

# System fotowoltaiczny

Moc szczytowa DC 35,60kWp

NAZWA PROJEKTU:

DOKUMENTACJA TECHNICZNA  
MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM  
OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE

LOKALIZACJA:

57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17  
dz. nr. 243 obręb 3 - Nowa Ruda  
jednostka ewidencyjna Nowa Ruda -miasto

INWESTOR

Powiat Kłodzki  
ul. Okrzei 1  
57-300 Kłodzko

<p>DOKUMENTACJA TECHNICZNA MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</p>
--

Projektant  
mgr inż. Przemysław Zdyb  
numer uprawnień DOŚ/0212/PBE/19

Data:  
Kłodzko, 2020-08-31

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

**SPIS TREŚCI**

1.1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	3
1.2.	PRZEZNACZENIE PROJEKTU KONCEPCYJNEGO .....	3
1.3.	PODSTAWA OPRACOWANIA .....	3
1.4.	PRZEPISY I NORMY .....	3
1.5.	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO .....	4
1.6.	OCENA WPŁYWU ZAMIERZENIA NA ŚRODOWISKO.....	4
1.7.	DANE PROJEKTU .....	4
1.8.	OPIS SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO .....	6
1.9.	GENERATOR FOTOWOLTAICZNY .....	6
1.10.	GRUPA KONWERSJI DC/AC.....	8
1.11.	PANELE – ROZDZIELNICE DC.....	9
1.12.	PRZEWODY ELEKTRYCZNE .....	9
1.13.	LOKALIZACJA URZĄDZEŃ .....	10
<b>2.</b>	<b>CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....</b>	<b>11</b>
2.1.	Załączone rysunki .....	11
2.2.	Ogólny układ systemu .....	11
	<b>WSTĘPNA KALKULACJA I ANALIZY .....</b>	<b>12</b>
2.3.	Roczna technologiczność (wydajność) .....	12
2.4.	Weryfikacja prawidłowego połączenia elektrycznego pomiędzy generatorem fotowoltaicznym i grupą konwersji DA/AC ..	15
2.5.	Przewody elektryczne .....	17
<b>3.</b>	<b>SYSTEM MOCOWANIA .....</b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b>OCHRONA OBIEKTU .....</b>	<b>22</b>
4.1.	Przeciwpożarowy wyłącznik prądu .....	22
4.2.	Zabezpieczenie jednostek wytwórczych.....	22
4.3.	Ochrona odgromowa, połączenia wyrównawcze.....	22
4.4.	Ochrona przeciwprzepięciowa .....	23
4.5.	Ochrona przeciwporażeniowa .....	23
4.6.	Oznakowanie .....	23
4.7.	Ochrona przed korozją .....	23
4.8.	Pomiary .....	24
4.9.	Prace budowlane.....	24
4.10.	Wymagania BHP .....	24
<b>5.</b>	<b>UWAGI KOŃCOWE .....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>STAN PRAWNY I OBOWIĄZKI ZARZĄDCY .....</b>	<b>24</b>
<b>7.</b>	<b>INFORMACJA BIOZ .....</b>	<b>26</b>
7.1.	Zakres robót .....	26
7.2.	Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi .....	26
7.3.	Przewidywane zagrożenia wynikające z realizacji robót budowlanych .....	26
7.4.	Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.....	26
7.5.	Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych .....	26
<b>8.</b>	<b>ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>26</b>

## Opis techniczny

### 1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt koncepcyjny instalacji fotowoltaicznej o mocy 35,60kWp mający na celu zasilanie w dodatkową energię elektryczną budynków Liceum Ogólnokształcącego w Nowej Rudzie os. Piastowskie 17, dz. nr. 24/3 obręb 3 – Nowa Ruda.

Projektowana instalacja będzie stanowiła źródło energii elektrycznej na potrzeby własne budynku.

Projekt zakłada zabudowanie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku Liceum Ogólnokształcącego.

Mikroinstalacja zostanie przyłączona do sieci OSD Tauron Dystrybucja S.A. O/Watbrzych R/Kłodzko na zasadach instalacji Prosumenckiej.

Energia wytwarzana w mikroinstalacji będzie wykorzystywana na potrzeby obiektu – Liceum Ogólnokształcącego w Nowej Rudzie, zaopatrując go w energię elektryczną.

Integralną częścią niniejszego projektu jest opinia techniczna opracowana przez mgr inż. Grzegorza Papiernika, dotycząca możliwości instalacji paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Liceum Ogólnokształcącego w Nowej Rudzie im. Henryka Sienkiewicza Os. Piastowskie 17, której postanowienia zostały włączone do niniejszego projektu.

### 1.2. Przeznaczenie projektu koncepcyjnego

Dokument zawiera raport techniczny systemu fotowoltaicznego. W dokumencie zostały określone: całkowita moc instalacji od strony AC i od strony DC, dane projektu, właściwości użytych materiałów (moduły fotowoltaiczne, falowniki), kryteria wyboru rozwiązań systemowych oraz kryteria projektowe głównych składników. Ponadto, dokument służy do wstępnych obliczeń potrzebnych do wykonania przedmiaru robót oraz kosztorysu inwestorskiego, który w wersji uproszczonej jest częścią niniejszego opracowania.

### 1.3. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- Zlecenie Inwestora
- Inwentaryzacja stanu istniejącego na podstawie wizji lokalnej,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Obowiązujące normy, przepisy i rozporządzenia.

### 1.4. Przepisy i normy

- Ustawa prawo budowlane,
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii,
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym lub równoważna,
- PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne, lub równoważna,
- PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem, lub równoważna
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia, lub równoważna
- PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach, lub równoważna
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo – Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych – Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych, lub równoważna
- PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania, lub równoważna
- PN-EN 62446-1 „Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania. Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- PN-EN 61439-1:2011 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic, lub równoważna

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

- PN-HD 60364-4-442:2012, Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia, lub równoważna.

### **1.5. Opis stanu istniejącego**

Obiekt szkoły składa się z trzykondygnacyjnego budynku głównego oraz parterowego łącznika, sali gimnastycznej i dobudowy. Budynek wybudowano w roku 1972. Budynek zrealizowane w technologii UW-2Z cegła żerańska. Układ poprzeczny. Ściany zewnętrzne częściowego podpiwniczenia żelbetowe. Ściany zewnętrzne słupy żelbetowe w rozstawie 3,00 ocieplone gazobetonem gr. 12 cm z wypełnieniem pod oknami gazobetonem gr. 24 cm – ocieplenie styropianem.

Budynek główny długości 84,75 m z dylatacją pionową trzech kondygnacji dziewięć pole przy klatce schodową. Budynek termomodernizowano w roku 2017-2018

Stropodach budynku głównego wentylowany z pustką powietrza, wykonane na płycie żerańskiej – ocieplony granulatem wełny mineralnej. Przykryty jest papą asfaltową. Nachylenie połaci dachu jest dwukierunkowe i wynosi 10 stopni w każdym kierunku

Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia. Planuje się wykorzystać istniejące przyłącze zlokalizowane w rozdzielni głównej budynku.

Projekt koncepcyjny nie zakłada ingerencji w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

### **1.6. Ocena wpływu zamierzenia na środowisko**

Przedmiotowa instalacja zlokalizowana będzie na dachu głównego budynku. Na terenie działki nie występują szkody górnicze ani osuwiska. Urządzenia instalacji fotowoltaicznej będą zlokalizowane w pomieszczeniu nie przeznaczonym do stałego przebywania ludzi. Inwestycja jest działaniem proekologicznym poprawiającym efektywność energetyczną budynku.

Instalacja i eksploatacja paneli fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi oraz bezpieczeństwo ich mienia. Inwestycja tak w trakcie jej realizacji jak i użytkowania nie stwarza uciążliwości dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych a także w trakcie eksploatacji na przedmiotowej działce pozostanie nienaruszona.

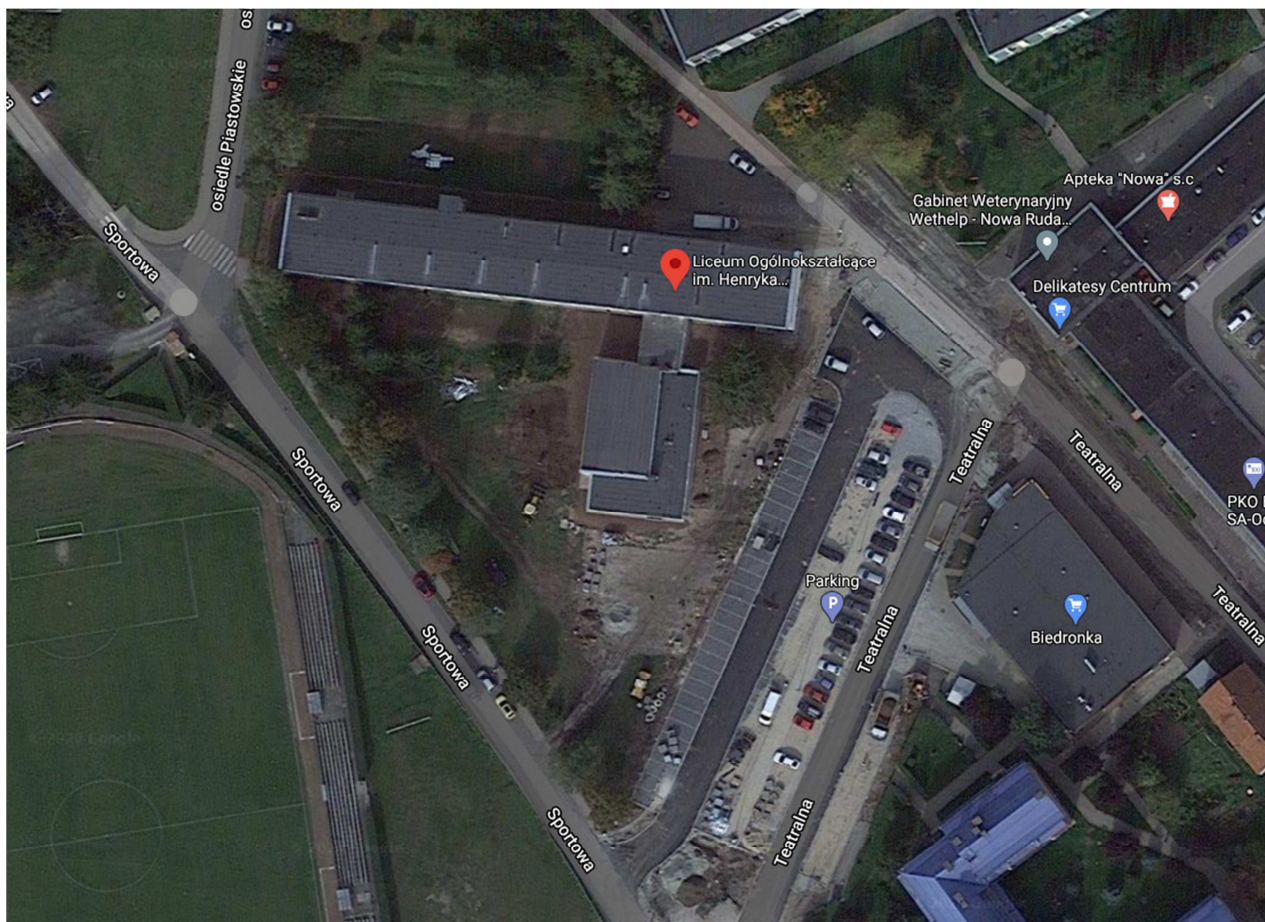
### **1.7. Dane projektu**

Dane projektu są przedstawione poniżej i odnoszą się do klienta, miejsca instalacji, danych dotyczących dostaw energii elektrycznej i obecności lub nieobecności zacielenia obiektów.

Klient	
Firma	Powiat Kłodzki
Adres	Okrzei 1
Miasto	57-300 Kłodzko
Miejsce instalacji	
Lokalizacja	Nowa Ruda, gmina Nowa Ruda, powiat kłodzki, woj. dolnośląskie
Adres	57-400 Nowa Ruda osiedle Piastowskie 17
Szerokość	50.581353
Długość geograficzna	16.496285
Wysokość	383 mnpm
Temperatura maksymalna	23,59 °C
Temperatura minimalna	-4,96 °C
Suma roczna nasłonecznienia globalnego	1036,6 kWh/m2

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

Wartości natężenia promieniowania słonecznego	NASA-SSE
Albedo (współczynnik odbicia)	20%



Rys.1.1. Lokalizacja mikroinstalacji na działce z zaznaczonym budynkiem – źródło: Google Maps



Rys.1.2. Widok na budynek od strony ulicy Teatralnej w Nowej Rudzie – źródło: Google Maps

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do systemu użytkownika, obsługiwanego przez sieci energetyczną operatora sieci dystrybucyjnej posiadające następujące cechy:

Dostawa energii elektrycznej	
Operator sieci dystrybucyjnej	Tauron Dystrybucja S.A.
Rodzaj zasilania	trójfazowe
Napięcie nominalne	400,00 V
Średnie roczne zużycie - na podstawie sprawdzenia z natury faktur za okres od 01.01.2019 do 31.12.2019 r.	34037,0 kWh

### 1.8. Opis systemu fotowoltaicznego

System fotowoltaiczny o mocy szczytowej od strony sieci, tj. od strony AC 34,00kW, a od strony DC niewiele przewymiarowany i jego moc wynosić będzie 35,60 kWp.

System zostanie podłączony do sieci dystrybucji energii elektrycznej w niskiego napięcia trójfazowego prądu przemiennego o napięciu 400V gdzie Operatorem Sieci Dystrybucyjnej (OSD) jest Tauron Dystrybucja S.A.

Cechy układu są przedstawione poniżej, w szczególności rysunek 1 przedstawia schemat elektryczny jednoliniowy.

### 1.9. Generator fotowoltaiczny

Generator fotowoltaiczny składać się będzie z:

- 8 tańcuchów po 10 modułów połączonych szeregowo,
- Grupa konwersji utworzona przez 2 falowniki trójfazowe,
- Grupa interfejsu i monitoringu,
- Systemy pomiaru energii,
- kabli elektrycznych realizujących połączenia pomiędzy elementami generatora,
- elementów uziemienia systemu.

Poniżej znajduje się charakterystyka generatora fotowoltaicznego i jego głównych elementów, tj. szeregów i modułów.

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Moc szczytowa DC	35,60 kWp
Moc maksymalna oddawana do sieci AC	34,00 kW
liczba modułów fotowoltaicznych	80
Powierzchnia przechwytyjąca	173,60 m <sup>2</sup>
Całkowita liczba szeregów	8
Napięcie maksymalne @STC (Voc)	491,0V
Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp)	413,0 V
Prąd zwarciaowy @STC (Isc)	46,12 A
Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp)	43,12

W przypadku omawianej instalacji, generator fotowoltaiczny ma jedną ekspozycję (kąt nachylenia i kąt azymutu są równe dla pól fotowoltaicznych), a mianowicie:

- Azymut: 186,5°
- Nachylenie: 20,0°

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

W celu uniknięcia strat elektrycznych w wyniku niedopasowania, pola PV o różnych ekspozycjach będą podłączone do odrębnych falowników lub, alternatywnie, do falowników z niezależnymi wejściami (niezależny MPPT).

Generator fotowoltaiczny o mocy szczytowej DC 35,60kWp korzysta z konfiguracji szeregowo-równoległej i został podzielony na 8 szeregów modułów. Poniżej przedstawiono szczegóły szeregów systemu.

W systemie są szeregi o różnych charakterystykach:

Parametry elektryczne szeregu typu 1 – 10 modułowego	
Liczba modułów fotowoltaicznych w szeregu	10
Moc znamionowa	4,45 kW
Napięcie jałowe (Voc)	491,0 V
Prąd zwarcia (Isc)	11,53 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,78 A

Dane konstrukcyjne modułów fotowoltaicznych:

Dane konstrukcyjne modułów nie mogą być gorsze niż:	
Producent	Musi udzielać co najmniej 25 letniej gwarancji na wady i na wydajność modułów
Technologia	Si-Mono
Moc szczytowa minimalna	445,00 Wp
Tolerancja (wg wzorca)	0 do +5 %
Napięcie jałowe (Voc) (wg wzorca)	49,10 V
Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp) (wg wzorca)	41,30 V
Prąd zwarcia (Isc) (wg wzorca)	11,53 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp) (wg wzorca)	10,78 A
Płaskość (wg wzorca)	2,17 m <sup>2</sup>
Wydajność minimalna (wg wzorca)	20,5%

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

**1.10. Grupa konwersji DC/AC**

Grupa konwersji systemu fotowoltaicznego składa się z 2 falowników trójfazowych o łącznej mocy od strony sieci 35,60 kW – każdy po 17,5kW.

Główne cechy techniczne falownika podsumowano poniżej.

Szczegóły konstrukcyjne falownika nie mogą być gorsze niż:	
Producent	Musi udzielać minimum 5 lat gwarancji
Moc szczytowa / znamionowa od strony sieci – AC (wg wzorca)	17,50 kW
Moc maksymalna DC (wg wzorca)	31,30 kW
Maksimum wydajności (wg wzorca)	98,00%
Europejska wydajność (wg wzorca)	97,70%
Maksymalne napięcie z PV (wg wzorca)	1000,00 V
Minimalne napięcie MPPT (wg wzorca)	200,00 V
Maksymalne napięcie MPPT (wg wzorca)	800,00 V
Maksymalny prąd wejściowy (wg wzorca)	90,00 A
Liczba MPPT (wg wzorca)	2
Liczba wejść DC (wg wzorca)	Min. 4
AC napięcie przemienne wyjściowe (wg wzorca)	400,00 V
Wyjście (wg wzorca)	Trójfazowe
Transformator separacyjny (wg wzorca)	Technologia beztransformatorowa
Częstotliwość (wg wzorca)	50/60 Hz
Zakres temperatur pracy	-25 do +60 stC
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	TAK
Inteligentne zarządzanie energią	Ograniczanie mocy / eksportu
Interfejs komunikacyjny	WLAN, WiFi + antena, RS485
Stopień ochrony	IP65 – na wolnym powietrzu
Zużycie energii w nocy	< 5 W



**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

### **1.11. Panele – rozdzielnice DC**

System fotowoltaiczny składa się z 8 paneli – rozdzielnic DC, które mogą być zastąpione pojedynczą rozdzielnicą DC z czterema wejściami i wyjściami DC dla obsługi jednego inwertera.

Poniżej wymienione są różne kompozycje paneli elektrycznych w systemie:

Panel (rozdzielnica) elektryczny DC (wg wzorców modułów i falownika)	
Liczba wejść	1
Maksymalny prąd dla każdego wejścia	11,53 A
Maksymalne napięcie wejściowe	530,72 V
Maksymalny prąd wyjściowy	11,53 A
Zabezpieczenie wejściowe	Do doboru na etapie wykonawczym
Prąd znamionowy zabezpieczenia wejściowego	Do doboru na etapie wykonawczym
Zabezpieczenie DC	Do doboru na etapie wykonawczym
Wartość bezpiecznika DC	Do doboru na etapie wykonawczym
Dioda blokująca	Diody wbudowane w puszki modułów
Prąd znamionowy diody blokującej	Zgodnie z kartą producenta
Zabezpieczenie wyjściowe	Nie wymagane
Prąd znamionowy zabezpieczenia wyjściowego	Nie dotyczy
Odgromnik	Do doboru na etapie wykonawczym
Kategoria SPD	I+II
Napięcie odgromnika	1000,00 V
Złącza wtykowe	MC4
Stopień ochrony	IP65
Klasa ochronności	II
Stopień wytrzymałości mechanicznej	IK07

W przypadku gdy długość trasy kablowej DC od strony pola generatora do inwertera będzie dłuższa niż 10m należy zastosować drugą parę zabezpieczeń przeciwprzepięciowych DC typu T2 bezpośrednio przed inwerterem.

### **1.12. Przewody elektryczne**

Połączenia poszczególnych paneli w łańcuchy należy wykonywać kablami, w które wyposażone są panele fotowoltaiczne przy użyciu złączek w standardzie panelu. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV, a falownikiem będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych, przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV.

Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami. Połączenia międzymodułowe będą realizowane poprzez fabryczne złączki

Połączony łańcuch składający się z paneli należy łączyć z falownikiem stosując specjalistyczne kable solarne UV o przekroju minimum 6 mm<sup>2</sup> łączonymi konektorami solarnymi MC4 odpornymi na działanie warunków atmosferycznych (min IP65). Połączenia wykonane za pomocą konektorów MC4 należy podwiesić do konstrukcji wsporczej lub ramki modułu opaskami zaciskowymi.

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

Obligatoryjne jest stosowanie oryginalnych konektorów MC4 tego samego producenta co paneli fotowoltaicznych. Niekompatybilność złączek różnych producentów lub ich zła jakość może powodować ich stopienie, a nawet spalenie co jest poważnym zagrożeniem dla zdrowia i życia ludzi.

Dla bieguna „+” należy zastosować kabel w kolorze czerwonym, dla bieguna „-” należy zastosować kabel koloru czarnego bądź niebieskiego.

W instalacjach na budynkach użyteczności publicznej w przypadku równoległego łączenia tańców należy zwiększać przekroje kabli DC stosownie do przewidywanego obciążenia prądem zbiorczym DC. Na dachu kable należy mocować do konstrukcji wsporczej pod panele, pamiętając by unikać tworzenia tak zwanej pętli i nie obciążać złącz konektorowych.

W pomieszczeniach zamkniętych kable należy układać w rurach osłonowych. Podczas układania kabli należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić izolacji kabla o ostre krawędzie konstrukcji dachu. Kable należy układać blisko siebie, by zminimalizować możliwość indukowania się w nich przepięć.

Falownik zostanie połączony z rozdzielnicą Inwerterów AC za pomocą przewodów N2XH 0,6/1kV. Strona zmiennoprądowa (AC) zabezpieczona zostanie wyłącznikiem nadmiarowo prądowym. Wyprowadzenie mocy z rozdzielniczy Generatorsa PV zostanie zrealizowane za pomocą kabla typu N2XH-J prowadzonego w bruździe lub korytku instalacyjnym.

Kabel AC poprowadzony zostanie do miejsca przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku tj. do rozdzielnic głównej znajdującej się na parterze budynku. Zabezpieczeniem kabla odpływowego do sieci wewnętrznej stanowić będzie rozłącznik bezpiecznikowy.

Dla kabli i przewodów :

- klasa odporności pożarowej przewodów i kabli ogólnego przeznaczenia instalowanych poza drogami ewakuacyjnymi w budynkach – Eca ;
- klasa odporności pożarowej przewodów i kabli ogólnego przeznaczenia instalowanych na drogach ewakuacyjnych w budynkach – B2ca-s1b, d1, a1 ;

Oznaczenie kabli i przewodów przedstawione w obliczeniach i na schematach nie definiują klasy odporności pożarowej. Przy doborze kabla należy opierać się o certyfikaty wystawione przez konkretnego producenta, który takie badania wykonał.

Trasy przewodów DC wewnątrz budynku będących pod napięciem należy prowadzić w obudowie zapewniającej min. klasę odporności ogniowej EI60 oraz odpornej na działanie wody.

Przepusty instalacyjne przez ściany pomieszczenia zamkniętego gdzie będą zlokalizowane inwertery należy zabezpieczyć w tej samej klasie odporności ogniowej co przegroda.

Podstawowe dane kabli DC:

Dane kabli	
Zgodność przewodów DC z normami	EN 50618, EN 60332-1-2, RoHS 2011/65/EU
Wytrzymałość napięciowa przewodów	1500 V
Odporność na ciepło – zakres temperatur stosowania	-40 do +90 stC
Typ przewodów PE	LgY H07Z-K – linka
Przekrój pojedynczej żyły przewodu DC	min. 6mm <sup>2</sup>
Przekrój żyły PE dla połączeń wyrównawczych pomiędzy ramami modułów	min. 10mm <sup>2</sup>
Przekrój żyły PE dla zabezpieczeń DC	min. 16mm <sup>2</sup>

### **1.13. Lokalizacja urządzeń**

Inwerter oraz rozdzielnicę AC i DC należy zainstalować do ściany w przeznaczonym na ten cel pomieszczeniu technicznym o ograniczonym dostępie osób postronnych. Odporność ogniową danego pomieszczenia technicznego należy zweryfikować i w razie konieczności dostosować do „pomieszczenia zamkniętego” wydzielonego pod względem pożarowym, stosując systemowe rozwiązania. Pomieszczenie przeznaczone do zainstalowania inwerterów i rozdzielnic AC i DC znajduje się na ostatniej kondygnacji. Z pomieszczenia można bezpośrednio przejść na dach poprzez zamontowany wyjazd dachowy o wymiarach 110x103cm. Pomieszczenie nie jest przeznaczone do przebywania osób na stałe, oraz jest

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

możliwość jego stałego zamknięcia dla osób nieupoważnionych. W pomieszczeniu należy przewidzieć możliwość modernizacji systemu wentylacji dostosowanego do wymogów wybranego producenta inwerterów. Minimalne wymagania w zakresie wentylacji i wolnych przestrzeni wokół falownika zostaną przedstawione w instrukcji producenta.

## 2. Część rysunkowa

### 2.1. Załączone rysunki

Spis rysunków

Nr rys.	Nazwa rysunku	skala
PT-IE -01	SZKIC SYTUACYJNY	1:500
PT-IE -02	SZKIC SYTUACYJNY – MAPA ZASADNICZA	1:200
PT-IE -03	RZUT DACHU – PLAN INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	1:200
PT-IE -04	SCHEMAT ROZBUDOWY ROZDZIELNICY RG	BS
PT-IE -05	SCHEMAT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	BS

### 2.2. Ogólny układ systemu



Rys.2.1. Koncepcja rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych na dachu.



Rys.2.2. Wizualizacja zacienienia.

### 3. Wstępna kalkulacja i analizy

#### 3.1. Roczna technologiczność (wydajność)

##### Instalacja

Układ zostanie zainstalowany w lokalizacji: Nowa Ruda osiedle Piastowskie 17

Poniższa tabela przedstawia podstawowe dane geograficzne miejsca instalacji.

Dane geograficzne miejsca	
Lokalizacja	57-400 Nowa Ruda
Szerokość	50.581353
Długość geograficzna	16.496285
Roczna średnia temperatura	8,1 °C
Suma roczna nasłonecznienia globalnego	1036,6 kWh/m <sup>2</sup>
Wartości natężenia promieniowania słonecznego	NASA-SSE

W tej lokalizacji mamy pozyskane następujące dzienne natężenie promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni, według źródła NASA-SSE.

Miesiąc	Rozproszone dzienne [kWh/m,]	Bezpośrednie dzienne [kWh/m,]	Globalne dzienne [kWh/m,]
Styczeń	0,63	0,36	0,99
Luty	0,98	0,75	1,73
Marzec	1,52	1,12	2,64
Kwiecień	2,10	1,67	3,77
Maj	2,51	2,28	4,79
Czerwiec	2,69	1,99	4,68
Lipiec	2,59	2,18	4,77
Sierpień	2,25	2,12	4,37
Wrzesień	1,60	1,29	2,89
Październik	1,01	0,75	1,76
Listopad	0,63	0,32	0,95
Grudzień	0,50	0,25	0,75
<b>Rocznie</b>	<b>576,70</b>	<b>459,90</b>	<b>1036,60</b>

Biorąc pod uwagę miesięczne średnie dzienne natężenie promieniowania słonecznego oraz liczbę dni, które składają się na dwanaście miesięcy w roku, można określić wartość rocznego globalnego natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni dla lokalizacji Nowa Ruda. Ta wartość jest równa 1036,6 [kWh/m<sup>2</sup>].

##### Zacienienie odległe

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacienienia, ponieważ powoduje to straty energii, a tym samym energii produkowanej. Jednak w szczególnych przypadkach jest to dozwolone, jeżeli sytuacja jest właściwie oceniona.

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

W przypadku omawianej instalacji nie występuje zacielenia, które może znacząco wpływać na obniżenie parametrów pracy przedmiotowej mikroinstalacji.

*Obliczanie technologiczności*

Technologiczność systemu została obliczona na podstawie danych, pochodzących ze źródeł danych klimatycznych wg najbliższej stacji pogodowej, w miejscu instalacji w stosunku do przeciętnego rocznego globalnego promieniowania słonecznego na powierzchni poziomej.

Procedura obliczania energii wytwarzanej przez układ bierze pod uwagę moc szczytową, kąt nachylenia oraz azymut generatora PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu różnicy temperatury modułów, refleksji), wydajność falownika, wydajność optymalizatorów mocy, jak również współczynnik odbicia ziemi z przodu modułów (20%) (albedo).

W związku z tym, energia wytwarzana przez układ corocznie ( $E_p, y$ ) jest obliczana w następujący sposób:

$$E_{p,y} = P_{nom} * I_{rr} * (1 - Losses) = 34\,790,38 \text{ kWh}$$

Gdzie:

- $P_{nom}$  = Moc znamionowa systemu: 35,60 kW
- $I_{rr}$  = Roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 1118,46 kWh/m,
- $Losses$  = Straty mocy: 12,62 %

Straty mocy są spowodowane różnymi czynnikami. Poniższa tabela zawiera owe czynniki strat oraz ich maksymalne wartości przyjęte przez procedury obliczania systemu wydajności (technologiczności).

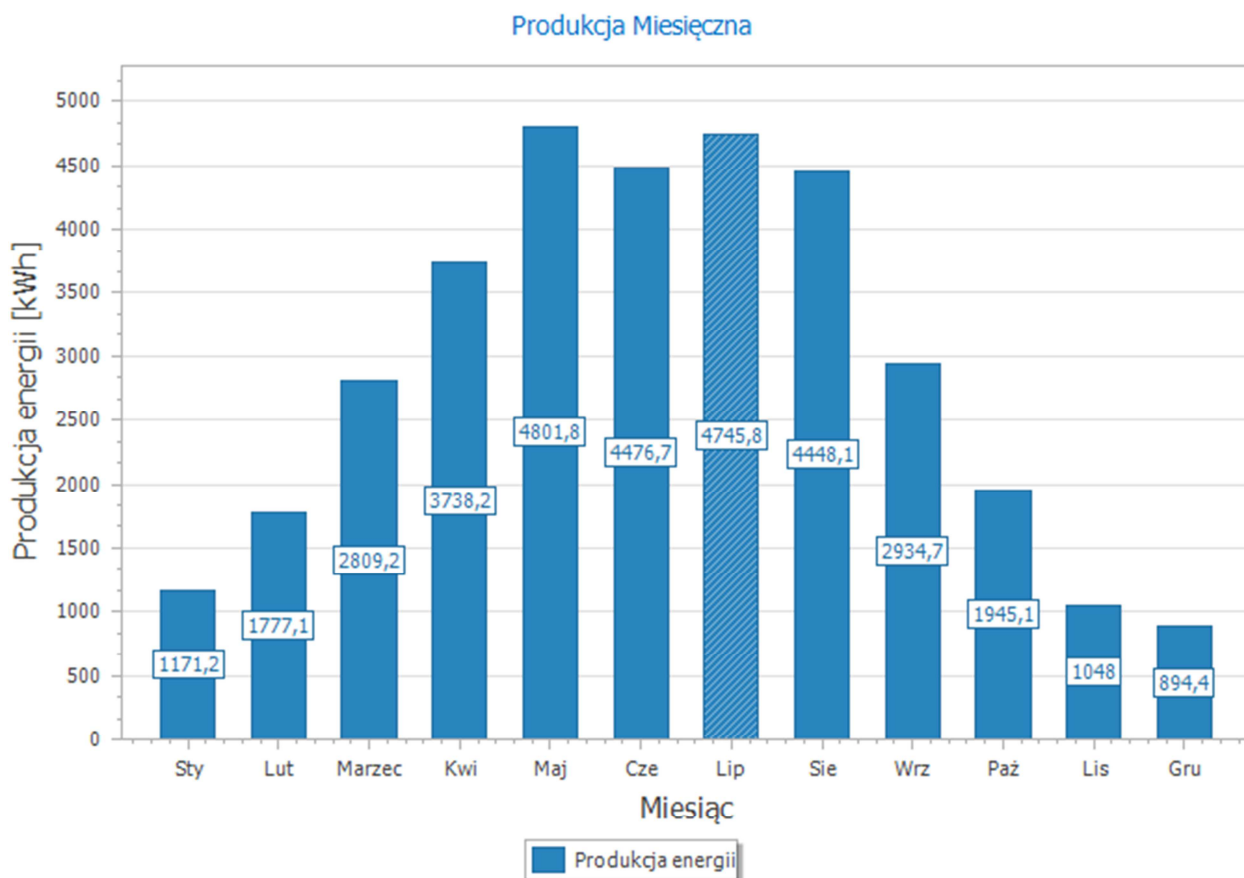
Straty	
Straty ciepła	3,00 %
Straty z niedopasowania	2,00 %
Straty rezystancyjne	4,00 %
Straty spowodowane konwersją DC/AC	2,30 %
Inne straty	2,00 %
Straty z zacielenia	0,00 %
<b>Straty całkowite</b>	<b>12,62 %</b>

EFEKT EKOLOGICZNY:

W odniesieniu do wyprodukowanej energii w ilości 34790,38 kWh mikroinstalacja zaoszczędzi emisji 25,07t CO<sub>2</sub>, co stanowi ekwiwalent posadzonych 1284 sztuk drzew.

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

Poniższy wykres przedstawia przewidywany trend miesięcznej produkcji energii przewidywany w danym roku.



Analiza zużycia i produkcji bezpośrednio - energii w obiekcie w pierwszym pełnym roku kalendarzowym po inwestycji.							
lp.	miesiąc	zużycie w 2019	oszacowana produkcja	oszacowana produkcja	auto - konsumpcja	niedobór / nadwyżka	do odbioru z magazynu
1	styczeń	1 660,00	1 171,20	2 948,30	1 660,00	1 288,30	901,81
2	luty		1 777,10				
3	marzec	7 710,00	2 809,20	6 547,40	6 547,40	-1 162,60	0,00
4	kwiecień		3 738,20				
5	maj	5 310,00	4 801,80	9 278,50	5 310,00	3 968,50	2 777,95
6	czerwiec		4 476,70				
7	lipiec	3 810,00	4 745,80	9 193,90	3 810,00	5 383,90	3 768,73
8	sierpień		4 448,10				
9	wrzesień	3 090,00	2 934,70	4 879,80	3 090,00	1 789,80	1 252,86
10	październik		1 945,10				
11	listopad	12 457,00	1 048,00	1 942,40	1 942,40	-10 514,60	0,00
12	grudzień		894,40				
RAZEM		34 037,00	34 790,30	34 790,30	22 359,80	753,30	8 701,35

Powyższa analiza bezpośrednio pokazuje autokonsumpcję obiektu oraz niedobór/nadwyżkę energii wraz z przekazaną energią do magazynu.

Nadwyżki energii przekazane do magazynu w miesiącach o zmniejszonej autokonsumpcji zostaną wykorzystane w miesiącach z niedoborem produkcji energii.

W związku z brakiem informacji o rozbudowie obiektu nie przewiduje się na powyższym etapie zwiększonego poboru energii w kolejnych latach eksploatacji obiektu.

### **3.2. Weryfikacja prawidłowego połączenia elektrycznego pomiędzy generatorem fotowoltaicznym i grupą konwersji DA/AC**

W celu doboru falownika jest zazwyczaj konieczne, aby zweryfikować zgodność używanych falowników z polami fotowoltaicznymi.

Weryfikacja falowników odnosi się do sekcji prądu stałego systemu fotowoltaicznego i dotyczy:

- Weryfikacja napięcia stałego
- Weryfikacja prądu stałego
- Weryfikacja mocy

#### **Weryfikacja napięcia stałego**

Sprawdzenie napięcia stałego wykonywane jest w celu weryfikacji, czy zestaw napięć dostarczanych przez pole fotowoltaiczne jest zgodny z zakresem wahań napięcia wejściowego falownika.

Innymi słowy, niezbędne jest, aby wyliczyć minimalny i maksymalny poziom napięcia pola ogniw fotowoltaicznych i zweryfikować, że pierwszy jest większy od minimalnej dopuszczalnej dla napięcia wejściowego falownika, a drugi jest mniejszy od maksymalnego napięcia wejściowego dopuszczalnego przez falownik.

#### **Weryfikacja prądu stałego**

Weryfikacja prądu stałego wykonywana jest w celu sprawdzenia, czy prąd zwarciowy pola PV @ STC jest mniejszy niż maksymalna dopuszczalna prądu wejściowego falownika.

#### **Weryfikacja mocy**

Weryfikacji mocy jest wykonywana w celu sprawdzenia czy moc znamionowa grupy konwersji DC / AC (suma mocy znamionowej falownika) jest większa niż 80,00% i mniejsza niż 120,00% mocy znamionowej systemu fotowoltaicznego (suma mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych).

Poniższe tabele przedstawiają wynik tych weryfikacji:

Inverter:1	
Limity napięcia	Mpp1 – Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (365,16 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mpp2 – Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (365,16 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mpp1 – Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (452,72 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mpp2 – Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (452,72 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mpp1 – Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (530,72 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mpp2 – Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (530,72 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mpp1 – Prąd zwarciowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
Limity prądu	Mpp2 – Prąd zwarciowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (99%) < (120 %)
Inverter:2	
Limity napięcia	Mpp1 – Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (292,12 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mpp2 – Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (292,12 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mpp1 – Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (362,17 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mpp2 – Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (362,17 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mpp1 – Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (424,57 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mpp2 – Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (424,57 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mpp1 – Prąd zwarciowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
Limity prądu	Mpp2 – Prąd zwarciowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (105%) < (120 %)

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

Category	
	Falownik
	<div>  Limity napięcia </div>
	Inverter:1: Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (365,16 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
	Inverter:1: Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (365,16 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
	Inverter:1: Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (452,72 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
	Inverter:1: Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (452,72 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
	Inverter:1: Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (530,72 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
	Inverter:1: Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (530,72 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
	Inverter:2: Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (365,16 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
	Inverter:2: Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,09°C (365,16 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
	Inverter:2: Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (452,72 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
	Inverter:2: Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,96°C (452,72 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
	Inverter:2: Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (530,72 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
	Inverter:2: Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,96°C (530,72 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
	<div>  Limity prądu </div>
	Inverter:1: Mppt1 - Prąd zwarciaowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
	Inverter:1: Mppt2 - Prąd zwarciaowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
	Inverter:2: Mppt1 - Prąd zwarciaowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
	Inverter:2: Mppt2 - Prąd zwarciaowy (23,06 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A)
	<div>  Limity mocy </div>
	Kable
	<div>  Spadek napięcia </div>
	Główny panel: Kabel: Spadek napięcia 1,39% < 2%
	Inverter:2: Kabel: Spadek napięcia 0,43% < 2%
	EP-DC - Inverter:2:10: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:4:2: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:4:2: Przewód łączący moduły Str:4:2 : Spadek napięcia 0,25% < 2%
	EP-DC - Inverter:2:9: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:4:1: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:4:1: Przewód łączący moduły Str:4:1 : Spadek napięcia 0,18% < 2%
	EP-DC - Inverter:2:8: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:4: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:4: Przewód łączący moduły Str:4 : Spadek napięcia 0,18% < 2%
	EP-DC - Inverter:2:7: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:3: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:3: Przewód łączący moduły Str:3 : Spadek napięcia 0,18% < 2%
	Inverter:1: Kabel: Spadek napięcia 0,43% < 2%
	EP-DC - Inverter:1:4: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:2:2: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:2:2: Przewód łączący moduły Str:2:2 : Spadek napięcia 0,26% < 2%
	EP-DC - Inverter:1:3: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:2:1: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:2:1: Przewód łączący moduły Str:2:1 : Spadek napięcia 0,18% < 2%
	EP-DC - Inverter:1:2: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:2: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:2: Przewód łączący moduły Str:2 : Spadek napięcia 0,18% < 2%
	EP-DC - Inverter:1:1: Kabel: Spadek napięcia 0,19% < 2%
	Str:1: Kabel: Spadek napięcia 0,39% < 2%
	Str:1: Przewód łączący moduły Str:1 : Spadek napięcia 0,18% < 2%
	Komponenty elektryczne
	<div>  Odłączniki </div>
	EP-DC - Inverter:1:1: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:1:2: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:1:3: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:1:4: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:2:7: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:2:8: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:2:9: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)
	EP-DC - Inverter:2:10: Prąd DC (11,53 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (800,00 V)



**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

Category	
<input checked="" type="checkbox"/>	Główny panel: Prąd (50,80 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i napięcie (230,00 V) <= Napięcie nominalne (800,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	Sieć elektryczna: Prąd (50,80 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i napięcie (230,00 V) <= Napięcie nominalne (800,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	Sieć elektryczna: Prąd (50,80 A) <= Prąd nominalny (63,00 A) i napięcie (230,00 V) <= Napięcie nominalne (800,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	Wyłączniki
<input checked="" type="checkbox"/>	Główny panel:
<input checked="" type="checkbox"/>	Sieć elektryczna:
<input checked="" type="checkbox"/>	Bezpieczniki
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:1: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:2: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:3: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:4: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:7: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:8: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:9: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:10: Prąd DC (11,53 A) <= Nominalne natężenie prądu (12,00 A) i Napięcie OC (530,72 V) w -5,0°C <= Napięcie nominalne (1 000,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	Ograniczniki przepięć
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:1: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:2: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:3: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:1:4: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:7: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:8: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:9: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	EP-DC - Inverter:2:10: Napięcie pracy ogranicznika (1 000,00 V) > 1.25 * Napięcie jałowe generatora @STC (491,00 V)
<input checked="" type="checkbox"/>	Główny panel:
<input checked="" type="checkbox"/>	System
<input checked="" type="checkbox"/>	Maksymalny spadek napięcia
<input checked="" type="checkbox"/>	Strona DC: spadek napięcia 0,58% < 2%
<input checked="" type="checkbox"/>	Strona AC: spadek napięcia 1,82% < 2%

### 3.3. Przewody elektryczne

Zwymiarowanie przewodów elektrycznych obejmuje następujące obliczenia:

Obliczanie spadku napięcia

Znając długość przewodu, typ kabla i maksymalny prąd na nim, obliczenie procenta spadku napięcia dla kabla na prąd stały jest uzyskane ze stosunku:

$$\Delta V_{\%} = 2 \cdot \frac{R}{V_{nom}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{L}{1000}$$

gdzie:

$L$  jest to długość przewodu w metrach,

$I_{nom}$  jest to prąd w kablu @STC,

$V_{nom}$  jest to napięcie na kablu @STC,

$R$  jest to odporność kabla na km długości, w temperaturze 80 °C .

Należy zwrócić uwagę na długość kabla, typ kabla i prąd maksymalny, obliczanie procentowego spadku napięcia na kablu dla prądu przemiennego uzyskuje się z relacji:

Uwaga: długość przewodu, rodzaj kabla i maksymalny prąd, który płynie, obliczenie procenta spadku napięcia dla przewodu, jest uzyskane z relacji:

Dla linii jednofazowej:

$$\Delta V_{\%} = 2 \cdot \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{V_{AC}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{L}{1000}$$

Dla linii trójfazowej:

$$\Delta V_{\%} = 1,73 \cdot \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{V_{AC}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{L}{1000}$$

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

gdzie:

$L$  to długość przewodu w metrach

$I_{nom}$  jest to prąd w kablu @STC

$V_{AC}$  jest to napięcie sieci

$R, X$  są to odporność i reaktancja linii na km długości, w temperaturze 80 °C

Poniższe tabele przedstawiają wykaz kabli używanych w systemie.

Tabela kabli					
Etykieta	Kod	Opis	Formacja	Spadek napięcia	Długość
C1		Z: Główny panel Do: Sieć elektryczna		1,19%	40 m
C2		Z: Inverter:2 Do: Główny panel		0,37%	5 m
C3		Z: EP-DC - Inverter:2:10 Do: Inverter:2		0,24%	10 m
C4		Z: Str:4:2 Do: EP-DC - Inverter:2:10		0,48%	20 m
C5		Przewód łączący moduły: Str:4:2		0,18%	7,24 m
C6		Z: EP-DC - Inverter:2:9 Do: Inverter:2		0,22%	10 m
C7		Z: Str:4:1 Do: EP-DC - Inverter:2:9		0,43%	20 m
C8		Przewód łączący moduły: Str:4:1		0,18%	8,29 m
C9		Z: EP-DC - Inverter:2:8 Do: Inverter:2		0,22%	10 m
C10		Z: Str:4 Do: EP-DC - Inverter:2:8		0,43%	20 m
C11		Przewód łączący moduły: Str:4		0,18%	8,33 m
C12		Z: EP-DC - Inverter:2:7 Do: Inverter:2		0,19%	10 m
C13		Z: Str:3 Do: EP-DC - Inverter:2:7		0,39%	20 m
C14		Przewód łączący moduły: Str:3		0,18%	9,38 m
C15		Z: Inverter:1 Do: Główny panel		0,37%	5 m
C16		Z: EP-DC - Inverter:1:4 Do: Inverter:1		0,24%	10 m
C17		Z: Str:2:2 Do: EP-DC - Inverter:1:4		0,48%	20 m
C18		Przewód łączący moduły: Str:2:2		0,18%	7,29 m
C19		Z: EP-DC - Inverter:1:3 Do: Inverter:1		0,24%	10 m
C20		Z: Str:2:1 Do: EP-DC - Inverter:1:3		0,48%	20 m
C21		Przewód łączący moduły: Str:2:1		0,18%	7,28 m
C22		Z: EP-DC - Inverter:1:2 Do: Inverter:1		0,19%	10 m
C23		Z: Str:2 Do: EP-DC - Inverter:1:2		0,39%	20 m
C24		Przewód łączący moduły: Str:2		0,18%	9,36 m
C25		Z: EP-DC - Inverter:1:1 Do: Inverter:1		0,19%	10 m
C26		Z: Str:1 Do: EP-DC - Inverter:1:1		0,39%	20 m
C27		Przewód łączący moduły: Str:1		0,18%	9,34 m

#### 4. System mocowania

Pokrycie dachu budynku jest wykonane z papy termozgrzewalnej ułożonej na konstrukcji stropodachu wykonanej na płycie żerańskiej.

Powierzchnia połaci dachu oraz zapotrzebowanie na zużywaną energię umożliwia rozłożenie na niej 80 modułów o wymiarach podanych w specyfikacji.

Kąt nachylenia paneli generatora PV min 10 st. max. 30 st. Konstrukcja wspierająca moduły powinna wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji oraz być dostosowana do warunków atmosferycznych ( I strefa obciążenia śniegiem i III strefa obciążenia wiatrem )

Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wyrwywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

W celu minimalizowania tych sił należy zastosować się do następujących uwag:

- moduły PV nie powinny wystawać poza poziomą i pionową linię budynku. Dystans pomiędzy modułem PV, a krawędzią dachu powinna być przynajmniej 5 razy większa niż prześwit między krawędzią modułu PV, a połacią dachu,
- wszystkie odstępy pomiędzy modułami PV powinny być takie same i być niewielkie, aby minimalizować ciśnienie jakie tworzy się za modułem PV.

Ze względu na przeszkody w połaci dachowej w postaci kominów, schodów kominarskich i innych, płaszczyzna modułów nie będzie zwarta

W przypadku dachów płaskich moduły należy montować na systemie dedykowanym do dachów płaskich. Proponowany system opiera się na płytach montażowych mocowanych pod papę oraz trójkątów montażowych z możliwością regulowania kąta nachylenia pozwalających na uzyskanie pożądanego kąta.

Moduły fotowoltaiczne są ułożone z dylatacjami pomiędzy sobą pozwalającymi na rozmieszczenie klem środkowych stabilizujących boki modułów. Wymiar ten jest powtarzalny albowiem jest narzucony wymiarami uchwytów (klem) służących mocowaniu modułów do szyn nośnych.

Ostateczna odległość rzędów od siebie jest uzależniona od uzgodnień jakie inwestor poczyni z wykonawcą.

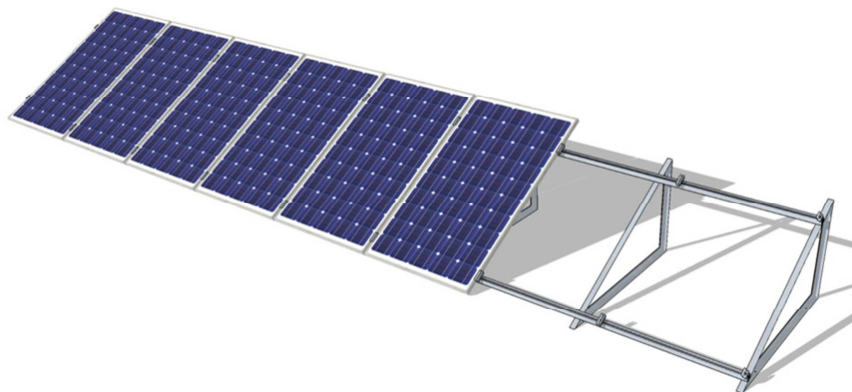
W celu zachowania należytej stabilności całego systemu, istotne jest zachowanie odpowiednich odstępów pomiędzy trójkątami oraz odpowiednie ich mocowanie. Dla wszystkich rodzajów trójkątów rekomendowany odstęp wynosi 100cm, w uzasadnionych przypadkach odstęp ten może zostać zwiększony do 120cm. Kotwienie każdego trójkąta wykonuje się w co najmniej dwóch punktach przyprostokątnej, będącej podstawą trójkąta.

Płytki mocujące należy rozłożyć w pożądanym miejscu na papie, montaż na papie wykonać zgodnie z zaleceniami producenta. Płytki mocujące należy połączyć z konstrukcją wsporczą. Do ustawionych trójkątnych konstrukcji należy przymocować profile aluminiowe systemowe. Przed przystąpieniem do montażu modułów należy odpowiednio rozmieścić klemy na profilach systemowych. Klemy stabilizujące powinny znaleźć się na module w miejscu zalecanym przez producenta wybranego modułu fotowoltaicznego.

W celu zachowania warunków gwarancji, instalator zobowiązany jest do odbycia szkolenia z montażu płyt mocujących oraz uzyskania certyfikatu ukończenia szkolenia u producenta tychże płyt.

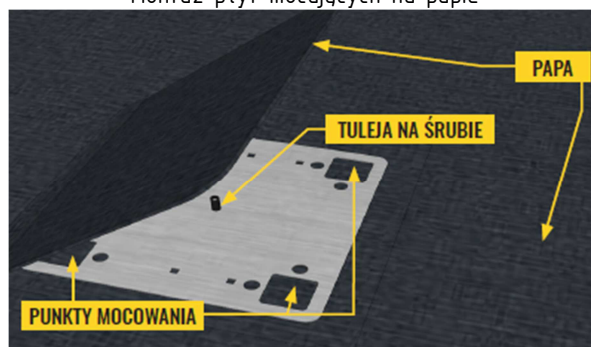
Wprowadzenie przewodów z połaci dachowej do wnętrza budynku wykonać za pomocą rozwiązań systemowych, typu fajka, zapewniających szczelność pokrycia dachowego i nie dopuścić do zaciekania wody pod dach.

System montażowy mocowania modułów fotowoltaicznych na dachach płaskich krytych membraną/papą z możliwością regulacji kąta nachylenia paneli fotowoltaicznych

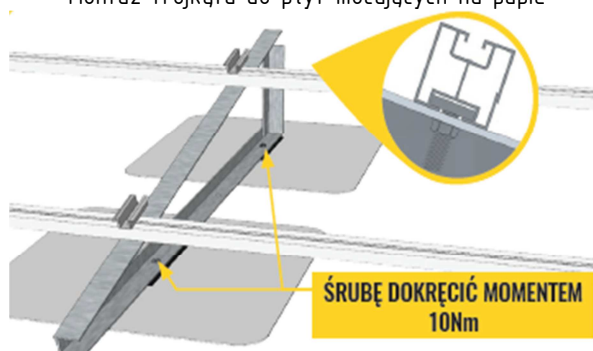


**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

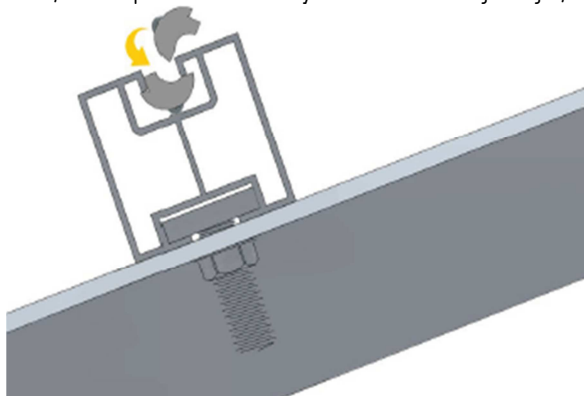
Montaż płyt mocujących na papie



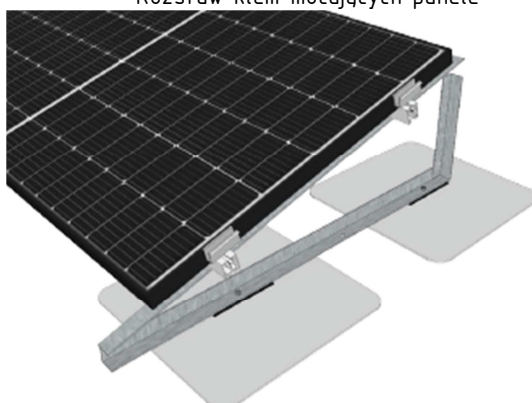
Montaż trójkąta do płyt mocujących na papie



Połączenie profili aluminiowych do konstrukcji trójkąta

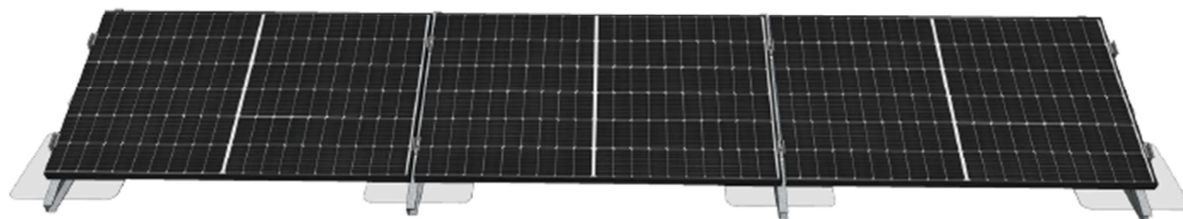


Rozstaw kłom mocujących panele



**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

System montażowy mocowania modułów fotowoltaicznych na dachach płaskich krytych membraną/papą – widok finalny



Przed przystąpieniem do prac należy za pomocą dedykowanego oprogramowania producenta systemu montażowego sporządzić szczegółowy plan montażu i rozmieszczenia elementów systemu. W kwestiach montażowych wykonawca musi dochować procedur montażu wybranego dostawcy, zawartych w szczegółowej instrukcji montażu.

Opis konstrukcji, której dane zaczerpnięto do analizy technicznego rozwiązania. *Źródło: Sklep KENO*

## **5. Ochrona obiektu**

### **5.1. Przeciwpowozarowy wyłacznik prądu**

Projektowana instalację należy wyposażyć w układ podłączony do automatyki przeciwpowozarowego wyłacznika prądu (PWP), który umożliwia wyłączenie zasilania budynku z sieci elektroenergetycznej z jednoczesnym odłączeniem zasilania z generatora PV w taki sposób, aby nigdzie nie występowało napięcie większe od napięcia bezpiecznego.

W celu zapewnienia odłączenia instalacji fotowoltaicznej od instalacji, zabudowane inwertery ma funkcję automatycznego wyłączenia w przypadku braku napięcia w rozdzielnicy głównej budynku. Zgodnie z normami jest to zabezpieczenie podwójne. Automatycznie i niezależnie od czynników zewnętrznych, inwertery przechodzą w stan uśpienia aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. W wyniku zadziałania systemu P.POŻ rozdzielnica PV AC zostaje odłączona od napięcia sieciowego.

Na etapie wykonawstwa należy przebudować instalację przeciwpowozarowego wyłacznika prądu (PWP) o układ powodujący wyłączenie elektrowni PV. PWP należy umiejscowić w złączu kablowym wyposażonym w wyłacznik z cewką wybijakową zlokalizowanym na zewnątrz budynku lub w rozdzielnicy głównej znajdującej się odrębnej strefie powozarowej (poza zakresem opracowania).

W sytuacjach wyłączenia awaryjnego przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcję gaśniczą, następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia DC.

### **5.2. Zabezpieczenie jednostek wytwórczych**

Inwerter posiadać będzie wbudowane zabezpieczenia: zerowo-nadnapięciowe, zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zapobiegające pracy niepełno fazowej. Dodatkowo Inwerter wyposażony jest w automatykę uniemożliwiającą pracę wyspową. Działanie wszystkich wbudowanych zabezpieczeń odbywać się będzie bezzwłocznie lub z krótką zwłoką czasową poniżej 0,2 s.

### **5.3. Ochrona odgromowa, połączenia wyrównawcze**

W przypadku istniejącego budynku należy przed wykonaniem robót dokonać sprawdzających pomiarów rezystancji uziemienia. W przypadku zmierzonej wartości rezystancji powyżej 10Ω należy wykonać nową instalację uziemienia.

Ochroną odgromową objęte zostaną wszystkie moduły fotowoltaiczne PV oraz zostaną one objęte systemem połączeń wyrównawczych. Każdy moduł fotowoltaiczny zostanie przyłączony za pomocą przewodu miedzianego LgY 16 mm<sup>2</sup> z konstrukcją bazową modułu. Projektuje się podłączanie do istniejącej instalacji odgromowej budynków, jeżeli taka istnieje. Jeżeli instalacja odgromowa nie istnieje i spadek dachu jest większy niż 1/10, to ochronę PV przed bezpośrednim uderzeniem pioruna powinny zapewniać zwody poziome ułożone na kalenicy i krawędziach dachu, ewentualnie uzupełnione zwodami pionowymi. W przypadku systemów PV montowanych na dachach płaskich należy zawsze stosować odpowiednio zaprojektowany system zwodów pionowych. Czyli, właściwy system ochrony przed bezpośrednim uderzeniem pioruna (przeznaczony do przejęcia prądu pioruna i odprowadzenia go do ziemi w sposób bezpieczny dla ludzi i urządzeń) tworzy się zawsze za pomocą odpowiedniego układu zwodów pionowych, poziomych lub ich kombinacji – zależnie od konstrukcji budynku i systemu PV. Do określenia wielkości i kształtu strefy ochronnej systemu odgromowego należy wykorzystać normy: PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenia życia. Zwody mogą być utworzone przez dowolną kombinację następujących elementów:

- prętów,
- rozpiętych przewodów,
- przewodów ułożonych w postaci sieci.

Instalacja ochrony odgromowej wymaga rozbudowy o zabudowanie dodatkowych zwodów pionowych podłączonych do istniejącej instalacji odgromowej. Zachować normatywne odstępy izolacyjne od instalacji PV. Zaleca się zastosowanie zwodów pionowych h=2m montowanych na podstawie betonowej.

Każdy moduł fotowoltaiczny zostanie połączony za pomocą przewodu miedzianego LgY 6 mm<sup>2</sup> z konstrukcją bazową modułu. Połączenie od konstrukcji wykonać przewodem miedzianym LgY 16 mm<sup>2</sup> do najbliższej lokalnej szyny uziemiającej (LSU). Przewody na dachu prowadzić w rurce ochronnej odpornej na promieniowa UV.

Od głównej szyny uziemiającej (GSU) lub od punktu probierczego na budynku powinna zostać zabudowana lokalna szyna uziemiająca (LSU) do której zostaną podłączone przewody PE od zabezpieczeń przeciwprzepięciowych DC i AC. Połączenie od GSU lub punktu probierczego do LSU powinno być wykonane przewodem o przekroju nie mniej niż 25mm<sup>2</sup> lub bednarką o przekroju 25x4m. Sposób wykonania i prowadzenia uziemienia od GSU lub punktu probierczego do LSU powinien zostać uzgodniony z inspektorem nadzoru i kierownikiem robót.

Przewód ochronny odprowadzający dla zabezpieczeń przepięciowych DC i AC nie powinien mieć mniejszej średnicy niż 16mm<sup>2</sup>. Wewnątrz budynku stosować przewody typu H07Z-K.

W okresie burz zabrania się przebywania osobom na użytkowanym dachu.

#### **5.4. Ochrona przeciwprzepięciowa**

W celu eliminacji przepięć wywołanych wyładowaniami atmosferycznymi lub czynnościami łączeniowymi w obiekcie należy zainstalować strefowy system ochrony przeciwprzepięciowej składający się z ochronników warystorowych.

Zarówno po stronie DC jak i AC należy przewidzieć ograniczniki przepięć, chroniące instalację przed przepięciami wskutek wyładowań atmosferycznych oraz od zakłóceń pochodzących z sieci.

W przypadku braku możliwości spełnienia odstępów izolacyjnych po stronie DC należy zastosować ograniczniki przepięć typu I+II.

#### **5.5. Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zostanie zapewniona przez:

- Zachowanie odległości izolacyjnych,
- Izolację roboczą,
- Uziemienie ochronne,
- Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

Projektowane instalacje elektryczne są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-60-364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

Po stronie AC jako system ochrony od porażień prądem elektrycznym zastosować należy samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S. Zamontować należy wyłączniki samoczynnie zapewniające, zgodnie z normą, wyłączenie zasilania.

Po stronie DC jako środek ochrony należy zastosować urządzenia o II klasie ochronności i izolacji równoważnej.

W zakresie ochrony przeciwporażeniowej w przypadku zaprojektowanego systemu inwerter powinien być fabrycznie wyposażony w aparat RCD (różnicowo-prądowy) 30mA zamontowany wewnątrz inwertera.

#### **5.6. Oznakowanie**

W budynku należy umieścić oznakowanie wg normy PN-EN 60364-7-712: Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712 Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania” dla bezpieczeństwa osób w tym służb ratowniczych należy oznakować znakiem informacyjnym:



Naklejka z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku powinna być umieszczona w miejscu:

- Przy rozdzielnicy RG i przy rozdzielnicy do której jest przyłączona instalacja PV,
- Obok licznika rozliczeniowego układu pomiarowego,
- Obok Przeciwpożarowego Wyłącznika Prądu.
- Przy wejściu do pom. technicznego w którym będą znajdować się inwertery.

Trasy kablowe powinny zostać odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.

#### **5.7. Ochrona przed korozją**

Do elementów wymagających ochrony, prace antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN -71/E-97053, 79/H-97070, 93/E - 04500 oraz N SEP - E - 001. Konstrukcje winny być zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie na gorąco. Przewody uziemiające wprowadzane do gruntu powinny być pokryte warstwą nie przepuszczającą wilgoci np. masą asfaltową.

### **5.8. Pomiary**

Po dokonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy przeprowadzić pomiary i testy określone wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN-EN 62446: 2016 t.j:

- Kontrola systemu DC,
- Kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym,
- Kontrola systemu AC,
- Test polaryzacji,
- Pomiar prądu obwodu otwartego
- Test ciągłości uziemienia ochronnego i ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych,
- Stanu izolacji kabli zasilających,
- Rezystancji uziemienia,
- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

Pomiar rezystancji uziemienia należy skorygować odpowiednim współczynnikiem zależnym od warunków atmosferycznych.

Wszystkie prace i pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – SEP E, SEP D.

### **5.9. Prace budowlane**

Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji zamurować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebiściach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie. Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w rurach ochronnych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego.

### **5.10. Wymagania BHP**

Urządzenia techniczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przez cały okres ich użytkowania. Montaż i eksploatacja urządzeń powinny odbywać się przy zachowaniu wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy, uwzględniając instrukcje zawarte w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej. Miejsce i sposób zainstalowania i użytkowania urządzeń powinny zapewniać dostateczną przestrzeń umożliwiającą swobodny dostęp i obsługę. Wszystkie urządzenia nie wymagają stałej obsługi, a tylko okresowego nadzoru.

## **6. Uwagi końcowe**

Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Kierownik Budowy winien opracować plan „BIOZ” zgodnie z ustaleniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 23.06.2003r. (Dz.U. Nr120 poz. 1126). Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia. O zamiarze przystąpienia do prac należy powiadomić właściwe Urzędy, użytkowników instalacji istniejących na działkach, zgodnie z uzgodnieniami branżowymi i wymogami Prawa budowlanego. Po zakończeniu prac należy wykonać inwentaryzację geodezyjną powykonawczą wraz z protokołami pomiaru według pkt. 5.8. Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt oraz dokumentację powykonawczą.

Przy szafach DC/AC paneli fotowoltaicznych należy zamontować gaśnicę 12kg do gaszenia urządzeń elektrycznych o napięciu powyżej 1kV

## **7. Stan prawny i obowiązki zarządcy**

Inwestycja nie wymaga pozyskania decyzji budowlanych zgodnie z zapisami Prawa Budowlanego z dnia 7 lipca 2020 r., Dz.U. z 2020 r. poz. 1333, art. 29 ust. 2 pkt 16 Inwestycja będzie realizowana na obszarze Natura 2000, jednakże nie jest przewidywany wymóg przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000, zgodnie z art. 59 ustawy z dnia



**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**  
**MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ ZLOKALIZOWANEJ NA DACHU BUDYNKU LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO**  
**im. HENRYKA SIENKIEWICZA W NOWEJ RUDZIE**  
57-400 Nowa Ruda os. Piastowskie 17

3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, ponieważ jest to inwestycja o charakterze proekologicznym. Instalacja nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi oraz bezpieczeństwo ich mienia. Inwestycja tak w trakcie jej realizacji jak i użytkowania nie stwarza uciążliwości dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych, a także w trakcie eksploatacji na przedmiotowej działce pozostanie nienaruszona.

Właściciel systemu PV, powinien monitorować system tak, aby przez cały czas mieć podgląd na produkt. System monitorowania ma zapewniać przegląd działania systemu i ostrzegać o nieprawidłowościach w jego pracy poprzez informowanie użytkownika o złej pracy systemu oraz o jego awariach.

Zgodnie z ustawą Prawo budowlane z dnia 7 lipca 2020 r., Dz.U. z 2020 r. poz. 1333, art. 62 do obowiązków zarządcy należy m.in. utrzymywanie w należyłym stanie technicznym całego obiektu, a do użytkowników (właścicieli) lokali – dbanie o należyty stan instalacji w zajmowanych pomieszczeniach i udostępnianie ich do okresowych przeglądów kontrolnych, a także powinien wykonać plan dla straży pożarnej i wykwalifikowanych służb ratowniczych (poglądowy schemat zasilania, z lokalizacją podstawowego wyposażenia instalacji PV), posiadać nr telefonów do instalatora urządzeń mikroinstalacji PV wraz z wykazem telefonów do wykwalifikowanego personelu, który mógłby wspomagać prowadzone działania ratownicze podczas ewentualnego zdarzenia.

Należy zaktualizować instrukcje bezpieczeństwa pożarowego o zakres dotyczący instalacji PV.

W przypadku remontu lub przebudowy należy dostosować instalację do obowiązujących przepisów, głównie w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, jeżeli niespełnienie tych przepisów zagrażałoby życiu ludzi. W zakresie omawianego obiektu z instalacji służących celom ochrony życia ludzi należy zweryfikować zastosowanie lub rozbudowę oświetlenia awaryjne i dostosować je do obowiązujących przepisów oraz zweryfikować wykonanie lub rozbudowę instalacji przeciwpożarowego wyłącznika prądu, umożliwiającego odcięcie prądu od wszystkich obwodów (wraz z instalacją PV), z wyjątkiem obwodów zasilających urządzenia i instalacje, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru,

#### **Uwarunkowania prawne do zrealizowania zadania:**

Projekt techniczny został opracowany zgodnie ze aktualnym stanem prawnym przypadającym na dzień 31.08.2020r.

Przed przystąpieniem do realizacji zadania należy (poniższe punkty poza zakresem opracowania):

- Uzyskać niezbędne uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych w przypadku instalacji przeciwpożarowego wyłącznika prądu, dostosowania oświetlenia awaryjnego oraz kierunkowego obiektu do aktualnych warunków technicznych i norm.

- Należy również po 19.09.2020r. uzgodnić projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z aktualnymi na dzień realizacji zadania wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej "uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej", projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej.

## **8. Informacja B10Z**

### **8.1. Zakres robót**

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- linie kablowe prądu stałego DC i zmiennego AC,
- rozdzielnie prądu stałego i zmiennego,
- przebudowa rozdzielni głównej niskiego napięcia.

### **8.2. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi**

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC i AC,
- urządzenia przekształtnikowe.

### **8.3. Przewidywane zagrożenia wynikające z realizacji robót budowlanych**

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 9m, podczas prac montażowych przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku i zewnętrznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów.

### **8.4. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac oraz dokonać wpisu do dziennika budowy.

### **8.5. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych**

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami.

Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach wyłączonych spod napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przez załączeniem napięcia.

## **9. Załączniki**

1. Ekspertyza techniczna – „Opinia techniczna dotycząca możliwości instalacji paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Liceum Ogólnokształcącego w Nowej Rudzie im. Henryka Sienkiewicza Oś. Piastowskie 17.” Określająca możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Liceum Ogólnokształcącego w Nowej Rudzie.
2. Rysunki zgodnie ze spisem rysunków,
3. Wytyczne dla dokumentacji projektowej,
4. Kosztorys inwestorski.

Opracowanie:  
mgr inż. Przemysław Zdyb