	320 ... 480 V
Znamionowe napięcie sieci AC	400 V

Maksymalny prąd wyjściowy	33,0 A
Zakres częstotliwości wyjściowej	47-63 Hz
Współczynnik mocy ( $\cos \phi$ )	>0,995
<b>Sprawność</b>	
Euro ETA	98,0 %
Maksymalna sprawność	98,2 %
<b>Inne</b>	
Zakres temperatur pracy	-25°C do 60 °C
Pobór mocy na potrzeby własne (nocą)	< 8W
Całkowite zniekształcenia harmoniczne prądu	< 3 %

Falownik zostanie zamontowany na ścianie wewnątrz budynku Gimnazjum. Urządzenie podczas pracy nagrzewa się, a w przypadku niedostatecznego chłodzenia może nastąpić przegrzanie i wyłączenie falownika dlatego przy montażu należy zachować minimalną odległość od przegród tj. 50cm od boków i spodu, 80 cm od stropu, lub inną odległość wskazaną w instrukcji montażowej danego produktu. Inwerter musi posiadać niezbędne certyfikaty dopuszczające go do pracy z siecią na terenie Polski. W instalacji można zastosować falownik o parametrach równoważnych lub lepszych.

#### 2.4. Konstrukcja montażowa

W oparciu o dokumentację projektową, rzuty dachu oraz w oparciu o rodzaj pokrycia połaci dachowej, przewidziano do zastosowania konstrukcję montażową przeznaczoną do dachu płaskiego. Panelami fotowoltaicznymi należy zabudować połac dachową segmentu B kompleksu budynków Publicznego Gimnazjum Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach. Wybrana połac dachowa przeznaczona pod montaż instalacji fotowoltaicznej charakteryzują się wymiarami 57,52 m długości i 12,52 m szerokość.

Ekspozycja wybranej pod montaż połaci dachowej oraz ich azymut stwarzają optymalną powierzchnię pod zabudowę panelami fotowoltaicznymi. Wybraną konstrukcję montażową należy mocować przy azymucie południowym – największy uzysk energetyczny otrzymano dla ułożenia paneli zgodnie z załącznikiem R1 niniejszego projektu, przy nachyleniu 30°, co zapewni optymalne uzyski energetyczne. Połączenie konstrukcji z dachem należy zrealizować za pomocą dedykowanych stóp i śrub wkręcanych do poszycia dachowego. Mocowanie zostanie zabezpieczone przed przeciekaniem za pomocą masy bitumicznej. Zastosowana konstrukcja montażowa będzie składała się ze stalowych, ocynkowanych, perforowanych profili podłużnych, stalowych stelaży ze stopami montażowymi, śrub mocujących profile do powierzchni dachu, elementów mocujących panele fotowoltaiczne do profili stalowych.

Projektowaną konstrukcję montażową należy wykonać zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla II strefy obciążenia opadami śniegu oraz I strefy obciążenia wiatrem. Konstrukcja nośna stołów montażowych należy połączyć z konstrukcją dachu za pomocą śrub. Ilość zastosowanych łączników i podpór mocujących konstrukcję ustalana jest w oparciu o nośność dachu oraz obciążenie śniegiem i wiatrem dla wskazanej lokalizacji.

## 2.5. Okablowanie AC i DC

Kabel stałoprądowy należy prowadzić bezpośrednio pod panelami łącząc jeden z drugim, a następnie grupy paneli wprowadzane na poszczególne wejścia inwertera DC/AC. Połączenie pomiędzy poszczególnymi panelami w rzędzie należy wykonać za pomocą kabla DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej każdego panelu fotowoltaicznego. Połączenie pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a falownikiem fotowoltaicznym, powinno zostać wykonane za pomocą dedykowanego kabla solarnego o przekroju  $1 \times 4 \text{ mm}^2$ . Zakończenia przewodów zostaną wykonane za pomocą konektorów solarnych MC-4.

Przewody solarne powinny charakteryzować się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: polwinitowa na  $90^\circ\text{C}$
- powłoka: polwinitowa odporna na UV i warunki atmosferyczne
- temperatura na powierzchni przewodu: max.  $90^\circ\text{C}$  po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp.  $-30^\circ\text{C}$  do  $+90^\circ\text{C}$ ,

Wykonując instalacje należy stosować się do następujących zasad:

- przewody prowadzić możliwie jak najkrótszą drogą,
- nie naprężać przewodów podczas przeciągania,
- zachować odległości od instalacji odgromowej oraz kabli sieciowych i transmisji danych,
- nie krzyżować z przewodami uziemiającymi,

Kabel energetyczny YKYżo  $5 \times 10 \text{ mm}^2$  z wyjścia inwertera fotowoltaicznego należy połączyć ze skrzynką RPV, a następnie skrzynkę RPV należy połączyć z wybranymi obwodami w rozdzielnicy głównej budynku, dostarczając wyprodukowaną energię na obwody odbiorcze w instalacji elektrycznej budynku. Przekrój przewodów dobrano do warunków obciążenia długotrwałego, spadku napięcia i warunków zwarciowych. Szczegóły zostały przedstawione na schemacie instalacji fotowoltaicznej oraz w punkcie 2.13.. Kable będą prowadzone pod falownikami po ścianie budynku w korytku kablowym. W ten sposób wyprodukowana energia elektryczna z uwagi na przyjęte inwertery, rodzaj okablowania i system podłączeń instalacji - będzie mogła zasilać urządzenia trójfazowe w zależności od ich chwilowego poboru mocy.

## 2.6. Rozdzielnica DC

Rozdzielnica powinna zostać wykonana w oparciu o całościowy, prefabrykowany system spełniający wymogi normy PN-HD 60364-7-712. Rozdzielnicę można wyposażać w przyłącza wtykowe kompatybilne z MC4 umożliwiające podłączenie czterech łańcuchów generatora PV. Ponadto rozdzielnica musi posiadać wyprowadzenia na falownik co umożliwi wykorzystanie dwóch niezależnych MPP trackerów falownika. W celu zapewnienia poprawnej i bezpiecznej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych w rozdzielnicy wbudowane będą ograniczniki przepięć DC typu II oraz rozłączniki DC



służące do wyłączenia układu w przypadku awarii lub prowadzenia prac konserwacyjnych. Zabezpieczenie przed prądami rewersyjnymi nie jest konieczne, ponieważ nie występuje połączenie równoległe co najmniej trzech łańcuchów PV. Rozdzielnicę DC nie trzeba stosować w przypadku gdy zabezpieczenia przeciążeniowe i przeciwprzepięciowe są zamontowane w skrzynce przyłączeniowej inwertera.

Podstawowe parametry techniczne rozdzielnic DC:

- Prąd znamionowy: DC 20 A
- Napięcie znamionowe: DC 1 000 V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C – +120°C
- Klasa ochronności: II
- Stopień ochrony: IP65

## **2.7. Skrzynka RPV**

Zgodnie z istniejącymi uregulowaniami energetycznymi instalacja fotowoltaiczna powinna być wyposażona w licznik pomiaru energii brutto. Licznik zostanie zamontowany na tablicy licznikowej w skrzynce RPV (skrzynce pod licznik pomiaru energii brutto). Skrzynkę RPV należy umieścić pomiędzy falownikiem, a rozdzielnicą główną budynku. Skrzynka zostanie wyposażona w zabezpieczenia przed i zalicznikowe. Zastosowana skrzynka RPV musi posiadać klasę ochronności przynajmniej IP40. W skrzynce RPV zostanie zamontowany licznik bezpośredni energii wytworzonej. Licznik będzie własnością wytwórcy.

## **2.8. Elementy monitorujące pracę elektrowni fotowoltaicznej**

Podstawową formą reprezentacji danych dotyczących wielkości produkcji i pracy instalacji jest wyświetlacz graficzny inwertera, na którym na bieżąco lub też wstecz istnieje możliwość analizowania i przeglądania danych oraz wyświetlane są również błędy pracy urządzenia. Ponadto wielkość wytworzonej energii elektrycznej z instalacji od chwili jej montażu w ujęciu okresowym rejestruje licznik pomiaru energii brutto. Falownik musi posiadać możliwość podłączenia z modemem za pomocą kabla RJ485 lub bezprzewodowo za pomocą modułu WIFI. Dzięki połączeniu z Internetem oraz platformie producenta, powinien być możliwy natychmiastowy podgląd w produkcję energii elektrycznej za pośrednictwem interfejsu użytkownika w przeglądarce internetowej. Podgląd w produkcję powinien być możliwy zarówno na komputerze jak i na telefonie, dzięki aplikacji mobilnej.

## **2.9. Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarciorowa**

Jako środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej (przed dotykiem bezpośrednim) przyjęto izolację części czynnych, stosowanie przegród, osłon (IIP2X) oraz barier. Zainstalowano obudowy (rozdzielnice) oraz urządzenia o II klasie ochronności. Urządzenia klasy ochronności II to urządzenia, których ochrona przeciwporażeniowa podstawowa polega na zastosowaniu izolacji podstawowej, przy uszkodzeniu polega na zastosowaniu izolacji dodatkowej, lub polega na zastosowaniu izolacji wzmocnionej. Jako środek ochrony dodatkowej (przed dotykiem pośrednim) przyjęto samoczynne

wyłączenie zasilania w układzie TN-S, dodatkową i podwójną izolację ochronną oraz połączenia wyrównawcze ochronne. Samoczynne wyłączenia zasilania będzie realizowane przez wyłącznik zamontowany w rozdzielnicy głównej budynku. Wszystkie elementy przewodzące instalacji zostaną połączone przewodami wyrównawczymi ochronnymi.

Przewody łączące odbiorniki energii elektrycznej ze źródłem zasilania powinny być chronione przed skutkami prądów przetężeniowych przez urządzenia zabezpieczające, samoczynnie wyłączające zasilanie w przypadku przeciążenia lub zwarcia. Urządzeniem, które pełni funkcję zabezpieczającą jednocześnie przed prądem przeciążeniowym i przed prądem zwarciovym jest wyłącznik nadprądowy lub rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką bezpiecznikową. W instalacji należy zastosować wyłącznik nadmiarowo prądowy z o prądzie znamionowym 35 A i charakterystyce B, który należy zamontować w skrzynce RPV projektowanej instalacji fotowoltaicznej. Zadaniem wyłączników jest odcięcie zasilania w sytuacji, gdy wystąpi zwarcie albo przeciążenie.

## **2.10. Ochrona przeciwprzebiegowa**

Elektrownia powinna posiadać dwa układy zabezpieczeń elektroenergetycznych reagujących na nieprawidłowe parametry współpracy z siecią elektroenergetyczną: układ zabezpieczeń podstawowych w falowniku i układ zabezpieczeń dodatkowych w skrzynkach DC lub też w skrzynce przyłączeniowej pomiaru energii brutto (RPV). W celu zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i podłączonych do nich urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, należy zastosować dedykowane ograniczniki przepięć (SPD) przeznaczone do systemów fotowoltaicznych po stronie prądu stałego oraz standardowe ograniczniki przepięć typu I+II po stronie prądu przemiennego. W instalacji fotowoltaicznej można zastosować falownik wyposażony w rozłącznik po stronie AC i DC. Instalację fotowoltaiczną po stronie AC należy ochronić przed przepięciami ogranicznikiem przepięć typu I+II umieszczonym w skrzynce RPV. Po stronie DC należy zastosować ogranicznik przepięć typu II, który pozwala ograniczyć przepięcia do poziomu  $U_p = 4$  kV przy prądzie udarowym (8/20) 25 kA (12,5 kA na jeden biegun). Ograniczniki przepięć Typu II po stronie DC należy zamontować w skrzynce DC. Montaż zabezpieczeń przeciwprzebiegowych nie jest konieczny jeżeli ograniczniki przepięć DC i AC są zintegrowane w inwerterze.

## **2.11. Instalacja odgromowa**

Budynek Publicznego Gimnazjum z Oddziałami Integracyjnymi Nr 2 im. Adama Mickiewicza w Pionkach jest wyposażony w instalację odgromową. Poprawna praca, właściwe funkcjonowanie instalacji fotowoltaicznej i jej bezpieczeństwo zapewnione będzie poprzez uziemienie paneli fotowoltaicznych i systemu mocowania. Uziemienie powinno być wykonane zgodnie ze obowiązującymi standardami energetycznymi. W przypadku, gdy zachowanie bezpiecznych odległości od przewodów instalacji odgromowej w odniesieniu do instalacji fotowoltaicznej nie jest możliwe (bliskie posadowienie paneli w odniesieniu do instalacji odgromowej, metalowy dach, itp.) zaleca się metalowe części (konstrukcji instalacji fotowoltaicznej) podłączyć do istniejącej instalacji odgromowej i zastosować ogranicznik przepięć typu I + II na przewodach DC±. Instalacja fotowoltaiczna powinna być chroniona zwodami poziomymi prowadzonymi po szczycie dachu (w wyjątkowych sytuacjach iglicami), zwodami pionowymi

przebiegającymi po krawędzi dachu i ścianie oraz przewodami odprowadzającymi. Przedmiotowy budynek jest wyposażony w instalację odgromową.

W instalacji należy zainstalować system ekwipotencjalny składający się z głównej szyny wyrównania potencjału, do której łączy się bezpośrednio metalową konstrukcję wsporczą paneli fotowoltaicznych oraz skrzynki z ogranicznikami przepięć. W tym celu należy wykorzystać istniejący uziemienie. Największa dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia nie powinna przekroczyć wartości 10  $\Omega$ . Połączenia wykonać linką miedzianą LgYżo 16mm<sup>2</sup>. Połączenia wyrównawcze należy prowadzić równoległe możliwie blisko linii DC i AC, aby uniknąć tworzenia pętli indukcyjnych wywołujących duże przepięcia indukowane.

## 2.12. Ochrona przeciwpożarowa

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania, które będzie realizowane przez wyłącznik główny budynku zlokalizowany w skrzynce przyłączeniowej lub główny wyłącznik przeciwpożarowy. Budynek jest wyposażony w główny wyłącznik przeciwpożarowy, którego wyłączenie spowoduje zanik napięcia w instalacji fotowoltaicznej. Elementem spełniającym wyłączenie zasilania po stronie DC jest wyłącznik główny w falowniku. Ponadto odłączenie zasilania z sieci spowoduje wyłączenie falownika z uwagi na brak możliwości synchronizacji urządzenia z siecią. Przewody elektryczne stałoprądowe należy prowadzić w sposób uniemożliwiający powstanie przypadkowego zwarcia. W ramach profilaktyki przeciwpożarowej zostaną zastosowane rur instalacyjne z tworzywa samogasnącego oraz rozdzielanie biegunów.

## 2.13. Obliczenia

### DOBÓR KABLI I ZABEZPIECZEŃ DLA OBWODU FALOWNIKA 20 kW

$$P = 20 \text{ kW}$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} = \frac{20}{1,73 \times 0,4 \times 0,95} = 30,42 \text{ A}$$

Dobrano przewody YKYżo 5x10 mm<sup>2</sup>

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

$I_B$  – obliczeniowy maksymalny prąd roboczy

$I_N$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

$I_Z$  – obciążalność prądowa długotrwała przewodu

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem i zwarcie

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano rozłącznik bezpiecznikowy RBK z wkładką bezpiecznikową o charakterystyce gG i prądzie znamionowym 50 A.

$$I_B = 30,42 \text{ A} \leq I_N = 35 \text{ A} \leq I_Z = 60 \text{ A} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times I_N = 1,45 \times 35 \text{ A} = 50,75 \text{ A}$$

$50,75 \text{ A} \leq (1,45 \times 60 \text{ A} = 87 \text{ A})$  – **warunek [2] spełniony**

**Przewód i zabezpieczenie dobrano prawidłowo.**

OBLICZENIE SPADKÓW NAPIĘĆ NA OBWODZIE FALOWNIKA 20 kW

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \times P \times l}{\gamma \times s \times U_n^2} = \frac{100 \times 20000 \times 3}{55 \times 10 \times 400^2} = 0,06 \%$$

gdzie:

P – moc czynna [W], p= 20000 [W]

l – długość przewodu [m], l= 3 [m]

s – przekrój żyły [mm<sup>2</sup>], s= 10 [mm<sup>2</sup>]

$\gamma$  – konduktywność przewodu [m/W\*mm<sup>2</sup>], dla Cu: 55 [m/W\*mm<sup>2</sup>],

U<sub>n</sub> – napięcie międzyfazowe [V], U<sub>n</sub>=400 [V]

**Spadek napięcia jest dopuszczalny.**

## 2.14. Uwagi końcowe

Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń przez osoby posiadające niezbędne uprawnienia. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem. Podczas prowadzenia robót należy stosować się do przepisów BHP. Roboty elektryczne należy wykonać pod nadzorem osób uprawnionych. Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować.

W związku z wejściem w życie ustawy z dnia 26 lipca 2013 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 984), która dokonała nowelizacji przepisu art. 29 ust. 2 pkt.16 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (DZ.U. z2013r. poz.1409, z późn.zm) Główny Urząd Nadzoru Budowlanego w oparciu o interpretację powyższych zapisów ustaw przez Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (obecnie Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju) w odniesieniu do montażu instalacji fotowoltaicznych na obiektach budowlanych oraz wolnostojących konstrukcjach gruntowych wyjaśnia (GUNB), że w obecnym stanie prawnym wobec nowego brzmienia art. 29 ust. 2 pkt. 16 ustawy – Prawo budowlane, należy stwierdzić, iż pozwolenia na budowę, ani zgłoszenia, o którym mowa w art. 30 ust. 1 ustawy - Prawo budowlane, nie wymaga prowadzenia robót budowlanych polegających na montażu urządzeń fotowoltaicznych o zainstalowanej mocy elektrycznej do 40 kW. Nie istotny jest także cel, dla jakiego urządzenia te będą montowane, tj. czy ich zadaniem będzie zapewnienie możliwości użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, a tym samym stanowić będą urządzenia budowlane w rozumieniu art. 3 pkt 9 ustawy – *Prawo budowlane*, czy też będą produkowały energię elektryczną w celu jej dalszej odsprzedaży.

**3. SPIS ZAŁACZNIKÓW**

Lp.	Tytuł	Numer
1	Uzysk energii elektrycznej	ZAŁ 1
2	Efekt ekologiczny	ZAŁ 2

**4. SPIS RYSUNKÓW**

Lp.	Tytuł	Numer
1	Rozmieszczenie urządzeń	R1
2	Schemat elektryczny strona DC	R2
3	Schemat elektryczny strona AC	R3
4	Rysunek sposobu montażu paneli	R4