

Temat opracowania:

**PROJEKT TECHNICZNY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 4,345KWP  
NA DACHU ŚWIETLICY WIEJSKIEJ W MIEJSCOWOŚCI UJNY**

Nazwa obiektu:

**BUDYNEK ŚWIETLICY WIEJSKIEJ**

Lokalizacja:

**Ujny 10, Gmina Pierzchnica, działka nr ewid. 166**

Inwestor:

**Gmina Pierzchnica  
Ul. Urzędnicza 6  
26-015 Pierzchnica**

Jednostka projektowa:

**Usługi Elektryczne i Energetyczne Elektron Rafał Stradomski**  
Podlesie 40  
26-015 Pierzchnica  
tel. 508 184 145

Projektant:

**INSTALACJE ELEKTRYCZNE:**

**Projektant:**

**mgr inż. Rafał Stradomski**

Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń

**Nr uprawnień SWK/0103/PWBE/21**

## Spis treści

1. Przedmiot opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Zakres opracowania
4. Informacje o obszarze oddziaływania
5. Charakterystyka obiektu
6. Część fotowoltaiczna
  - 6.1 Moduły fotowoltaiczne
  - 6.2 Falownik
  - 6.3 Konstrukcje montażowe
7. Część elektryczna instalacji prądu stałego DC i przemiennego AC
  - 7.1 Okablowanie w części prądu stałego
  - 7.2 Okablowanie w części prądu przemiennego
8. Część elektryczna
  - 8.1 Rozdzielnice
  - 8.2 Monitoring pracy elektrowni fotowoltaicznej
  - 8.3 Trasy kablowe
  - 8.4 Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarciowa
  - 8.5 Ochrona przeciwpożarowa
  - 8.6 Ochrona przeciwprzepięciowa
  - 8.7 Sprawność projektowanej elektrowni słonecznej
  - 8.8 Dobór urządzeń
9. Ogólna charakterystyka wykonania robót instalacyjnych
10. Uwagi końcowe
11. Załączniki
12. Część rysunkowa

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,345kWp. Projektowana elektrownia słoneczna zlokalizowana ma być na dachu Świetlicy Wiejskiej w miejscowości Ujny 10, Gmina Pierzchnica, Działka nr ewid. 166.

Inwestorem przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej jest:

**Gmina Pierzchnica**  
**Ul. Urzędnicza 6**  
**26-015 Pierzchnica**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 4,345kWp zostanie włączona w sieć budynku za układem pomiarowo rozliczeniowym, a dokładnie do rozdzielnic głównej budynku RG. Przedmiotowa instalacja stanowi w świetle prawa energetycznego mikroinstalację. Po zakończeniu prac instalacyjnych zostanie zgłoszona do lokalnego operatora sieci dystrybucyjnej.

Projektowany budynek Świetlicy na którym ma zastać posadowiona instalacji fotowoltaiczna posiada warunki przyłączenia trójfazowe z układem pomiarowo rozliczeniowym zlokalizowanym w złączu „ZK”. Moc przyłączeniowa jest większa od projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

## 2. Podstawa opracowania:

Podstawę niniejszego opracowania stanowi:

- podkłady architektoniczne i konstrukcyjne,
- aktualny stan wiedzy, technologii i techniki,
- wytyczne Inwestora,
- opis przedmiotu zamówienia,
- program funkcjonalno użytkowy,
- obowiązujące normy i przepisy w szczególności:
  - 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-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów 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.

## 3. Zakres opracowania:

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej w skład którego wchodzi:

- Opis techniczny
- Optymalne rozmieszczenie panel PV na dachu
- Instalacje wraz z rozdzielnicami strony DC
- Instalacje wraz z rozdzielnicami strony AC
- Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznych

- System monitoringu pracy instalacji fotowoltaicznej
- Obliczenia techniczne
- Instalacja połączeń wyrównawczych

#### 4. Informacje o obszarze oddziaływania:

Instalacja fotowoltaiczna projektowanej wielkości nie jest przedsięwzięciem znacząco oddziałującym na środowisko (Dz.U.2013, poz.817) i nie wymaga uzyskania Decyzji Środowiskowej.

Wszelkie oddziaływania związane z fazą budowy inwestycji będą miały charakter odwracalny i krótkotrwały (okres budowy). Większość prac montażowych będzie odbywać się na dachu budynku, gdzie projektowana jest inwestycja. Projektowane roboty mają charakter wysokościowy a podczas ich wykonywania przewiduje się dostarczenie elementów składowych instalacji na dach za pomocą dźwigu ustawionego na terenie inwestora. Dostawy będą odbywały się drogami publicznymi przy czym ich intensywność nie wpłynie negatywnie na przepustowość i stan drogi. Wykonywane prace montażowe mogą generować hałas. Prace będą prowadzone w ciągu dnia, głównie na dachu - hałas nie będzie uciążliwy dla mieszkańców. Nie przewiduje się przekroczenia dopuszczalnych norm hałasu w wyniku prowadzenia prac. Roboty będą prowadzone zgodnie z zasadami BHP oraz planem BIOZ.

Oddziaływania nie spowodują trwałych zmian w środowisku otaczającym. Po zakończeniu budowy nie będą występować negatywne oddziaływania dla środowiska i zdrowia ludzi związane z normalną pracą projektowanej instalacji fotowoltaicznej. Opierając się na doświadczeniu w zakresie instalacji systemów PV przewiduje się, że podczas pracy urządzeń fotowoltaicznych przedsięwzięcie może być źródłem:

- emisji akustycznej w zakresie słyszalnym w zakresie nie uciążliwym: falowniki podczas pracy emitują hałas na poziomie 51 dB(A). Falowniki w projektowanym rozwiązaniu będą znajdowały się w pomieszczeniu magazynowym. Wytworzony przez nie hałas będzie w tych warunkach właściwie niemierzalny.
- oddziaływania elektromagnetycznego: w okresie realizacji przedsięwzięcia nie będą wykorzystywane żadne urządzenia, których praca mogłaby generować zagrożenie dla środowiska w zakresie emisji pola lub promieniowania elektromagnetycznego. Wpływ pracującej instalacji fotowoltaicznej i linii kablowych pozostaje na poziomie niedostrzegalnym, a w większości przypadków nawet niemierzalnym. Instalacja fotowoltaiczna nie powoduje pojawienia się w środowisku źródeł pola elektromagnetycznego.
- zacienienie terenu: ze względu na odległości między kolejnymi rzędami zwróconymi na południe generuje się ok. 1m cienia. W przypadku instalacji dachowych cień, pozostając w obrębie dachu nie ma żadnego wpływu na otaczające środowisko.

Projektowana inwestycja nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi oraz bezpieczeństwo ich mienia inwestycja jest działaniem proekologicznym. Brak emisji zanieczyszczeń do powietrza w trakcie wytwarzania energii elektrycznej w stosunku do konwencjonalnych źródeł nieodnawialnych np. węgla kamiennego w ogólnym bilansie energetycznym spowoduje ograniczenie zużycia paliw konwencjonalnych i ograniczanie emisji szkodliwych związków do powietrza. Inwestycja tak w trakcie jej realizacji jak i użytkowania nie stwarza uciążliwości dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich.

## 5. Charakterystyka obiektu:

Projektowana Instalacja Fotowoltaiczna o mocy 4,345kWp ma na celu pokrycie części potrzeb energetycznych budynku. Energia elektryczna wyprodukowana w instalacji fotowoltaicznej zostanie wykorzystana na potrzeby własne budynku, czyli na potrzeby oświetlenia oraz funkcjonowania urządzeń elektrycznych i technologicznych.

Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna zostanie wpięta w wewnętrzną sieć elektryczną budynku za układem pomiarowo-rozliczeniowym (licznikowym). Punktem wpięcia do sieci 0,4kV będą zaciski prądowe w rozdzielnicy budynku.

Na podstawie przeprowadzonego procesu projektowego dokonano konfiguracji sprzętowej dla opracowywanej instalacji fotowoltaicznej. Moduły fotowoltaiczne rozmieszczono na dachu budynku w sposób optymalny, uwzględniając takie parametry jak: orientacja powierzchni dachu, obiekty zacieniające, odstęp od krawędzi dachu, rodzaj konstrukcji i poszycia dachu, opinię konstrukcyjną statyki budynku oraz uzgodnienia z Inwestorem.

W skład Instalacji Fotowoltaicznej 4,345 kWp wchodzi:

- 11 szt. modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 395Wp
- Falownik (inwerter) fotowoltaiczny o mocy znamionowej 4 kW
- Zabezpieczenia i osprzęt elektryczny
- Konstrukcje montażowe aluminiowe do dachów pokrytych blachodachówką

## 6. Część fotowoltaiczna

### 6.1 Moduły fotowoltaiczne

W projektowanej Instalacji Fotowoltaicznej na dachu budynku, projektuje się zastosowanie fabrycznie nowych modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 395Wp każdy. Z racji na ciągły rozwój branży PV w czasie realizacji inwestycji projektowany moduł może być już niedostępny (zastąpiony nowszą generacją) w związku z powyższym dopuszcza się zastosowanie zamiennika o parametrach nie gorszych niż projektowany moduł. Zamianę paneli PV uzgodnić z Inwestorem.

Panele powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji. Zastosowane moduły powinny zapewniać uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym, a ich sprawność powinna być nie mniejsza niż 20,69% Panele fotowoltaiczne należy montować do precyzyjnie ułożonych szyn montażowych za pomocą systemowych klem nie powodujących zacienienia w 4 punktach podparcia, w rozstawie zgodnym z zaleceniami producenta paneli PV. Przy stosowaniu systemów montażowych należy zachować minimalny odstęp 2 cm 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:

- 12 lat gwarancji na produkt.
- 25 lat gwarancji na liniowy spadek mocy
- Certyfikat zgodne z IEC 61215, IEC 61730-1, IEC 61730-2.

Poniżej zestawiono podstawowe dane projektowanych paneli PV:

Tabela 1 Parametry elektryczne modułów (tabela równoważności)

Parametry elektryczne:	Wartość	Jednostka	Dopuszczalne odchylenie
Moc maksymalna szczytowa w warunkach STC $P_{max}$	395	Wp	+ brak ograniczeń
Tolerancja mocy wyjściowej $P_{max}$	0~+3	%	+ brak ograniczeń
Napięcie przy mocy maksymalnej $V_{MPP}$	36,58	V	+ brak ograniczeń
Prąd przy mocy maksymalnej $I_{MPP}$	10,8	A	+ brak ograniczeń
Napięcie jałowe (otwarty obwód) $V_{oc}$	43,93	V	+ brak ograniczeń
Prąd zwarcia $I_{sc}$	11,48	A	+ brak ograniczeń
Sprawność modułu	20,69	%	+ brak ograniczeń
Maksymalne napięcie systemu $V_{max}$	1000	V	+ brak ograniczeń
<b>Współczynniki temperaturowe:</b>	-	-	-
Współczynnik temperaturowy przy $P_{max}$ $\gamma$	- 0,35	%/°C	+ brak ograniczeń
Współczynnik temperaturowy przy $V_{oc}$ $\beta$	- 0,28	%/°C	+ brak ograniczeń
Współczynnik temperaturowy przy $I_{sc}$ $\gamma$	0,048	%/°C	+ brak ograniczeń

## 6.2 Falownik

W instalacji projektuje się zastosowanie fabrycznie nowego trójfazowego beztransformatorego falownika o mocy 4kWp strony AC. Falownik instalacji fotowoltaicznej ma na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia paneli na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. Falownik musi charakteryzować się wysoką sprawnością, parametry wyprodukowanej energii po stronie prądu przemiennego AC muszą być zgodne z parametrami jakościowymi zawartymi w IRIESD lokalnego operatora sieci dystrybucyjnej. Parametry łańcuchów PV po stronie napięcia stałego DC należy dobrać tak, aby nie przekraczały w żadnych warunkach pracy dopuszczalnych parametrów wejściowych inwertera, co mogło by się przełożyć na uszkodzenie Inwertera.

Proponowany falownik jest w wykonaniu naściennym, w stopniu ochrony min. IP65, co gwarantuje należyłą odporność na warunki atmosferyczne oraz wysokie bezpieczeństwo użytkowników. Inwertery standardowo wyposażone są w system kontroli izolacji w części DC, co pozwala eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli, jak również w samych panelach, zapewniając wysokie bezpieczeństwo użytkowania. Każdy falownik powinien być wyposażony w rozłącznik DC i zabezpieczenia przeciwzwarceniowe AC.

Falownik powinien być wyposażony w złącze LAN, umożliwiającą dostęp do rejestratora danych za pomocą interfejsu Ethernet-monitorowanie parametrów zarówno lokalnie jak i zdalnie w portalu WWW, za pośrednictwem połączenia sieci LAN.

W przedmiotowej instalacji falownik wraz z osprzętem strony AC projektuje się montować w budynku. Wytyczne producentów dotyczące miejsca montażu falownika to niezbędne odległości od ścian, podłogi, sufitu celem zapewnienia prawidłowej wentylacji. Urządzenie podczas pracy nagrzewa się, a w przypadku niedostatecznego chłodzenia może nastąpić przegrzanie wyłącznika falownika.

Poniżej w tabeli przedstawione podstawowe parametry projektowanego falownika:

Tabela 2 Parametry techniczne inwertera 3f 400V

Parametry Wejściowe	Wartość	Jednostka
Maks. Prąd wejściowy ( $I_{dc}$ )	12	A
Nominalne DC napięcie wejściowe ( $U_{dc,r}$ )	580	V
Maks. napięcie wejściowe ( $U_{dc,max}$ )	850	V
Liczba MPPT	2	-
Maksymalna sprawność Europejska	97,1	%
<b>Parametr - wyjściowe</b>	-	-
Moc znamionowa AC ( $P_{AC,r}$ )	4	kW
Maks. moc wyjściowa	4	kVA
Maks. prąd na wyjściu ( $I_{ac,max}$ )	5,8	A
Przylącze sieciowe (zakres napięcia)	3/N/PE; 220 V / 380 V 3/N/PE; 230 V / 400 V	
Częstotliwość (zakres częstotliwości)	50 Hz / 45 Hz do 55 Hz 60 Hz / 55 Hz do 65 Hz	

### 6.3 Konstrukcje montażowe

W przedmiotowej instalacji projektuje się zastosowanie konstrukcji montażowych systemowych aluminiowych, dedykowanych do dachów pokrytych blachodachówką, kąt nachylenia dachu 35°.

Zastosowane w tej konstrukcji wysokowartościowe materiały zapewniają jej trwałość i długoletnie funkcjonowanie. Konstrukcja dachowa dla modułów fotowoltaicznych składa się z aluminiowych szyn montażowych oraz elementów mocujących (elementów łączących).

### 7. Część elektryczna instalacji prądu stałego DC i przemiennego AC

Okablowanie w części stałoprądowej (połączenia modułów między sobą, oraz połączenie serii modułów do inwerterów) projektuje się wykonać za pomocą przewodów specjalistycznych przeznaczonych do instalacji fotowoltaicznych. Przewody te charakteryzują się wysoką odpornością na działanie UV, oraz niekorzystnych warunków atmosferycznych. Przewody te przeznaczone są do pracy przy podwyższonej temperaturze, co jest niezbędne przy instalacjach fotowoltaicznych. Przewody te mogą pracować przy napięciu do 1000V DC. Część połączeń wykonywana jest za pomocą przewodów połączeniowych dostarczonych w komplecie z panelami.

Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne mocować do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem prowadzić trasami kablowymi w korytkach kablowych lub peszlach instalacyjnych. Przebiegi kabli przez dach zabezpieczyć przed możliwością przeniknięcia wody.

Okablowanie w części prądu przemiennego wykonane zostanie za pomocą przewodów i kabli pięciodrutowych z żyłami miedzianymi w izolacji PVC. Przekrój przewodów zgodnie z obliczeniami i schematem elektrycznym.

### 7.1 Okablowanie w części prądu stałego

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a falownikiem) zaprojektowano z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup>. Zakończenie przewodów od strony paneli oraz inwerterów zostanie wykonane z użyciem wtyków MC-4. Zakładamy spadek napięcia a przewodach DC poniżej 1%.

Dobór minimalnej średnicy przewodu po stronie DC:

$$S_{DC} = \frac{l * 2 * I}{U_{mpp} * \gamma * \Delta u \%}$$
$$S_{DC} = \frac{10,8 * 2 * 60}{(36,58 * 11) * 54 * 0,01} = 5,96 mm^2$$

Dobrano przewód DC o przekroju 6mm<sup>2</sup>

### 7.2 Okablowanie w części prądu przemiennego

Połączenie między strony AC falownika instalacji fotowoltaicznej, a rozdzielnica budynku RG projektuje się z użyciem kabla YDYżo 5x2,5 mm<sup>2</sup>. zakładany spadek napięcia a przewodach AC poniżej 3%.

$$S_{AC} = \frac{P * l}{U_{NAC}^2 * \gamma * \Delta u \%}$$
$$S_{AC} = \frac{4 * 10}{400 * 400 * 54 * 0,01} = 0,46 mm^2$$

Dobrano przewód AC o przekroju 2,5mm<sup>2</sup>. Ponadto zastosowany kabel spełnia także wymogi względem obciążalności prądowej. Maksymalny prąd znamionowy płynący z elektrowni fotowoltaicznej I<sub>b</sub> - 5,8A.

W rozdzielnicy głównej budynku dla zabezpieczenia kabla elektrowni słonecznej dobrano zabezpieczenie nadmiarowo prądowe C16/3.

## 8. Część elektryczna

### 8.1 Rozdzielnice

Strona AC falownika fotowoltaicznego zostanie wpięty do sieci elektrycznej budynku poprzez rozdzielnicę główną budynku, w której zostaną zamontowane zabezpieczenia w postaci 3-fazowego zabezpieczenia nadmiarowo prądowego o prądzie znamionowym C16A. Rozdzielnica główna budynku wyposażona jest ogranicznik przepięć typu 2, 230/400 V. Istniejący budynek jest wyposażony w przyłącze energetyczne o mocy przyłączeniowej powyżej 4,345kW (mocy elektrowni słonecznej).



Dla prawidłowej i bezpiecznej pracy instalacji fotowoltaicznej projektuje się rozdzielnicę strony AC oraz DC. Rozdzielnicę instalowaną przy falowniku powinny charakteryzować się stopniem ochrony min IP40 oraz klasą izolacji II. Rozdzielnicę można wyposażać w standardowe przyłącza wtykowe kompatybilne z konektorami MC4 umożliwiające bezpieczne podłączenie poszczególnych łańcuchów paneli oraz falownika.

Rozdzielnicę strony AC w wykonaniu standardowym o stopniu ochrony min. IP40 umożliwiającą montaż standardowej aparatury zabezpieczającą łączywowej.

## **8.2 Monitoring pracy elektrowni fotowoltaicznej.**

Na potrzeby zapewnienia pełnego monitoringu pracy instalacji i zużywanej energii elektrycznej opcjonalnie falowniki zostały wyposażone w moduł umożliwiający podłączenia do sieci internetowej za pomocą modułu WiFi lub kablem LAN RJ45. Dzięki podłączeniu z Internetem oraz platformie web producenta falownika, powinien być możliwy natychmiastowy podgląd w produkcję energii elektrycznej za pośrednictwem interfejsu użytkownika w przeglądarce internetowej. Element monitoringu instalacji fotowoltaicznej w sieci Internetowej jest opcją Inwestora w zależności od możliwości technicznych przyłączenia falownika do sieci Internetowej.

## **8.3 Trasy kablowe.**

Kable i przewody rozprowadzić po trasach kablowych wykonanych metalowymi ocynkowanymi korytami kablowymi oraz w rurkach, listwach i peszlach instalacyjnych. Trasy mocować za pomocą typowych elementów oraz zawiesić do konstrukcji budynku. Przewody należy mocować za pomocą opasek zaciskowych.

Oprzewodowanie na potrzeby automatyki systemu fotowoltaicznego rozprowadzić po trasach kablowych, odejścia od tras kablowych wykonać w rurkach i peszlach elektroinstalacyjnych.

Koryta kablowe ocynkowane, perforowane z pokrywą prowadzone po dachu montować na systemowych podstawach klejonych do poszycia dachu. Kable prowadzone po dachu zabezpieczyć przed promieniowaniem UV.

Rozprowadzenia kabli przewodów wewnątrz budynku wykonać po istniejących trasach i szachtach kablowych, w przypadku konieczności wykonania nowej trasy instalacji prowadzić natynkowy w rurkach, listwach i peszlach instalacyjnych. Wszelkie przejścia przewodów, kabli i tras kablowych przez przegrody pożarowe zabezpieczyć pożarowo masą uszczelniającą lub systemowym rozwiązaniem posiadającym certyfikat do takich zastosowań. Przejścia należy wykonać w klasie odporności ogniowej równej klasie ściany (przegrody).

Należy przewidzieć trasy kablowe dla instalacji w pomieszczeniach dedykowanych dla inwerterów fotowoltaicznych.

## **8.4 Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarceniowa.**

Jako środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej (przed dotykiem bezpośrednim) przyjęto izolację części czynnych. Zastosowano obudowy, rozdzielnice o II klasie ochronności, urządzenia tej klasy 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 wyłączenia zasilania w układzie TN-S dodatkową i podwójną izolację ochronną oraz połączenia wyrównawcze ochronne. Samoczynne wyłączenie zasilania będzie realizowane przez wyłącznik zamontowany w rozdzielnicy głównej budynku oraz w RAC1". Wszystkie elementy przewodzące instalacji zostaną podłączone przewodami wyrównawczymi ochronnymi.

Przewody łączące odbiorniki energii elektrycznej ze źródłem zasilania powinny być chronione przed skutkami prądów przetężeniowych przez urządzenia zabezpieczające, samoczynne wyłączenie zasilania w przypadku przeciążenia lub zwarcia. Urządzeniem, które pełni funkcję zabezpieczającą jednocześnie przed prądem przeciążeniowym i przed prądem zwarceniowym jest wyłącznik nadprądowy lub rozłącznik bezpiecznikowy. Zadaniem wyłączników jest odcięcie zasilania w sytuacji, gdy wystąpi zwarcie lub przeciążenie.

## 8.5 Ochrona przeciwpożarowa.

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania, które będzie realizowane przez istniejący wyłącznik główny budynku zlokalizowany w rozdzielniczy głównej lub przycisk przeciwpożarowego wyłącznik prądu zlokalizowany przy wejściu głównym do budynków. Zadziałanie przeciwpożarowego przycisku wyłącznika głównego prądu spowoduje odłączenie spod napięcia również falowniki instalacji fotowoltaicznych mogących generować energię. Ponadto należy pamiętać, że wszystkie falowniki posiadają wewnątrz zabezpieczenie przed tzw. pracą wyspowa" to znaczy przy braku napięcia zasilanie (również przy użyciu głównego PWP obiektu) nie mają prawa generować mocy w sieć odbiorczą.

## 8.6 Ochrona przeciwprzepięciowa.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna powinna posiadać dwa układy zabezpieczeń elektroenergetycznych reagujących na nieprawidłowe parametry współpracy z siecią elektroenergetyczna: układ zabezpieczeń podstawowych w falownikach i układ zabezpieczeń dodatkowych w skrzynkach DC. W celu zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i podłączenia do nich urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, należy zastosować specjalne ograniczniki przepięć dedykowane dla systemów fotowoltaicznych instalowane po stronie prądu stałego oraz standardowe ograniczniki przepięć instalowane po stronie prądu przemiennego.

Projektowany falownik standardowo wyproszony jest w rozłącznik strony DC.

## 8.7 Sprawność projektowej elektrowni słonecznej:

Sprawność paneli fotowoltaicznych 395Wp:

$$\lambda_{pv} = 20,69\%$$

Sprawność inwertera 4kW:

$$\lambda_{inw} = 98,2\%$$

Sprawność instalacji (przewodów i kabli):

$$\lambda_{inst} = 99,0\%$$

Sprawność całkowita elektrowni słonecznej:

$$\lambda_{cat} = \lambda_{pv} * \lambda_{inw} * \lambda_{inst} = 20,11\%$$

## 8.8 Dobór urządzeń

Dobór mocy znamionowej falownika 4kW (AC):

$$0,9 * P_{inwertera} < P_{MPP\ max} < 1,18 * P_{inwertera}$$

$$0,9 * 4kW < 395Wp * 11 < 1,18 * 4kW$$

$$3,6kW < 4,345kWp < 4,72kWp$$

Zmiana napięcia na 1°C:

$$\text{zmiana napięcia na } 1^{\circ}C - \Delta U \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right]$$

$$\Delta U = \beta * U_{oc} = -0,0028 * 43,93V = -0,123 \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right]$$

Zmiana prądu na 1°C:

$$\text{zmiana napięcia na } 1^{\circ}C - \Delta I \left[ \frac{A}{C^{\circ}} \right]$$

$$\Delta I = \alpha * U_{sc} = -0,0004 * 10,8A = -0,00432 \left[ \frac{A}{C^{\circ}} \right]$$

Obliczamy napięcie i prąd w skrajnych temperaturach pracy modułu:

Napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach (-25°C)  $U_{OC-25}$

$$U_{oc-25} = U_{oc} + (\Delta U * \Delta T_{od-25\ do+25}) = 43,93 + \left[ -0,123 \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right] * (-50C^{\circ}) \right] = 43,93 + 6,15 = \mathbf{50,08[V]}$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w ekstremalnie niskich temperaturach (-25°C)  $U_{MPP-25}$

$$U_{MPP-25} = U_{MPP} + (\Delta U * \Delta T_{od-25\ do+25}) = 36,58 + \left[ -0,123 \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right] * (-50C^{\circ}) \right] = 36,58 + 6,15 = \mathbf{42,73[V]}$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w ekstremalnie wysokich temperaturach (+70°C)  $U_{MPP+70}$

$$U_{MPP+70} = U_{MPP} + (\Delta U * \Delta T_{od-25\ do+70}) = 36,58 + \left[ -0,123 \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right] * (45C^{\circ}) \right] = 36,58 - 5,535 = \mathbf{31,05[V]}$$

Maksymalny możliwy prąd zwarcia  $I_{SC\ max}$

$$I_{SCmax} = I_{SC} * 1,15 = 11,48 * 1,15 = \mathbf{13,2[V]}$$

Obliczamy maksymalną i minimalną liczbę modułów w łańcuchu (połączonych szeregowo):

Oznaczenia:

$U_{max}$	- maksymalne dopuszczalne napięcie wejście falownika
$U_{MPP\ min}$	- dolny zakres pracy MPPT falownika
$U_{MPP\ max}$	- górny zakres pracy MPPT Falownika
$U_{OC-25}$	- napięcie obwodu otwartego modułu fotowoltaicznego w temperaturze -25°C
$U_{MPP-15}$	- napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego w temperaturze -25°C
$U_{MPP+70}$	- napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego w temperaturze +70°C
$I_{SC\ max}$	- maksymalne możliwe natężenie prądu zwarcia
$I_{f\ max}$	- górny zakres pracy MPPT Falownika

Maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo:

$$\text{maks. liczba modułów łączonych szeregowo} = \frac{U_{max}}{U_{OC-25}} = \frac{1000}{50,08} = 19,96$$

$$\text{maks. liczba modułów łączonych szeregowo} = \frac{U_{MPP\ max}}{U_{MPP-25}} = \frac{850}{42,73} = 19,89$$

Z obliczeń wymieramy wartość niższą i zaokrąglamy ją w dół, w omawianym przypadku maksymalnie możemy podłączyć 19 modułów szeregowo, jako jeden łańcuch PV. W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej warunek będzie spełniony.

## 9. Ogólna charakterystyka wykonania robót instalacyjnych:

Ogólne zasady wykonywania instalacji:

- należy skrupulatnie przestrzegać kolorystycznego oznakowania żył przewodowych i kabli (również w obrębie rozdzielnic). Przewód neutralny (N) musi posiadać izolację koloru jasnoniebieskiego, a przewód ochronny (PE) -żółto-zielonego.
- w żadnym miejscu instalacji odbiorczej przewód neutralny (N) i przewód ochronny (PE) nie mogą być połączone.
- wszystkie urządzenia i sprzęt, których konstrukcja wykonana jest z metalu lub zawierają one elementy metalowe, na których w przypadku uszkodzenia może pojawić się napięcie, muszą być obowiązkowo przyłączone do przewodu ochronnego.
- dla przewodów i kabli przeznaczonych do ułożenia należy stosować trasy pionowe i poziome. W myśl tego doprowadzenie przewodów od koryt kablowych do urządzeń, należy wykonać w rurce instalacyjnej.
- wszystkie instalowane korytka, wsporniki, uchwyty itp. muszą być galwanizowane. Przewody i kable należy chronić od uszkodzeń mechanicznych w rurkach winidurowych.
- wszystkie wykorzystywane urządzenia i materiały muszą posiadać fabryczne oznaczenia. Urządzenia i materiały muszą być w pełni zgodne z Polskimi Normami.
- ze względu na równomierność obciążeń należy przestrzegać podziału na fazy dla poszczególnych obwodów elektrycznych.
- przewody DC prowadzić razem możliwie jak najkrótszą drogą
- nie naprężać przewodów podczas przeciągania
- zachować odległości od instalacji odgromowych oraz kabli sieciowych i transmisji danych,

## 10. Uwagi końcowe:

- Wykonać pomiary kontrolne instalacji.
- Prace wykonać zgodnie z projektem i rozporządzeniem ministra infrastruktury, (Dz. U. z 2002r Nr 75 poz 690), w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie | PN/E/EC
- Stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie.

## 11. Załączniki:

- 1) Uprawnienia Budowlane Projektanta

## 12. Część Rysunkowa:

- 1) Rzut dachu – rozmieszczenie paneli PV
- 2) Schematy ideowe instalacji fotowoltaicznej PV