

# PROJEKT TECHNICZNY - MONTAŻ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

OBIEKT:	<b>ZESPÓŁ SZKÓŁ NR 1 CENTRUM KSZTAŁCENIA PRAKTYCZNEGO (BUDYNEK INTERNATU)</b>
ADRES INWESTYCJI:	<b>UL. WYSPIAŃSKIEGO 4 87-700 ALEKSANDRÓW KUJAWSKI działka: 040101_1.0001.340</b>
OPRACOWANIE:	<b>Instalacje elektryczne i elektroenergetyczne</b>
BRANŻA:	<b>Elektryczna</b>
INWESTOR:	<b>POWIAT ALEKSANDROWSKI UL. SŁOWACKIEGO 8 87-700 ALEKSANDRÓW KUJAWSKI</b>

PODMIOT ODPOWIEDZIALNY:	PODPIS / PIECZĘĆ:
AMM Investments Sp. z o.o. ul. Domaniewska 17/19 lok. 133 02-663 Warszawa NIP 7393887706	

DATA OPRACOWANIA: GRUDZIEŃ 2022 r.

# ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

<b>ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA</b>	<b>2</b>
<b>OPIS TECHNICZNY</b>	<b>3</b>
1.1 Podstawa opracowania	3
1.2 Przedmiot opracowania	4
1.3 Zakres opracowania	4
1.4 Opis rozwiązania	4
1.5 Przyłącze do sieci elektroenergetycznej	5
1.6 Kabel zasilający i rozdzielnice elektryczne	6
1.7 Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu skośnym płaskim	6
1.8 Instalacja elektryczna instalacji fotowoltaicznej (PV)	7
1.9 System monitorowania instalacji	13
1.10 Diagnostyka uszkodzeń systemów fotowoltaicznych	13
1.11 Gwarancja osiągnięcia efektu rzeczowego	14
1.12 Wskaźniki projektu	14
<b>WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DO WYKONANIA ROBÓT</b>	<b>15</b>
2.1 Wymagania szczegółowe dotyczące materiałów	15
2.2 Wymagania jakościowe dotyczące wykonania robót	15
2.3 Zasady wykonania robót	15
2.4 Założenia do zgłaszania instalacji przez Wykonawcę	16
2.5 Powykonawcza dokumentacja	16
2.6 Założenia do montażu mikroinstalacji fotowoltaicznej	16
2.7 Informacje o terenie prowadzonych prac	16
2.8 Ogólne wymagania dotyczące materiałów i sprzętu	18
2.9 Testy i pomiary końcowe	19
2.10 Odbiór robót	19
2.11 Uwagi	21
<b>BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA</b>	<b>24</b>
Załącznik 1 Miejsce montażu instalacji fotowoltaicznej - mapa poglądowa	28
Załącznik 2 Rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych - schemat	29
Załącznik 3 Schemat elektryczny	30
Załącznik 4 Dokumentacja fotograficzna	31
Załącznik 5 Koncepcja montażu instalacji fotowoltaicznej	32

# OPIS TECHNICZNY

## 1.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

1. Zlecenie inwestora.
2. Oględziny obiektu, w którym zaplanowano realizację robót montażowych.
3. Obowiązujące normy i przepisy:
  - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2021 poz. 2351 ze zm.);
  - Ustawa z 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2022 poz. 503 ze zm.);
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2022 poz. 1225);
  - Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2021 poz. 1973 ze zm.);
  - Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. 2021 poz. 2454);
  - Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie określania metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie - użytkowym (Dz. U. 2021 poz. 2458);
  - Ustawa z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2022 poz. 2057);
  - Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2022 poz. 1378);
  - 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 61439-1:2011 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic lub równoważna;
- 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.

## **1.2 PRZEDMIOT OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest dostawa i montaż instalacji fotowoltaicznej (PV) *on-grid* o mocy 39,6 kWp, służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego - na potrzeby własne Zespołu Szkół nr 1 Centrum Kształcenia Praktycznego (budynek internatu) zlokalizowanego przy ul. Wyspiańskiego 4, 87-700 Aleksandrów Kujawski.

## **1.3 ZAKRES OPRACOWANIA**

Zakres prac obejmuje:

1. Montaż systemu montażowego wykonanego z aluminium, obliczonego i zaplanowanego dla uwarunkowań dachu budynku.
2. Montaż modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 450 Wp - 88 sztuk.
3. Montaż inwertera fotowoltaicznego o mocy znamionowej 40,0 kW w optymalnym miejscu, uzgodnionym z Inwestorem - 1 szt.
4. Podłączenie strony DC do inwertera fotowoltaicznego i przeprowadzenie odpowiednich pomiarów elektrycznych stringów.
5. Podłączenie strony AC do istniejącej rozdzielni w budynku, na którym zostanie zamontowana instalacja fotowoltaiczna.

## **1.4 OPIS ROZWIĄZANIA**

Instalacja fotowoltaiczna jest bezobsługowym systemem zmieniającym energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zaplanowano wykonanie instalacji fotowoltaicznej *on-grid* (sieciowej), która poprzez odpowiednie przyłącze do sieci elektroenergetycznej umożliwia oddawanie energii elektrycznej na zewnątrz - w sytuacji, w której bieżąca produkcja energii elektrycznej przez instalację będzie wyższa od bieżącego jej zużycia w budynku. W sytuacjach odwrotnych (tj. bieżąca produkcja energii elektrycznej niższa od jej zużycia w budynku), niedobór będzie uzupełniany energią pochodzącą publicznej sieci elektroenergetycznej.

Instalacja fotowoltaiczna składa się w szczególności z paneli fotowoltaicznych, w których bezpośrednio zachodzi konwersja energii słonecznej na energię elektryczną (w postaci prądu stałego; z wykorzystaniem efektu fotowoltaicznego). Panele fotowoltaiczne zamontowane zostaną na dachu budynku, z wykorzystaniem odpowiednio dobranego i obliczonego systemu montażowego. Istotnym elementem instalacji fotowoltaicznej jest ponadto inwerter - przetwarzający prąd stały na prąd zmienny.

Proces produkcji energii jest w pełni zautomatyzowany, a w całej instalacji praktycznie nie występują elementy mechaniczne. Wszystko to sprawia, iż instalacja fotowoltaiczna wymaga minimalnego nakładu pracy (przeglądy okresowe; czyszczenie modułów - najczęściej w odstępach raz na rok).

Planowana instalacja składać się będzie łącznie z 88 szt. paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 450 Wp każdy, a także z 1 szt. inwertera fotowoltaicznego o mocy znamionowej 40,0 kW. Instalacja zostanie podłączona do rozdzielni nn. Uzyskana, łączna moc instalacji fotowoltaicznej wyniesie 39,6 kWp.

Wyprodukowana energia elektryczna zostanie w większości zużyta na potrzeby własne obiektu. Nadwyżki produkcji, jakie mogą okresowo wystąpić, będą oddawane do publicznej sieci elektroenergetycznej. W celu rozliczenia odbioru energii elektrycznej, zostanie zainstalowany przez dystrybutora zobowiązanego odpowiedni układ pomiarowo-rozliczeniowy.

**Tabela 1: Instalacja fotowoltaiczna - zestawienie materiałów**

	Ilość	Jednostka
<b>Konstrukcja wsporcza pod panele PV – montowana na dachu płaskim</b>	1	kpl.
<b>Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne 450 Wp</b>	88	szt.
<b>Złącza MC4</b>	1	kpl.
<b>Inwerter fotowoltaiczny 40,0 kW</b>	1	szt.
<b>Korytka kablowe</b>	1	kpl.
<b>Przewód solarny</b>	1	kpl.
<b>Okablowanie AC i DC</b>	1	kpl.
<b>Ochronniki przeciwprzepięciowe AC</b>	1	kpl.
<b>Ochronniki przeciwprzepięciowe DC</b>	1	kpl.
<b>Wyłączniki nadmiarowo-prądowe</b>	1	kpl.

## 1.5 PRZYŁĄCZE DO SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ

Będący przedmiotem opracowania budynek Zespołu Szkół nr 1 Centrum Kształcenia Praktycznego (budynek internatu) jest włączony do sieci elektroenergetycznej należącej do ENERGA OPERATOR SA. Po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej należy zgłosić ją do Operatora Sieci Dystrybucyjnej zgodnie z zatwierdzonymi procedurami. Operator w ramach włączenia sieci zapewnia dwukierunkowy odczyt energii (wytworzonej i pobranej).

## 1.6 KABEL ZASILAJĄCY I ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE

Należy wykonać rozdzielnicę 400/230V AC. Rozdzielnicę wyposażać w zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe, wyłącznik różnicowoprądowy oraz ogranicznik przepięć. Należy stosować osprzęt o stopniu szczelności IP65. Po wykonaniu prac i podłączeń wewnątrz rozdzielnic należy umieścić aktualne schematy instalacji elektrycznych.

## 1.7 MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU SKOŚNYM PŁASKIM

Panele fotowoltaiczne zostaną zamontowane na dachu płaskim budynku z wykorzystaniem systemowej konstrukcji montażowej typu balastowego.

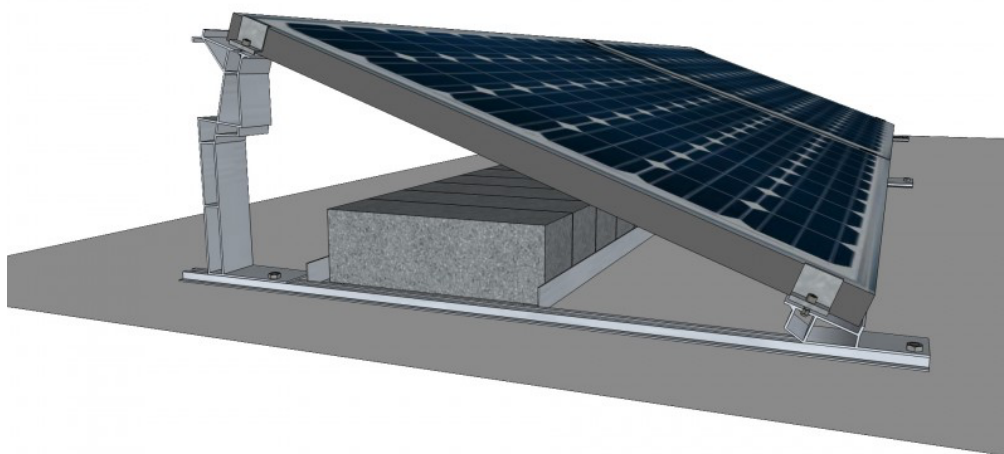
Konstrukcja tego typu składa się z podłużnych szyn montażowych, lekkich stojaków trójkątnych oraz okuć i akcesoriów ze stali nierdzewnej. Ruszt aluminiowy jest posadowiony bezpośrednio na bloczkach betonowych - pełniących rolę stabilizatora. Dzięki takiemu mocowaniu możliwe jest uniknięcie inwazji w elementy izolacyjne poszycia dachowego a instalacja PV odporna jest na porywy wiatru.

Dopuszcza się zastosowanie konstrukcji typu *aero* składającej się z podpór przednich oraz tylnych oraz osłon zabezpieczających zamontowane panele fotowoltaiczne przed działaniem wiatru.

Moduły fotowoltaiczne zostaną umocowane z wykorzystaniem klem aluminiowych na szynach montażowych. Zakłada się uzyskanie pochylenia zamontowanych modułów o  $15^{\circ}$  w stosunku do powierzchni ziemi. Zostanie zapewniona możliwość regulowania kąta nachylenia względem powierzchni dachu.

Zaprojektowana konstrukcja montażowa będzie dostosowana do lokalnych obciążeń wiatrem i śniegiem (tj. obciążenie wiatrem strefa 1, obciążenie śniegiem strefa 2).

### Rysunek 1. Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu płaskim - przykład konstrukcji



## 1.8 INSTALACJA ELEKTRYCZNA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ (PV)

### 1.8.1 Panele fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne są urządzeniami elektrycznymi, w których przy wykorzystaniu efektu fotowoltaicznego zachodzi bezpośrednia przemiana energii promieniowania świetlnego w energię elektryczną.

Zaplanowana instalacja o mocy 39,6 kWp składać się będzie z 88 paneli o mocy znamionowej 450 Wp każdy. Parametry techniczne paneli zawarto w Tabeli 2.

**Tabela 2. Minimalne parametry techniczne paneli fotowoltaicznych**

PARAMETR	WARTOŚĆ		JEDNOSTKA
	Dane ogólne		
Typ ogniwa	monokrystaliczne		
Masa	maks. 25		kg
Wymiary (D x S x W)	maks. 2150 x 1100 x 35		mm
Szyba przednia	hartowane szkło z powłoką antyrefleksyjną, 3.2 mm		
Ramka	stop anodyzowanego aluminium		
Stopień ochrony puszki przyłączeniowej	IP68		
Złącze	MC4 / C1		
Przewód	4,0 mm <sup>2</sup> , długość min. 1600 mm		
PID	odporne na degradację		
Gwarancja mechaniczna	min. 15 lat		
Gwarancja liniowa	min. 85% mocy początkowej po 25 latach użytkowania		
	Parametry elektryczne (w warunkach STC)		
Moc znamionowa	450		W
Sprawność modułu	20,0		%
Tolerancja mocy	(0/+5)		%
Współczynnik wypełnienia FF	78		%
	Wartości graniczne		
Maksymalne napięcie systemu	1500		V
Zakres temperatury	od -40 do +85		°C
Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg/wiatr)	2400		Pa

PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
Przetestowane obciążenie śniegiem	5400	Pa

### 1.8.2 Inwerter fotowoltaiczny

Inwerter fotowoltaiczny jest urządzeniem elektroenergetycznym służącym do przekształcania prądu stałego uzyskanego z paneli fotowoltaicznych na prąd zmienny o parametrach sieci energetycznej, do której zostaje podłączony.

W przypadku awarii sieci elektroenergetycznej, inwerter odłącza system fotowoltaiczny uniemożliwiając, ze względów bezpieczeństwa, dostarczanie wyprodukowanej energii do sieci.

Inwerter wyposażony będzie w zabezpieczenie zapobiegające prądom wstecznym, a także wyposażony będzie w system kontroli izolacji w części DC - pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli, jak również w samych panelach, dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania.

Zaplanowany inwerter umożliwi pełny nadzór pracy instalacji fotowoltaicznej. Zastosowane rozwiązanie układów sterowania, blokad i sygnalizacji pozwoli na bieżącą obserwację wszystkich elementów systemu, zdalną diagnostykę, przechowywanie danych i ich wizualizację.

W celu prawidłowego funkcjonowania systemu monitorującego Inwestor powinien zapewnić dostęp do sieci Internet, a także statyczny adres IP.

Na potrzeby montażu zaplanowano wykorzystanie 1 szt. inwertera fotowoltaicznego o mocy 40,0 kW. Parametry techniczne inwertera zawarto w Tabeli 3.

**Tabela 3. Minimalne parametry techniczne inwertera fotowoltaicznego**

PARAMETR	WARTOŚĆ
Znamionowa moc po stronie AC	40000 W
Maksymalna moc po stronie AC	40000 VA
Rodzaj falownika	trójfazowy, beztransformatorowy
Maksymalne napięcie wejściowe	900V
Znamionowe napięcie wyjściowe AC	480 / 220; 400 / 230 V
Częstotliwość zasilania AC	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Zabezpieczenia	- monitoring sieci, - ochrona przed tworzeniem wysp, - ochrona przed odwróconą polaryzacją.
Porty komunikacyjne	WLAN / Ethernet LAN / RS485
Język komunikacji	polski



PARAMETR	WARTOŚĆ
Liczniki energii	dzienny, okresowy, stały
Zapis archiwalnych parametrów	tak
Odczyt bieżących parametrów pracy	tak - strona DC i AC
Temperatura pracy	od -20 °C do +60°C
Chłodzenie	wymuszona konwekcja (wentylator)
Gwarancja	minimum 10 lat
Straty mocy w trybie nocnym	<3W
Sprawność Europejska	minimum 97,5%

### 1.8.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, ograniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego będzie wykonana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego oraz rozłącznikami bezpiecznikowymi.

Sekcja prądu przemiennego wykonana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC) Typu 1+2, napięciowy poziom ochrony:  $\leq 1,5$  kV. W budynku inwestora umiejscowiona jest rozdzielnica główna (RG).

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć szeregowo w „łańcuchy”, w celu zwiększenia bezpieczeństwa, zewnętrzne konektory szybkozłączy MC4 poszczególnych „łańcuchów” powinny być wykonane za pomocą tego samego typu i producenta zastosowanego szybkozłącza. Nadmiary przewodów pod konstrukcją PV należy bezwzględnie podwiesić do konstrukcji i zabezpieczyć je, by nie stwarzały zagrożenia oraz by nie dotykały bezpośrednio dachu. Wykonane podwieszenie przewodów musi być wykonane w sposób estetyczny za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV (lub za pomocą specjalnie przeznaczonych do tego celu chwytów mocujących przewody do ramy modułu) oraz w sposób umożliwiający szkodliwe działanie czynników atmosferycznych czy wilgoć. Szybkozłącza MC4 poszczególnych modułów należy mocować do konstrukcji w taki sposób by w maksymalny sposób zabezpieczyć je przed działaniem wilgoci oraz promieniowania UV. W miejscach, gdzie przewody są narażone na promieniowanie słoneczne należy zastosować stosowne osłony. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o odpowiednio dobranym przekroju (min. 6 mm<sup>2</sup>). W rozdzielniach należy zainstalować

podstawy bezpiecznikowe z odpowiednio dobranymi wkładkami, ograniczniki przepięć typu 1+2, wyłączniki różnicowo-prądowe, wyłączniki nadprądowe.

Należy zastosować inwerter z rozłącznikiem izolacyjnym. Przewody z poszczególnych łańcuchów modułów do miejsca przyłączenia należy powadzić w korytach kablowych lub rurkach instalacyjnych chroniących okablowanie przed uszkodzeniem mechanicznym. Zostanie zapewniona odpowiednia ochrona przed negatywnym oddziaływaniem UV.

Dla instalacji fotowoltaicznej wykonanej na budynku zaplanowano wyłączenie z głównego przycisku pożarowego. W tym celu należy zamontować po stronie DC instalacji PV wyzwalacze wzrostowe z rozłącznikami izolacyjnymi DC, celem awaryjnego odłączenia instalacji ogniw PV od sieci wewnętrznej budynku. Do wyzwalacza podłączyć istniejący na obiekcie przycisk ppoż typu "zbij szybkę" oznaczony jako ppoż GWP (GŁÓWNY PRZYCISK POŻAROWY) zabudowany wewnątrz budynku przy wejściu głównym, odpowiednio oznakowany. Połączenie przycisku wykonać przewodem typu NKGs.

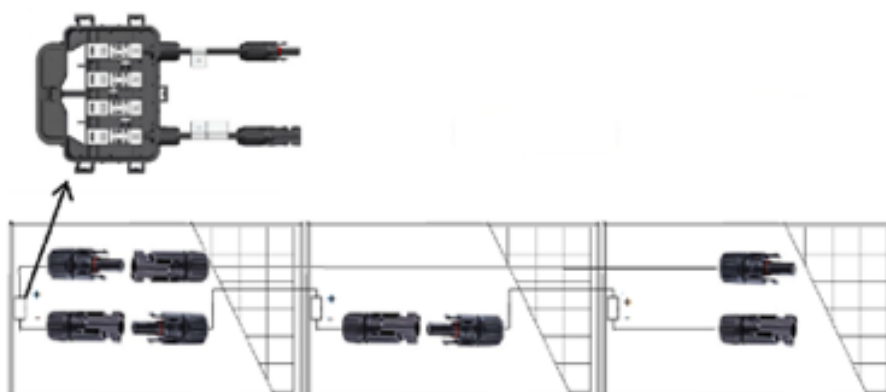
---

#### 1.8.4 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 6 mm<sup>2</sup>. Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Wpięcia będą poprzez złączki MC4.

Przykładowy sposób połączeń modułów przedstawia schemat ideowy. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć Typu 1+2 na napięcie 1000V DC z poziomem ochrony  $U_{imp} < 1,5kV$  dla 12,5kA(10/350μs)/1 bieg.

**Rysunek 2. Ideowy schemat połączeń modułów w pasma**



Kable zasilające LSHF 6 mm<sup>2</sup> od strony układu DC wprowadzone do budynku, w których napięcie może dochodzić do 1000V, należy układać bezpośrednio pod tynkiem o grubości minimum 5mm lub prowadzić natynkowo w instalacyjnych rurkach karbowanych RKGS lub instalacyjnych listwach ściennych. Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa osób

przebywających w budynku, nie dopuszcza się prowadzenia wewnątrz budynku okablowania po stronie DC w sposób nawierzchniowy bez zastosowania rurek ochronnych. Całość instalacji wykonać z należytą starannością i zgodnie ze sztuką. Prace wykonać zgodnie z rysunkami instalacyjnymi elektryki.

---

### **1.8.5 Okablowanie AC inwerterów**

Do montażu instalacji elektrycznej po stronie AC stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne bezhalogenowe typu N2XH-J z izolacją na 0,6/1kV,
- przewody jednożyłowe miedziane typu N2XH-J, LgY z izolacją na 750V,
- osprzęt elektryczny p/t i n/t – łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16A.

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami N2XH-J 5x10mm<sup>2</sup>. Kable nN powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401 lub równoważna. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięcioletowych w izolacji bezhalogenowej lub równoważnej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Należy dobrać okablowanie, tak aby straty na kablach nie przekraczały 1%. Rozprowadzane przewody należy zabezpieczać przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

---

### **1.8.6 Instalacja uziemiająca i odgromowa**

Poziom ochrony odgromowej należy dobrać zgodnie z normą PN-EN 62305 poprzedzając dobór analizą ryzyka.

Wszystkie elementy metalowe elektrowni PV w szczególności konstrukcja wsporcza oraz moduły muszą zostać objęte systemem uziemionych połączeń wyrównawczych. Konstrukcję należy uziemić w taki sposób, aby osiągnąć rezystancję uziemienia poniżej 10  $\Omega$  (pomiar ten powinien być potwierdzony za pośrednictwem urządzenia pomiarowego).

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom w obiekcie np. fundamentowy lub otokowy (typu B) lub wykonać dodatkowy uziom szpilkowy (typu A). Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10\Omega$ . Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaplanowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcję wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcję wsporczą.

W budynku będzie zlokalizowana Główna Szyna Uziemiająca. Należy połączyć kabel ochronny PE do inwertera i ramy modułów do Głównej Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

---

### **1.8.7 Instalacja wyrównawcza**

Konstrukcja korytek kablowych oraz inwerter należy połączyć do głównej listwy wyrównawczej budynku. Połączenie należy wykonać linką LgY 16 mm<sup>2</sup>.

---

### **1.8.8 Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy N-SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN-HD 60364- 4-41 lub równoważna) lub TN-S w zależności od istniejącego układu na obiekcie w którym zlokalizowana będzie instalacja fotowoltaiczna
- stosowanie ochrony uzupełniającej.

Zaplanowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych" lub równoważna. W ramach systemu ochrony od porażenia prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

---

### **1.8.9 Ochrona przeciwprzepięciowa**

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu I i II po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach AC oraz DC. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku zamontować ograniczniki typu I i II. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne ochronić ochronnikami dedykowanymi dla instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanymi w rozdzielnicy DC. W skrzynkach DC należy zastosować ograniczniki przepięć ograniczające łuk elektryczny w przypadku zadziałania.

W tablicy głównej zastosować ogranicznik iskiernikowy typu TNS. W przypadku lokalizacji rozdzielnic w odległości większej niż 10m, należy stosować typ 2 ogranicznika przepięć.

---

### **1.8.10 Ochrona przeciwpożarowa**

Instalacja fotowoltaiczna (panele PV, konstrukcja nośna, okablowanie, inwerter, zabezpieczenia po stronie AC/DC) służy do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego lub sztucznego. Przy niskim naświetleniu wartość wytwarzanego napięcia jest niską bądź zerową, w ciągu dnia osiągane jest napięcie maksymalne. Przewody od paneli do falownika są przewodami prądu stałego DC natomiast od falownika w kierunku sieci energetycznej przewodami prądu zmiennego AC. Instalacja fotowoltaiczna jest systemem produkującym prąd i może ulec zapaleniu.

Najbardziej prawdopodobnymi przyczynami pożaru jest mechaniczne uszkodzenie bądź przerwanie przewodów obwodu elektrycznego, mechaniczne uszkodzenie paneli mogące powodować zwarcie, uderzenie pioruna, błędy montażowe, nieumiejętne rozłączanie.

Wyłączenie głównego zasilania budynku wyposażonego w instalację fotowoltaiczną spowoduje zaprzestanie wytwarzania energii przez falownik po stronie prądu zmiennego AC nie powoduje zaprzestania generowania napięcia przez moduły fotowoltaiczne dlatego każdy panel należy wyposażać w optymalizator pozwalający w razie potrzeby obniżyć napięcie do bezpiecznego poziomu. Aby zwiększyć bezpieczeństwo ppoż należy zastosować przeciwpożarowy rozłącznik prądu stałego w rozdzielnicy RDC wyzwalany wyłącznikiem przeciwpożarowym ROP. Dzięki takiemu rozwiązaniu następuje odcięcie prądu stałego możliwie najbliżej modułów.

Ze względów bezpieczeństwa służby ratunkowe powinny postępować tak jak w przypadku instalacji będących pod napięciem. Urządzenia elektryczne gasić przeznaczonymi do tego gaśnicami proszkowymi zgodnie z instrukcją, nie dotykać nadpalonych przewodów itp. Osoba przeszkolona (właściciel instalacji) powinna w miarę możliwości odłączyć napięcie w obiekcie oraz wyłączyć inwerter, podjąć próbę ugaszenia pożaru w zarodku za pomocą przeznaczonej do tego gaśnicy proszkowej oraz wezwać odpowiednie służby straży pożarnej tel. 998, pogotowie energetyczne tel. 991, ogólny telefon alarmowy 112 jak i poinformować kierującego działaniem ratowniczym o zamontowanej instalacji fotowoltaicznej oraz czy zostało odłączone napięcie w budynku po stronie AC.

## **1.9 SYSTEM MONITOROWANIA INSTALACJI**

W celu monitorowania pracy inwertera i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, inwerter wyposażony zostanie w moduł komunikacyjny RS485 lub równoważny. Dopuszcza się również rozwiązanie w którym inwerter ma wbudowany lub zintegrowany system monitoringu, przesył danych itp.. Magistralę komunikacyjną należy wykonać kablem ekranowanym FTP (4x2x0,5 kat. 5e).

## **1.10 DIAGNOSTYKA USZKODZEŃ SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH**

Topologia systemu powinna w łatwy sposób pozwalać na zlokalizowanie łańcucha, w którym znajduje się uszkodzony moduł. Dane pomiarowe uzyskane z inwertera powinny pozwalać na porównanie chwilowych wartości i parametrów falownika z wartościami teoretycznymi.

W przypadku, gdy moduł jest uszkodzony następuje spadek mocy falownika, który jest sygnalizowany, a w toku odpowiednich pomiarów określone zostanie dokładne jego położenie.

### 1.11 GWARANCJA OSIĄGNIĘCIA EFEKTU RZECZOWEGO

Zgodnie z założeniami projektu przyjęto osiągnięcie minimalnych efektów rzeczowych:

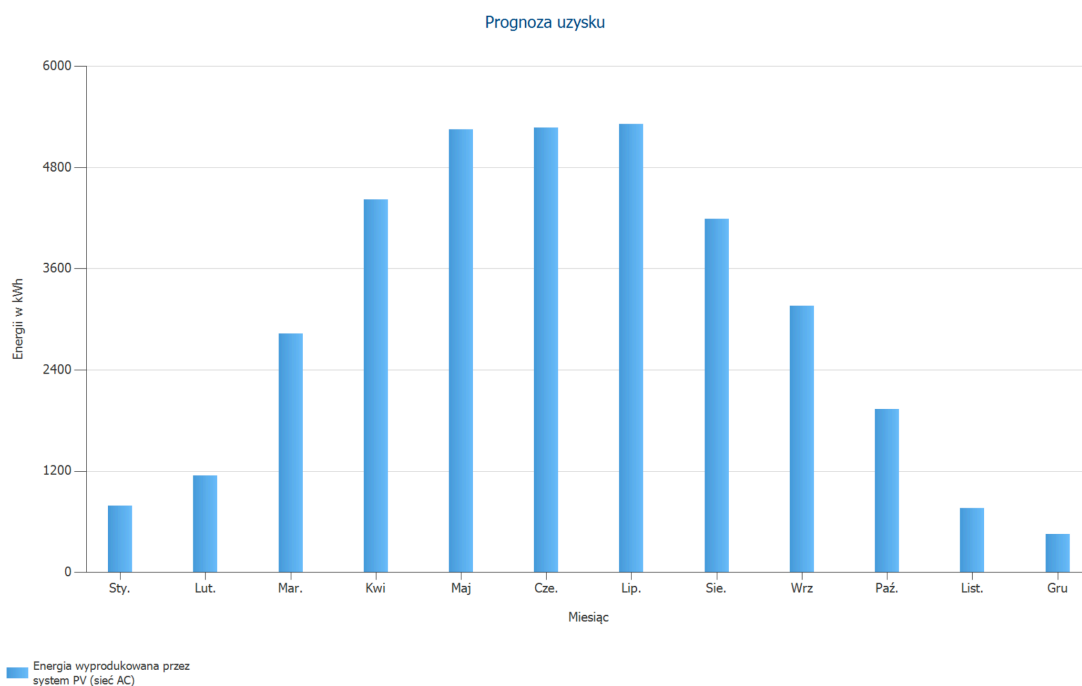
- Moc instalacji – 39,6 kW
- Ilość paneli fotowoltaicznych – 88 szt.
- Powierzchnia ogniw ~ 195,00 m<sup>2</sup>

### 1.12 WSKAŹNIKI PROJEKTU

Zakłada się osiągnięcie następujących, minimalnych wskaźników projektu:

- Roczny uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej - 35,518 MWh
- Roczna redukcja emisji do środowiska CO<sub>2</sub> - 28,84 Mg

#### Rysunek 3: Prognoza rocznego uzysku energii elektrycznej



# **WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DO WYKONANIA ROBÓT**

## **2.1 WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW**

Wymaga się, aby przy wykonywaniu robót montażowych stosować wyroby, które zostały dopuszczone do obrotu oraz powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie. Wszystkie niezbędne elementy powinny być wykonane w standardzie i zgodnie z obowiązującymi normami. Do wykonania robót Wykonawca zapewni dostarczenie kompletnych urządzeń i materiałów niezbędnych do realizacji przedmiotu zamówienia.

Każdy rodzaj robót, w którym znajdą się zakwestionowane przez Inwestora materiały, Wykonawca wykonuje na własne ryzyko.

## **2.2 WYMAGANIA JAKOŚCIOWE DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT**

Roboty przygotowawcze:

- ustawienie oznakowania informacyjnego oraz ostrzegawczego.

Roboty montażowe:

- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji przeznaczonej do wyznaczonego miejsca zamontowania,
- montaż inwertera i pozostałych urządzeń,
- montaż kompletnego okablowania,
- montaż zabezpieczeń przepięciowych,
- doprowadzenie przewodów AC do miejsca istniejącej tablicy bezpiecznikowej budynku oraz przystosowanej jej do podłączenia nowego obwodu,
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej,
- wszystkie pozostałe prace niezbędne do uznania zadania jako kompletnego,
- przekazanie do eksploatacji.

## **2.3 ZASADY WYKONANIA ROBÓT**

Roboty muszą być wykonane zgodnie z wymaganiami obowiązujących polskich przepisów, norm i instrukcji. Nie wyszczególnienie w niniejszym opracowaniu jakichkolwiek obowiązujących aktów prawnych nie zwalnia w żaden sposób od ich stosowania. Wszelkie materiały jak również wykonanie robót na podstawie zawartej umowy muszą spełniać wymagania polskich norm i przepisów. Bez uzyskania pisemnej zgody Inwestora nie jest możliwe zamawianie żadnych materiałów czy usług według zamiennych norm.

## **2.4 ZAŁOŻENIA DO ZGŁASZANIA INSTALACJI PRZEZ WYKONAWCĘ**

Wykonawca zobowiązany jest do opracowania dokumentacji powykonawczej. Wymaga się również przedłożenia do akceptacji rysunków powykonawczych oraz szczegółowych specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót instalacyjnych i montażowych przed ich skierowaniem do realizacji, w aspekcie ich zgodności ze schematem i umową.

Ponadto Wykonawca powinien zapewnić wykonanie:

- harmonogramu realizacji inwestycji – w uzgodnieniu z Inwestorem,
- planu organizacji i technologii robót.

## **2.5 POWYKONAWCZA DOKUMENTACJA**

Przedłożona dokumentacja powykonawcza powinna zawierać kpl. powykonawczy, tj.:

- powstałe w trakcie realizacji robót zmiany w dokumentacji,
- instrukcję obsługi i eksploatacji urządzeń, karty techniczne oraz świadectwa, certyfikaty, atesty itp.,
- potwierdzenie przeszkolenia osób biorących udział w inwestycji.

## **2.6 ZAŁOŻENIA DO MONTAŻU MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

Wykonawca w zakresie dostawy i montażu mikroinstalacji fotowoltaicznej będzie kierował się poniższymi wytycznymi:

- przed przystąpieniem do prac wykonawczych wykonawca musi zapoznać się opracowaną dla budynku dokumentacją;
- kąt pochylenia paneli fotowoltaicznych – należy zastosować optymalny kąt pochylenia, niezmienny dla ekspozycji panela w ciągu całego roku;
- kąt azymutu paneli fotowoltaicznych – należy zastosować optymalny kąt azymutu względem kierunku południowego, z ewentualnym odchyleniem, gwarantującym wymaganą sprawność i efektywną pracę instalacji fotowoltaicznych w skali całego roku;
- zacienienie instalacji PV – w celu uniknięcia niepotrzebnych skutków zacienienia należy przeanalizować lokalizację paneli fotowoltaicznych na etapie montażu tak aby urządzenia były usytuowane odpowiednio daleko od przeszkód i elementów, które potencjalnie, nawet w przyszłości mogą stanowić element zacinający (np. rosnące drzewa);
- dostosowanie konstrukcyjne systemu fotowoltaicznego dla budynku wskazanego do montażu tego systemu;
- schematy elektryczne dostosowane do przedstawionych w niniejszym opracowaniu zestawów fotowoltaicznych.

## **2.7 INFORMACJE O TERENIE PROWADZONYCH PRAC**

### **Organizacja robót**

Przekazanie na rzecz Wykonawcy terenu prowadzonych prac nastąpi zgodnie z terminem wskazanym w umowie. Wykonawca będzie prowadził roboty montażowe według uzgodnionego harmonogramu, zgodnie z zapisami Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia. Jest



zobowiązany do zapewnienia i utrzymania bezpieczeństwa aż do zakończenia odbioru końcowego.

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca jest zobowiązany do wykonania oznakowania informacyjnego i ostrzegawczego w miejscu prowadzenia robót oraz do przygotowania oraz rozlokowania zaplecza na terenie robót uzgodnionym z Inwestorem.

### **Zabezpieczenie interesów osób trzecich**

Osoby trzecie jak również osoby wykonujące roboty montażowe nie mogą być w żadnym stopniu narażone na działanie czynników szkodliwych lub niebezpiecznych dla zdrowia (np. hałas, wibracje, promieniowanie elektromagnetyczne itp.) Wykonawca odpowiada w pełni za ochronę własności w okresie trwania robót i będzie odpowiadać za wszystkie spowodowane przez niego szkody.

### **Ochrona środowiska**

Wykonawca ma obowiązek znać i stosować przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego w trakcie prowadzenia robót, a w szczególności:

- stosować się do Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz.U. 2021 poz. 2233 ze zm.);
- stosować się do Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2021 poz. 1973 ze zm.).

Wykonawca zobowiązuje się do natychmiastowego usunięcia wszystkich niepotrzebnych materiałów i odpadów z terenu robót.

### **Ochrona przeciwpożarowa i składowanie materiałów łatwopalnych**

Wykonawca ma za zadanie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej oraz utrzymywać sprawny sprzęt przeciwpożarowy, wymagany przez odpowiednie przepisy. Składowanie materiałów łatwopalnych powinno odbywać się zgodnie z obowiązującymi przepisami. Wykonawca odpowiedzialny będzie za wszystkie straty spowodowane pożarem wywołanym jako rezultat realizacji robót.

### **Bezpieczeństwo i higiena pracy oraz ochrona zdrowia**

Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony zdrowia w trakcie realizacji zamówienia, w szczególności zapewni, aby personel nie wykonywał prac w warunkach niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia oraz nie spełniających wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał w pełnej gotowości i sprawności urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież ochronną dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych przy robotach montażowych. Wszyscy pracownicy Wykonawcy będą odpowiednio przeszkoleni przed rozpoczęciem pracy oraz odpowiednio nadzorowani w czasie jej wykonywania.

W trakcie realizacji zadania Wykonawca zapewni co najmniej:

- środki pierwszej pomocy;

- osoby przeszkolone do udzielania pierwszej pomocy,
- odpowiednie środki komunikacji i transportu na okoliczność wypadku,
- sprzęt monitorujący,
- sprzęt ratowniczy,
- sprzęt przeciwpożarowy,
- łączność ze strażą pożarną, pogotowiem ratunkowym i policją.

## **2.8 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW I SPRZĘTU**

### **Wymagania ogólne**

Stosowane przez Wykonawcę przy realizacji zamówienia materiały powinny:

- być nowe i nieużywane,
- odpowiadać wymaganiom norm i przepisów oraz dokumentacji,
- posiadać wymagane atesty i certyfikaty, w tym również świadectwa dopuszczenia do obrotu.

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca winien przedstawić do aprobaty kompletną listę urządzeń i wyrobów, które zastosuje do wykonawstwa wraz z ich kartami technicznymi i rysunkami. Każda propozycja Wykonawcy nie odpowiadająca wymaganiom technicznym, jakościowym bądź estetycznym może zostać odrzucona.

Dostarczone na miejsce robót materiały należy Zweryfikować pod względem kompletności i zgodności z danymi technicznymi producenta.

### **Przechowywanie i składowanie materiałów**

Tymczasowo składane materiały, do czasu ich wykorzystania, powinny zostać zabezpieczone tak, aby nie uległy zanieczyszczeniu, zniszczeniu bądź uszkodzeniu, zachowały swoją jakość i właściwość do etapu robót. Miejsca czasowego składowania będą zlokalizowane na terenach Zorganizowanych przez Wykonawcę, uzgodnionych z Inwestorem. Po stronie Wykonawcy leży również obowiązek zabezpieczenie towarów przed kradzieżą.

### **Wymagania dotyczące środków transportu**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i przewożonych materiałów. Dostawa materiałów powinna nastąpić po uprzednim przygotowaniu pomieszczeń magazynowych i składowiska na placu robót montażowych a środki i urządzenia transportowe powinny być odpowiednio przystosowane do przewozu materiałów, urządzeń, konstrukcji itp.

W czasie transportu należy zabezpieczyć przewożone przedmioty w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu. Materiały mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu, ważne by zostały równomiernie rozmieszone na całej powierzchni ładunkowej i zabezpieczone przed przesuwaniem lub spadaniem.

## **2.9 TESTY I POMIARY KOŃCOWE**

Po wykonaniu montażu instalacji fotowoltaicznej należy przeprowadzić (jeszcze przed zgłoszeniem gotowości do odbioru - jeden z warunków odbioru) testy końcowe oraz uruchomienie testowe instalacji.

W ramach przeprowadzonych testów oraz kontroli instalacji należy wykonać wymienione poniżej czynności:

- a) kontrola strony DC;
- b) kontrola ochrony przeciw przepięciom;
- c) kontrola strony AC;
- d) kontrola oznakowania i identyfikacji;
- e) testy ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych;
- f) test polaryzacji;
- g) pomiar napięcia obwodu otwartego;
- h) pomiar prądu;
- i) testy funkcjonalności;
- j) testy rezystancji izolacji;
- k) pomiar rezystancji uziemienia;
- l) kontrola ochrony przeciwporażeniowej oraz dodatkowo pomiary zalecane przez normę PN-EN 62446-1:2016-08;
- m) badanie kamerą termowizyjną.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – SEP, a urządzenia pomiarowe muszą posiadać wymagane przepisami prawa certyfikaty. Kopie uprawnień należy dołączyć do każdego z protokołów pomiarów.

## **2.10 ODBIÓR ROBÓT**

### **Odbiór końcowy**

Odbiór i przekazanie przedmiotu zamówienia do eksploatacji musi być poprzedzony następującymi działaniami:

- przyłączenie instalacji PV do rozdzielnic głównej budynku;
- wykonanie rozruchu instalacji PV;
- konfiguracja parametrów pracy;
- testy i pomiary parametrów;
- konfiguracja zdalnego dostępu za pośrednictwem aplikacji/strony internetowej.

Przyłączenie instalacji PV do rozdzielnic głównej budynku, obejmuje w szczególności:

- wykonanie prac przyłączeniowych polegających na montażu urządzeń do zdalnej transmisji danych pomiarowych z układów pomiarowych;
- opracowanie instrukcji ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji;
- opracowanie instrukcji obsługi instalacji PV na potrzeby Zamawiającego oraz przeszkolenie w zakresie bieżącej obsługi osób rekomendowanych przez Zamawiającego.

Wykonanie rozruchu elektrowni obejmuje w szczególności:

- zgłaszanie Zamawiającemu i Inspektorowi nadzoru gotowości do odbioru zakończonych wszystkich prac;
- dokonanie przez Wykonawcę wszelkich prób, sprawdzeń, pomiarów, badań, ekspertyz, regulacji oraz rozruchu instalacji PV pozwalających na eksploatację;
- udział w protokolarnym odbiorze końcowym zakończonych prac.

Odbiór końcowy od Wykonawcy przeprowadza przedstawiciel Zamawiającego (Inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą złożoną z rzeczoznawców i przedstawicieli użytkownika oraz kompetentnych organów.

Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać właściwie udokumentowane.

Do przeprowadzenia odbioru konieczne jest:

- przygotowanie dokumentacji powykonawczej (dokumentacja projektowa z naniesionymi na czysto zmianami i uzupełnieniami w trakcie wykonywania robót (również elektroniczna);
- dokumentacja uzasadniająca uzupełnienia i zmiany wprowadzone w trakcie wykonania robót;
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów;
- protokoły i zaświadczenia z dokonanych prób pomontażowych;
- protokoły pomiarów i badań;
- świadectwa jakości i dopuszczenia do eksploatacji urządzeń i materiałów;
- DTR zamontowanych urządzeń.

Kierownik Wykonawcy robót elektrycznych przygotowuje instalację elektryczną oraz niezbędne dokumenty do odbiorów.

Przy odbiorze końcowym należy:

- sprawdzić zgodność wykonanych robót z umową, projektem wykonawczym, warunkami technicznymi wykonania, normami, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej;
- sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokołami oraz ewentualnymi protokołami z rozruchu technologicznego;
- w przypadku odbioru całości obiektu stwierdzić, czy spełnia on zasady prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki.

Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Zamawiającego i oddającego wykonany obiekt (lub roboty) oraz przez osoby biorące udział w czynnościach odbioru, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia. W przypadku, gdy wyniki odbioru końcowego upoważniają do przyjęcia obiektu do eksploatacji (przyjęcia we władanie), protokół powinien zawierać odnośne oświadczenie lub w przeciwnym przypadku, odmowę wraz z jej uzasadnieniem; w obu przypadkach konieczny jest odpowiedni wpis w protokole.

Wymagania dotyczące dostawy i montażu oraz konfiguracji aplikacji komputerowej.

Wykonawca dostarczy i zaprogramuje aplikację komputerową służącą do określania korzyści z instalacji OZE. Aplikacja będzie narzędziem, poprzez które Zleceniodawca będzie nadzorował funkcjonowanie instalacji PV. Poprzez aplikację osoby wskazane przez Zamawiającego będą mieli zdalny dostęp do aplikacji za pomocą przyznanego loginu i hasła. Każdy z użytkowników aplikacji będzie mógł pozyskać dane na temat efektywności ekonomicznej, energetycznej i ekologicznej przedsięwzięcia OZE Zleceniodawcy a także o możliwych anomaliach w funkcjonowaniu systemu. Aplikacja powinna również umożliwić dokonywanie analiz porównawczych działania poszczególnych urządzeń w obrębie instalacji PV Zleceniodawcy. Administrator aplikacji powinien mieć możliwość ustawienia jakie informacje będą dostępne dla użytkowników. Aplikacja powinna również umożliwić w przyszłości rozbudowę bazy dostępnych instalacji o nowe instalacje w celu ich porównywania ze sobą. Dostęp do aplikacji będzie bezpłatny.

## **2.11 UWAGI**

Wszelkie prace wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami szczególnie zgodnie z PBUE oraz BHP. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonywać należy pod nadzorem osoby uprawnionej posiadającej odpowiednie kwalifikacje, będącej członkiem Izby Inżynierów Budownictwa, zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych" tom V.

Wszelkie zmiany wynikłe w trakcie realizacji a niezawarte w niniejszej dokumentacji, wymagają zgody autora/inwestora. Uszczelnienie przepustów w miejscu przejść przewodów i kabli przez przegrody (ściany, stropy) należy wykonać w systemie posiadającym aktualne dopuszczenie do stosowania (aprobatę techniczną, certyfikat zgodności, deklarację zgodności).

Całość prac należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.

Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych.

Prace wykonawcze realizować zgodnie z Prawem Budowlanym, z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP.

W trakcie wykonywania instalacji wykonywać na bieżąco pomiary, a po wykonaniu przeprowadzić szczegółowe pomiary. Wyniki pomiarów wpisać do protokołu pomiarowego.

Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej, a po zakończeniu prac powinien opracować projekt powykonawczy, do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów.

Prace wykonawcze skoordynować z pozostałymi branżami.

Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w Szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.

W opracowaniu podano rozwiązania i wymagania zaakceptowane przez Inwestora. Inwestor dopuszcza stosowanie innych równoważnych rozwiązań, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w dokumentacji i na ich podstawie uzyskania akceptacji Autora i Inwestora.

Wszystkie materiały zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE, certyfikaty, deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować.

# BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA

OBIEKT:	<b>ZESPÓŁ SZKÓŁ NR 1 CENTRUM KSZTAŁCENIA PRAKTYCZNEGO (BUDYNEK INTERNATU)</b>
ADRES INWESTYCJI:	<b>UL. WYSPIAŃSKIEGO 4 87-700 ALEKSANDRÓW KUJAWSKI działka: 040101_1.0001.340</b>
OPRACOWANIE:	<b>Instalacje elektryczne i elektroenergetyczne</b>
BRANŻA:	<b>Elektryczna</b>
INWESTOR:	<b>POWIAT ALEKSANDROWSKI UL. SŁOWACKIEGO 8 87-700 ALEKSANDRÓW KUJAWSKI</b>

PODMIOT ODPOWIEDZIALNY:	PODPIS / PIECZĘĆ:
AMM Investments Sp. z o.o. ul. Domaniewska 17/19 lok. 133 02-663 Warszawa NIP 7393887706	

**DATA OPRACOWANIA: GRUDZIEŃ 2022 r.**

## **BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA**

Przedsięwzięciem, dla którego opracowano niniejszą informację jest dostawa i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej na potrzeby Zespołu Szkół nr 1 Centrum Kształcenia Praktycznego (budynek internatu) w Aleksandrowie Kujawskim.

Zakres realizacji robót:

- rozbudowa rozdzielni,
- montaż w rozdzielni zabezpieczeń,
- montaż instalacji elektrycznej w budynku wraz z tablicami bezpiecznikowymi.

Kolejność realizacji robót:

- ułożenie kabli instalacyjnych i montaż rozdzielni głównej i tablic bezpiecznikowych,
- montaż osprzętu elektrycznego,
- montaż instalacji fotowoltaicznej,
- montaż instalacji przepięciowych,
- wykonanie pomiarów powykonawczych instalacji.

### **3.1 ROBOTY PRZY MONTAŻU MIKROINSTALACJI**

Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót wykończeniowych:

- upadek pracownika z wysokości (brak zabezpieczenia uprząży do pracy na wysokości, brak balustrad ochronnych przy podestach roboczych rusztowania; brak stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przy wykonywaniu robót związanych z montażem lub demontażem rusztowania);
- uderzenie spadającym przedmiotem osoby postronnej korzystającej z ciągu pieszego usytuowanego przy miejscu prowadzenia robót montażowych.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu mikroinstalacji fotowoltaicznych są odpowiednio przeszkoleni w zakresie BHP (wstępne, okresowe, stanowiskowe) oraz otrzymali odpowiedni instruktaż na konkretnym stanowisku pracy.

W dziedzinie budownictwa elektrycznego budowa, a także eksploatacja linii kablowych i instalacji elektrycznych do 1 kV, a także nadziemnych charakteryzuje się występowaniem robót o zwiększonym zagrożeniu z punktu widzenia bezpieczeństwa i higieny pracy. Z tego względu ściśle przestrzeganie obowiązujących przepisów BHP stanowi szczególnie odpowiedzialne zadanie dla personelu nadzoru i wszystkich pracowników zatrudnionych w tej dziedzinie.

Ogólne zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie, a także eksploatacji linii należy przyjmować z ogólnobudowlanych przepisów BHP wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury



z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401).

Ponadto obowiązują:

- PN-90/Z-08057 Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości;
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. 1996 nr 62 poz. 287).

Przy ręcznej lub mechanicznej obróbce elementów stalowych i kamiennych, pracownicy powinni używać środków ochrony indywidualnej, takich jak:

- gogle lub przyłbice ochronne,
- hełmy ochronne,
- uprząż i liny do pracy na wysokości,
- rękawice wzmocnione skórą,
- obuwie z wkładkami stalowymi chroniącymi palce stóp.

Stanowiska pracy powinny umożliwić swobodę ruchu, niezbędną do wykonywania pracy.

### **3.2 WYKAZ ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH**

Ogólnodostępne obiekty kulturalne, budynki o charakterze edukacyjnym, budynki szpitali i zakładów opieki medycznej oraz budynki kultury fizycznej.

### **3.3 WYKAZANIE ELEMENTÓW ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI LUB TERENU, KTÓRE MOGĄ STWARZAĆ ZAGROŻENIE BEZPIECZEŃSTWA I ZDROWIA LUDZI**

Inwestycja nie stwarza zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi na działkach przyległych do terenu inwestycji.

### **3.4 WSKAZANIE DOTYCZĄCE PRZEWIDYWANYCH ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH PODCZAS REALIZACJI ROBÓT, OKREŚLAJĄCE SKALĘ I RODZAJE ZAGROŻEŃ ORAZ MIEJSCE I CZAS ICH WYSTĄPIENIA**

Zagrożenie podczas prac na wysokości przy montażu paneli fotowoltaicznych i zasilających urządzeń elektrycznych.

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- stłuczeniem,
- skaleczeniem,
- porażeniem prądem elektrycznym,
- poparzeniem,
- upadkiem.

Czynności przewidywane w trakcie montażu należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

### **3.5 WSKAZANIE SPOSOBU PROWADZENIA INSTRUKTAŻU PRACOWNIKÓW PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO REALIZACJI ROBÓT SZCZEGÓLNIE NIEBEZPIECZNYCH**

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsce występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- posiadać aktualne badania lekarskie,
- posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- posiadać poświadczenie szkolenia okresowego BHP.

### **3.6 WSKAZANIE ŚRODKÓW TECHNICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH ZAPOBIEGAJĄCYCH NIEBEZPIECZEŃSTWOM WYNIKAJĄCYM Z WYKONYWANIA ROBÓT W STREFACH SZCZEGÓLNEGO ZAGROŻENIA ZDROWIA LUB W ICH SĄSIEDZTWIE, W TYM ZAPEWNIAJĄCYCH BEZPIECZNĄ I SPRAWNĄ KOMUNIKACJĘ, UMOŻLIWIAJĄCĄ SZYBKĄ EWAKUACJĘ NA WYPADEK POŻARU, AWARII I INNYCH ZAGROŻEŃ.**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2013 poz. 492). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsce pracy,
- wyłączenie urządzeń przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadających aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich normach i dokumentacji producenta,
- sprawdzanie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem,
- sprawdzenie poprawności wykonania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia,
- zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- uziemienie wyłączzonego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonania prac,
- środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcje: koordynującego, dopuszczającego, kierownika robót,

- planowane przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami polskich norm, obowiązujących przepisów, instrukcji eksploatacji oraz wytycznych Inwestora.

### **3.7 PRZEPISY ZWIĄZANE**

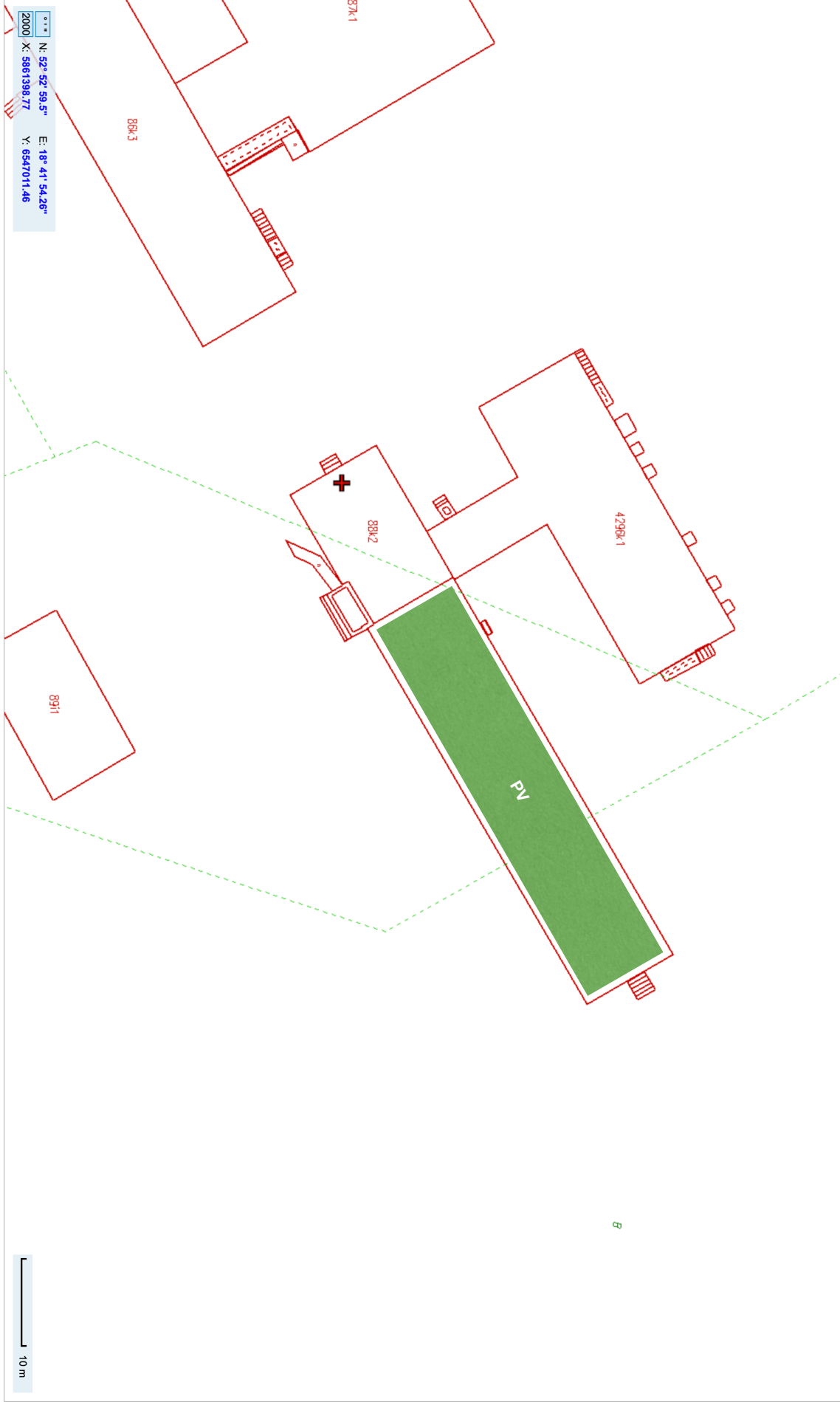
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2021 poz. 2351 ze zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz.U. 2022 poz. 1385 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2013 poz. 492);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401).

### **3.8 PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT WYMAGANE JEST OPRACOWANIE PLANU BIOZ PRZEZ KIEROWNIKA ROBÓT**

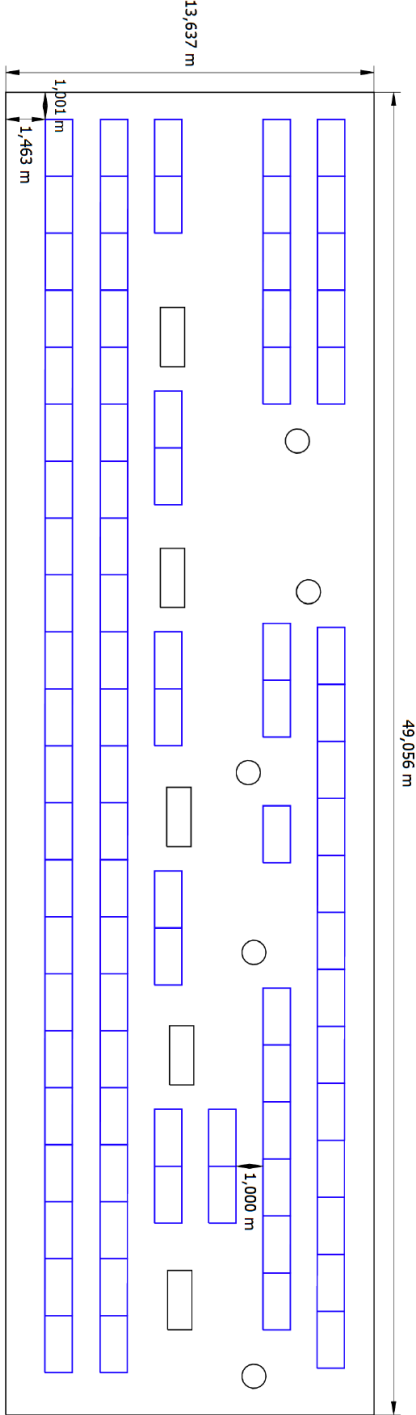
### **3.9 PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA**

- Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. 2022 poz. 1510 ze zm.);
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2021 poz. 2351 ze zm.);
- Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz.U. 2022 poz. 1514 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. 2003 nr 120 poz. 1126);
- Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 maja 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2019 poz. 1099);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. 1996 nr 62 poz. 287);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 19 grudnia 2007 r. w sprawie rzeczoznawców do spraw bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2007 nr 247 poz. 1835 ze zm.);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów (Dz.U. 1996 nr 60 poz. 279 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz.U. 2018 poz. 583 ze zm.);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz.U. 2012 poz. 1468);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401).

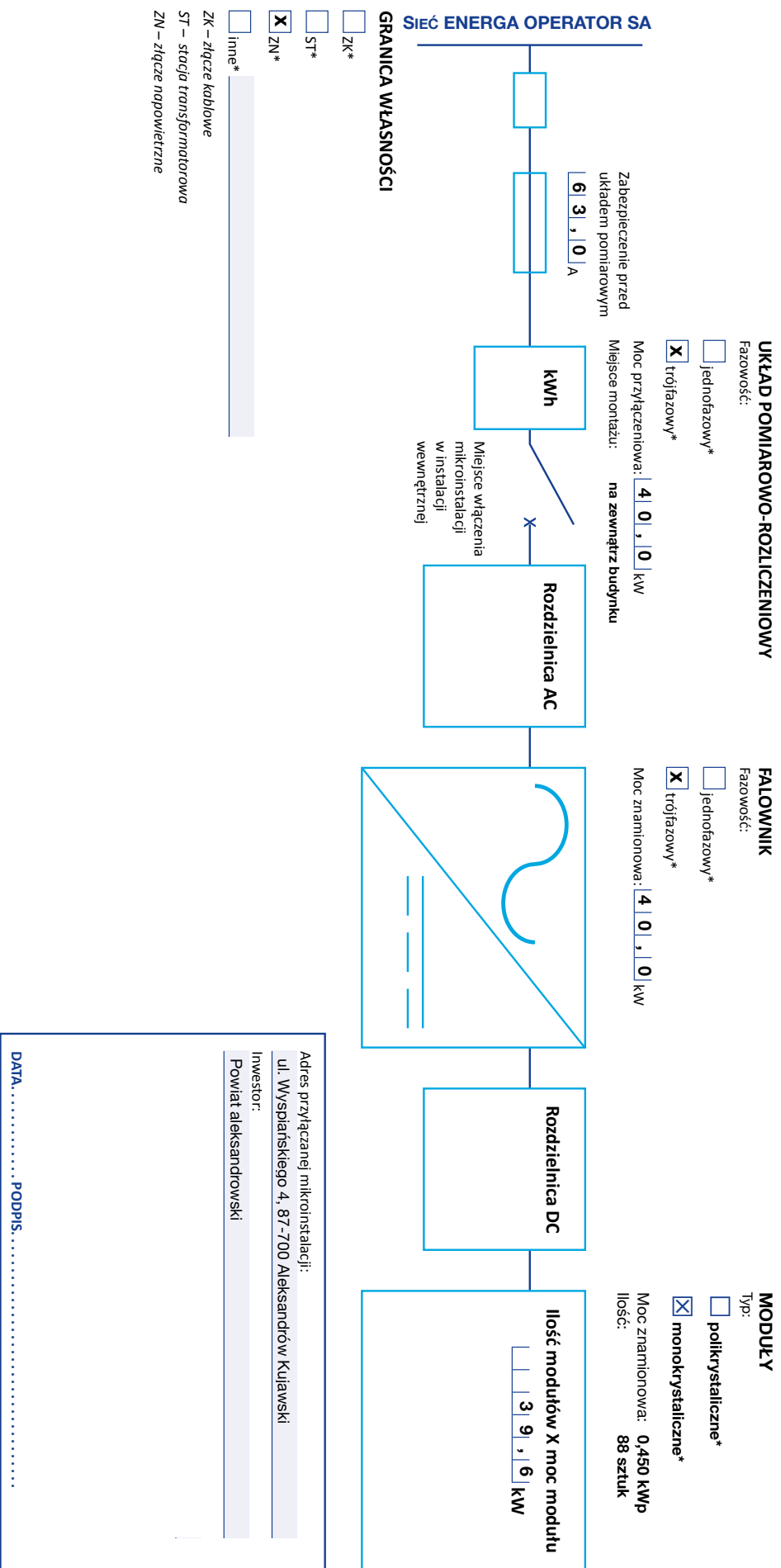
**ZAŁĄCZNIK 1 MIEJSCE MONTAŻU INSTALACJI FOTOWOLTAEICZNEJ - MAPA POGŁĄDOWA**



**ZAŁĄCZNIK 2 ROZMIESZCZENIE PANELI FOTOWOLTAICZNYCH**



**INSTALACJA FOTOWOLTAIKZNA O MOCY 39,6 kWp**  
**UL. WYPIAŃSKIEGO 4, 87-700 ALEKSANDRÓW KUJAWSKI**



## Załącznik 5 Koncepcja montażu instalacji fotowoltaicznej

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

---

### Przedsiębiorstwo

**AMM Investments Sp. z o.o.**

ul. Domaniewska 17/19/133  
02-663 Warszawa  
Polska

E-mail: [biuro@amminvestments.pl](mailto:biuro@amminvestments.pl)

---

### Klient

**Starostwo Powiatowe w Aleksandrowie Kujawskim**

ul. Słowackiego 8  
87-700 Aleksandrów Kujawski

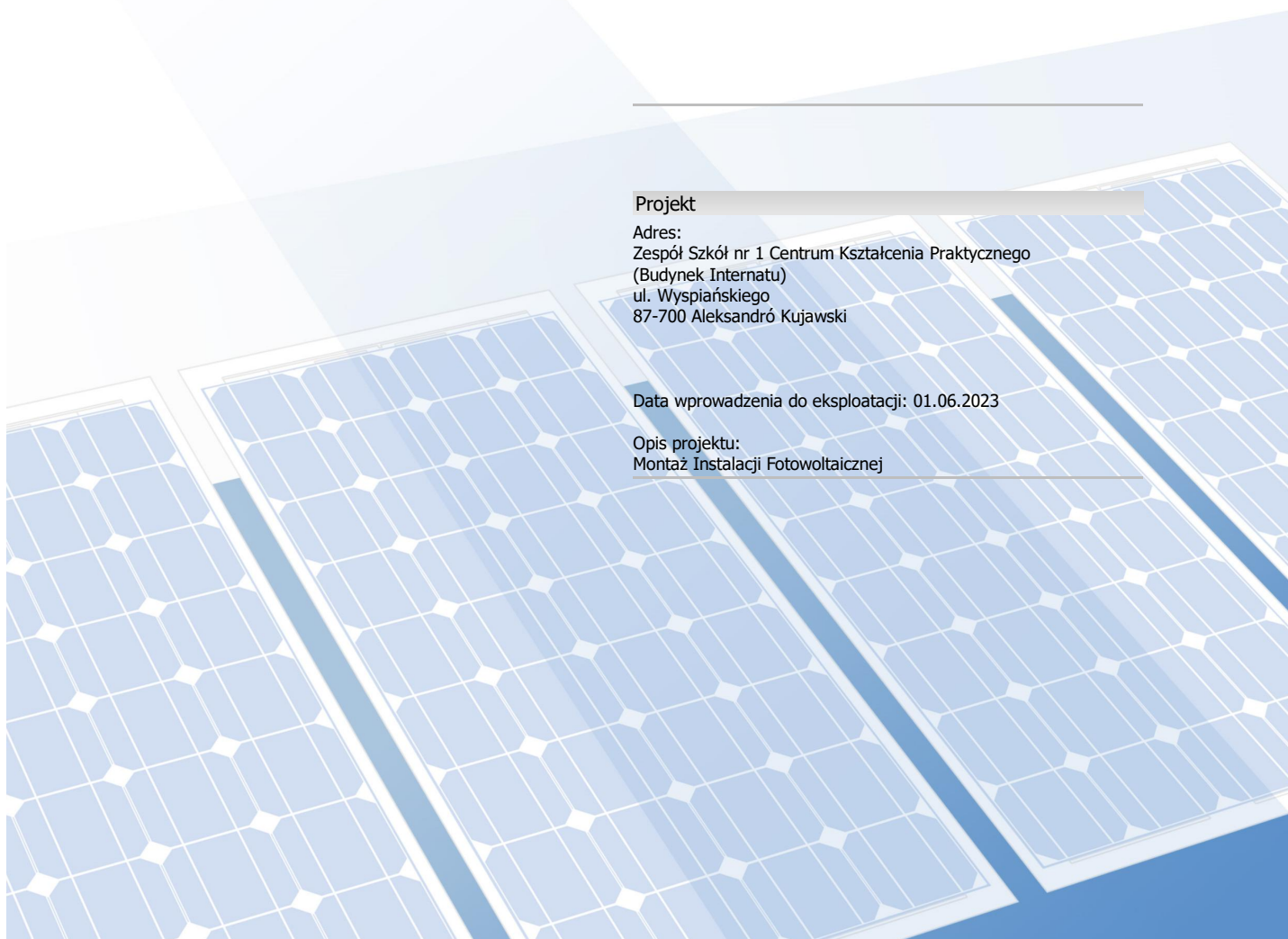
### Projekt

Adres:  
Zespół Szkół nr 1 Centrum Kształcenia Praktycznego  
(Budynek Internatu)  
ul. Wyspiańskiego  
87-700 Aleksandrów Kujawski

Data wprowadzenia do eksploatacji: 01.06.2023

Opis projektu:  
Montaż Instalacji Fotowoltaicznej

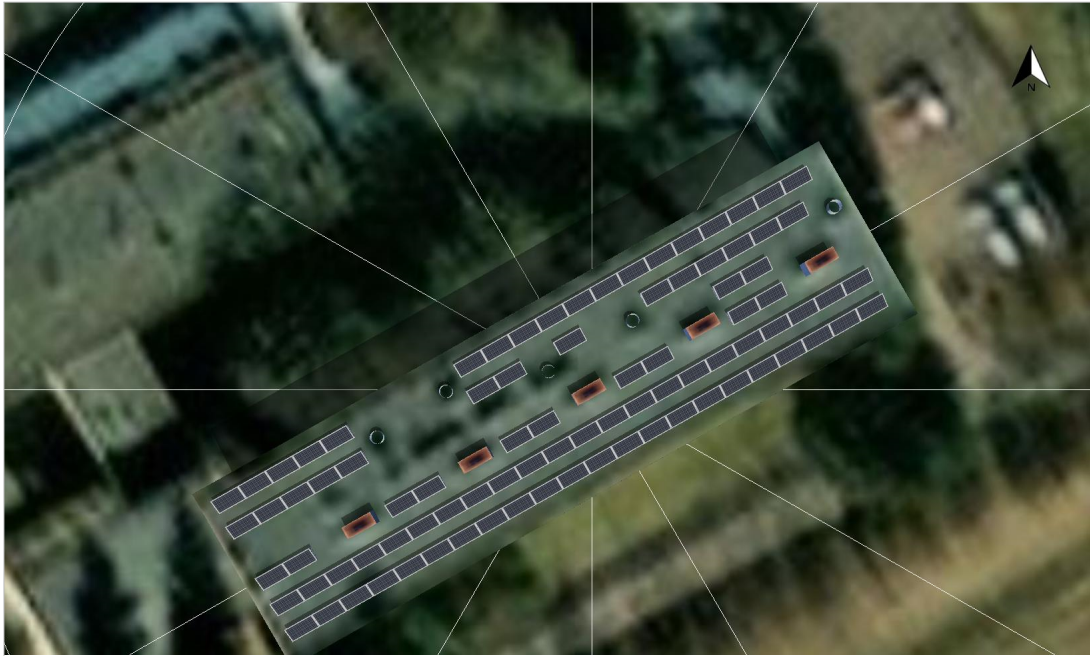
---



Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"



### 3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne

Torun (2000 - 2009)

Moc generatora PV

39,6 kWp

Powierzchnia generatora PV

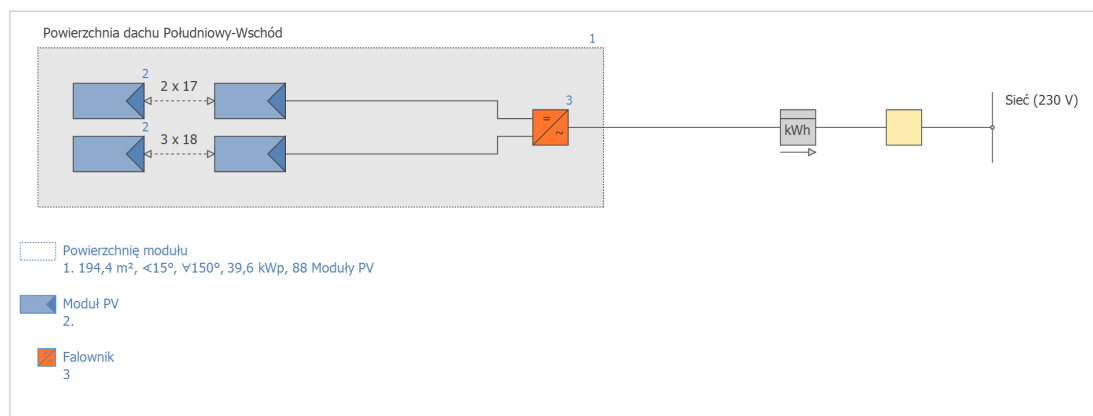
194,4 m<sup>2</sup>

Liczba modułów PV

88

Liczba falowników

1





Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

**"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"**

---

**Zysk**

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	35 518 kWh
Spec. uzysk roczny	896,91 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	81,4 %
Obliczenie strat przez zacinienie	1,2 %/rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	21 311 kg / rok

**Twój zysk**

Całkowite koszty inwestycji	190 080,00 zł
Zwrot całkowitych nakładów	15,98 %
Okres amortyzacji	6,2 lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	0,28 zł/kWh

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV\*SOL ). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

### Struktura instalacji

Dane klimatyczne  
Rodzaj instalacji

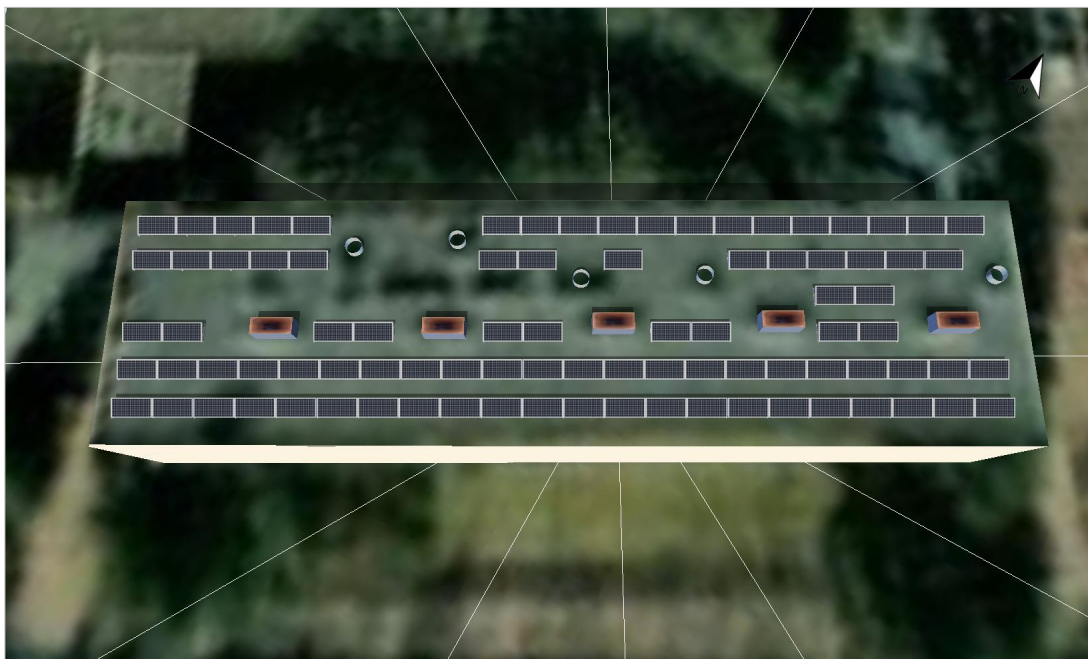
Torun  
3D, Podłączona do sieci instalacja  
fotowoltaiczna (PV)

### Generator PV Powierzchnię modułu

Nazwa  
Moduły PV\*  
Producent  
Nachylenie  
Orientacja  
Rodzaj montażu  
Powierzchnia generatora PV

Powierzchnia dachu Południowy-Wschód  
88

15 °  
Południowy-wschód 150 °  
Wolnostojący na dachu płaskim  
194,4 m<sup>2</sup>

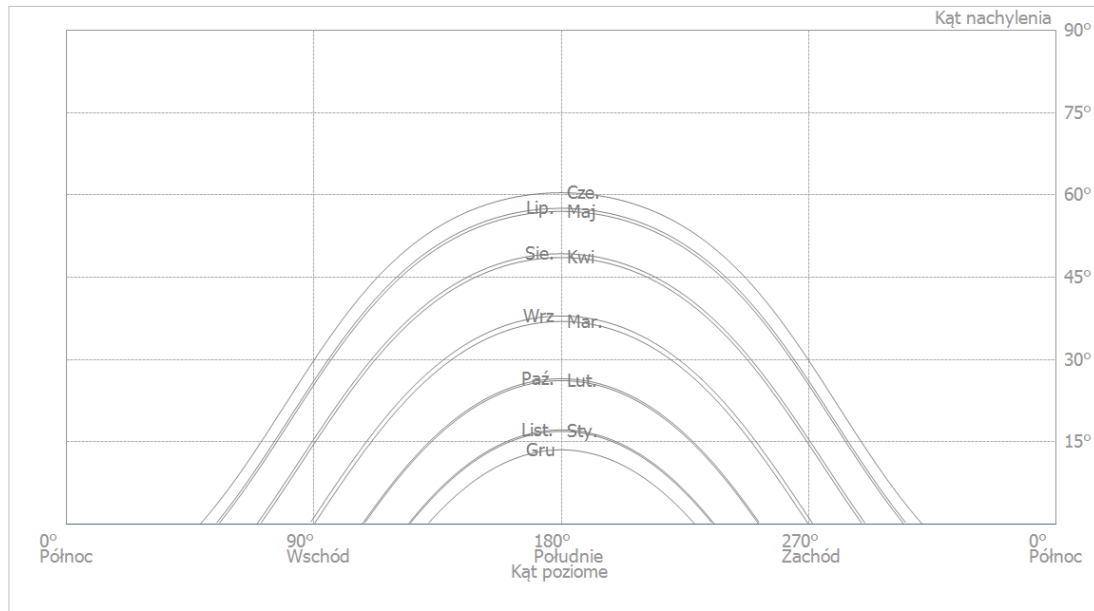


Rysunek: Projektowanie 3D do Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"



Ilustracja: Horyzont od Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

Falownik

Powierzchnię modułu

Falownik 1\*  
Producent  
Konfiguracja

Powierzchnia dachu  
Południowy-Wschód

1

MPP 1: 3 x 18 | MPP 2: 2 x 17

Sieć AC

Liczba faz  
Napięcie sieciowe (jednofazowe)  
Współczynnik mocy (cos phi)

3  
230 V  
+/- 1

\* Obowiązują warunki gwarancyjne poszczególnych producentów

Data oferty: 13.12.2022

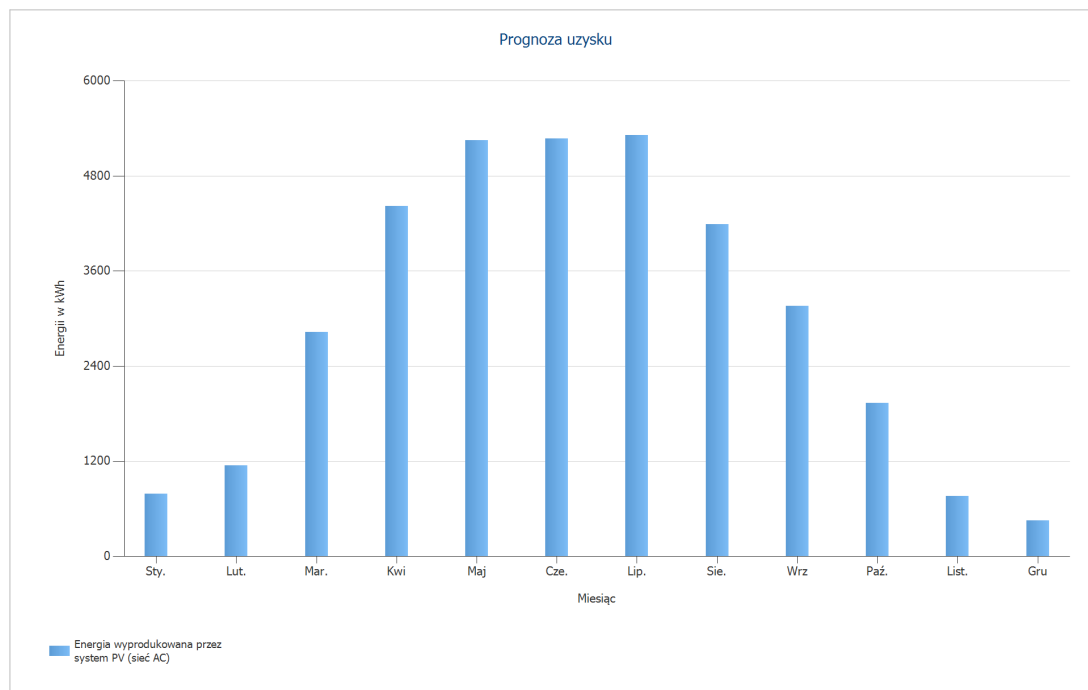
Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

## Wyniki symulacji

### Instalacja PV

Moc generatora PV	39,6 kWp
Spec. uzysk roczny	896,91 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	81,4 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,2 %/rok
Energia oddana do sieci	35 518 kWh/rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	35 518 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania	6 kWh/rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	21 311 kg / rok



Ilustracja: Prognoza uzysku

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

---

Wyniki na powierzchnię modułu

**Powierzchnia dachu Południowy-Wschód**

Moc generatora PV	39,6 kWp
Powierzchnia generatora PV	194,4 m <sup>2</sup>
Globalne nasłonecznienie na moduł	1102 kWh/m <sup>2</sup>
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	35517,6 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	896,9 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	81,4 %

---

**Bilans energetyczny instalacji PV**

<b>Promieniowanie globalne, poziomo</b>	<b>1 031,4 kWh/m<sup>2</sup></b>	
Odchylenie od standardowego widma	-10,31 kWh/m <sup>2</sup>	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	3,48 kWh/m <sup>2</sup>	0,34 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	77,42 kWh/m <sup>2</sup>	7,56 %
Zacienienie niezależne od modułu	0,00 kWh/m <sup>2</sup>	0,00 %
Odbicia na powierzchni modułu	-61,02 kWh/m <sup>2</sup>	-5,54 %
<b>Globalne nasłonecznienie na moduł</b>	<b>1 041,0 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	1 041,0 kWh/m <sup>2</sup>	
	x 194,41 m <sup>2</sup>	
	= 202 380,8 kWh	
<b>Globalne nasłonecznienie PV</b>	<b>202 380,8 kWh</b>	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 20,37 %)	-161 148,11 kWh	-79,63 %
<b>Znamionowa energia PV</b>	<b>41 232,7 kWh</b>	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-318,59 kWh	-0,77 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-2 048,92 kWh	-5,01 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-549,12 kWh	-1,41 %
Diody	-192,02 kWh	-0,50 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-762,48 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-101,23 kWh	-0,27 %
Przewód fazowy	-62,31 kWh	-0,17 %
<b>Energia PV (DC) bez regulacji falownika</b>	<b>37 198,0 kWh</b>	
Regulacja zakresu napięcia MPP	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-222,05 kWh	-0,60 %
<b>Energia PV (DC)</b>	<b>36 975,9 kWh</b>	
<b>Energia na wejściu falownika</b>	<b>36 975,9 kWh</b>	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-89,24 kWh	-0,24 %
Konwersja z prądu DC na AC	-1 181,77 kWh	-3,20 %
Pobór w trybie czuwania	-6,28 kWh	-0,02 %
Przewód AC	-187,31 kWh	-0,52 %
<b>Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania</b>	<b>35 511,3 kWh</b>	
<b>Energia oddana do sieci</b>	<b>35 517,6 kWh</b>	

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

**"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"**

### Analiza rentowności

#### Dane instalacji

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	35 518 kWh/rok
Moc generatora PV	39,6 kWp
Włączenie instalacji do eksploatacji:	01.06.2023
Rozważany przedział czasowy	20 Lata

#### Parametry rentowności

Zwrot całkowitych nakładów	15,98 %
Skumulowany cashflow	412 699,62 zł
Okres amortyzacji	6,2 Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	0,28 zł/kWh

#### Przegląd płatności

specyficzne koszty inwestycji	4 800,00 zł/kWp
Koszty inwestycyjne	190 080,00 zł
Płatności jednorazowe	0,00 zł
Należności	0,00 zł
Koszty roczne	0,00 zł/rok
Pozostałe zyski lub zaoszczędzone kwoty	0,00 zł/rok

#### Wynagrodzenie i oszczędności

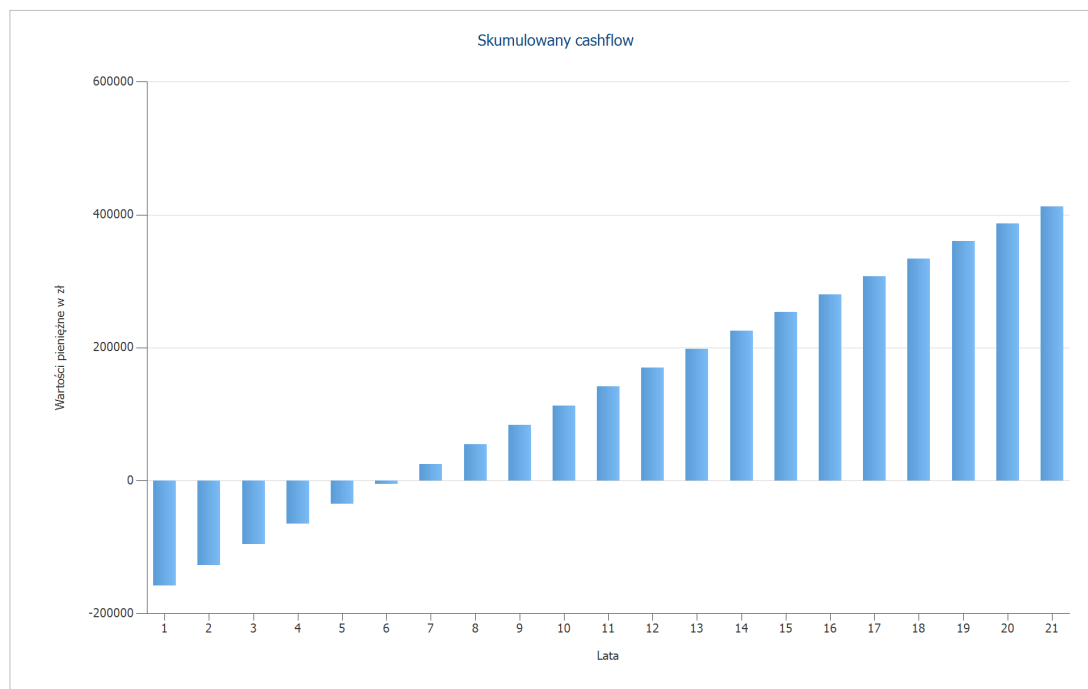
Wynagrodzenie całkowite w pierwszym roku	31 965,86 zł/rok
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	
Cena prądu bezpośrednio zakupiona na rynku	0,90 zł/kWh
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	31 965,86 zł/rok

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

**"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"**

---



Ilustracja: Skumulowany cashflow

---



Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

Tabela cashflow

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-190 080,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	31 649,36 zł	31 336,00 zł	31 025,75 zł	30 718,56 zł	30 414,42 zł
<b>Roczny cashflow</b>	<b>-158 430,64 zł</b>	<b>31 336,00 zł</b>	<b>31 025,75 zł</b>	<b>30 718,56 zł</b>	<b>30 414,42 zł</b>
Skumulowany cashflow	-158 430,64 zł	-127 094,63 zł	-96 068,89 zł	-65 350,33 zł	-34 935,91 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	30 113,28 zł	29 815,13 zł	29 519,93 zł	29 227,66 zł	28 938,27 zł
<b>Roczny cashflow</b>	<b>30 113,28 zł</b>	<b>29 815,13 zł</b>	<b>29 519,93 zł</b>	<b>29 227,66 zł</b>	<b>28 938,27 zł</b>
Skumulowany cashflow	-4 822,63 zł	24 992,50 zł	54 512,44 zł	83 740,09 zł	112 678,36 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	28 651,76 zł	28 368,07 zł	28 087,20 zł	27 809,11 zł	27 533,77 zł
<b>Roczny cashflow</b>	<b>28 651,76 zł</b>	<b>28 368,07 zł</b>	<b>28 087,20 zł</b>	<b>27 809,11 zł</b>	<b>27 533,77 zł</b>
Skumulowany cashflow	141 330,12 zł	169 698,20 zł	197 785,40 zł	225 594,51 zł	253 128,28 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	27 261,16 zł	26 991,25 zł	26 724,01 zł	26 459,42 zł	26 197,44 zł
<b>Roczny cashflow</b>	<b>27 261,16 zł</b>	<b>26 991,25 zł</b>	<b>26 724,01 zł</b>	<b>26 459,42 zł</b>	<b>26 197,44 zł</b>
Skumulowany cashflow	280 389,45 zł	307 380,70 zł	334 104,71 zł	360 564,12 zł	386 761,56 zł

	rok 21
Inwestycje	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	25 938,06 zł
<b>Roczny cashflow</b>	<b>25 938,06 zł</b>
Skumulowany cashflow	412 699,62 zł

Wskaźniki degradacji i wzrostu ceny są stosowane miesięcznie przez cały rozważany przedział czasowy.  
Następuje to już w pierwszym roku.

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

**Moduł PV:**

Producent

Dostępny

**Dane elektryczne**

Typ ogniwa	Si monokrystaliczny
Tylko falownik transformatorowy	Nie
Liczba ogniw	144
Liczba diod by-pass	9

**Dane mechaniczne**

Szerokość	1048 mm
Wysokość	2108 mm
Głębokość	35 mm
Szerokość ramki	35 mm
Ciężar	25 kg
Obramowany	Nie

**Parametry U/I przy STC**

Napięcie w MPP	41,56 V
Natężenie prądu w MPP	10,83 A
Moc znamionowa	450 W
Napięcie obwodu otwartego	49,35 V
Prąd zwarcia	11,61 A
Podwyższenie napięcia obwodu otwartego przed stabilizacją	0 %

**Parametry obciążenia częściowego U/I (obliczone)**

Źródło wartości	Standard (Model dwudiodowy)
Rezystancja szeregową $R_s$	$1,537e-03 \Omega$
Rezystancja równoległa $R_p$	$2,078 \Omega$
Parametr prądu nasycenia $I_{sc1}$	$297,9 A/K^3$
Parametr prądu nasycenia $I_{sc2}$	$-2,165e-13 A/K^{(2,5)}$
Parametr prądu fotowoltaicznego $C_1$	$1,084e-02 m^2/V$
Parametr prądu fotowoltaicznego $C_2$	$2,6e-06 m^2/V$
Prąd fotowoltaiczny	$11,619 A$

**Dalsze**

Współczynnik napięciowy	-123 mV/K
Współczynnik natężenia prądu	2,6 mA/K
Współczynnik mocy	-0,4 %/K
Współczynnik kąta padania	95 %
Maksymalne napięcie systemowe	1000 V
Spec. pojemność cieplna	920 J/(kg*K)
Współczynnik absorpcji	70 %
Współczynnik emisji	85 %

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

**"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"**

---

**Falownik:**

Producent  
Dostępny

**Dane elektryczne**

Moc znamionowa DC	44 kW
Moc znamionowa prądu AC	40 kW
Maks. moc prądu DC	44 kW
Maks. moc prądu AC	40 kW
Pobór w trybie czuwania	5 W
Zużycie nocne	0,5 W
Zasilanie od	20 W
Maks. prąd wejściowy	76 A
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Napięcie znamionowe DC	700 V
Liczba faz zasilających	3
Liczba wejść DC	8
Z transformatorem	Nie
Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	1,1 %/100V

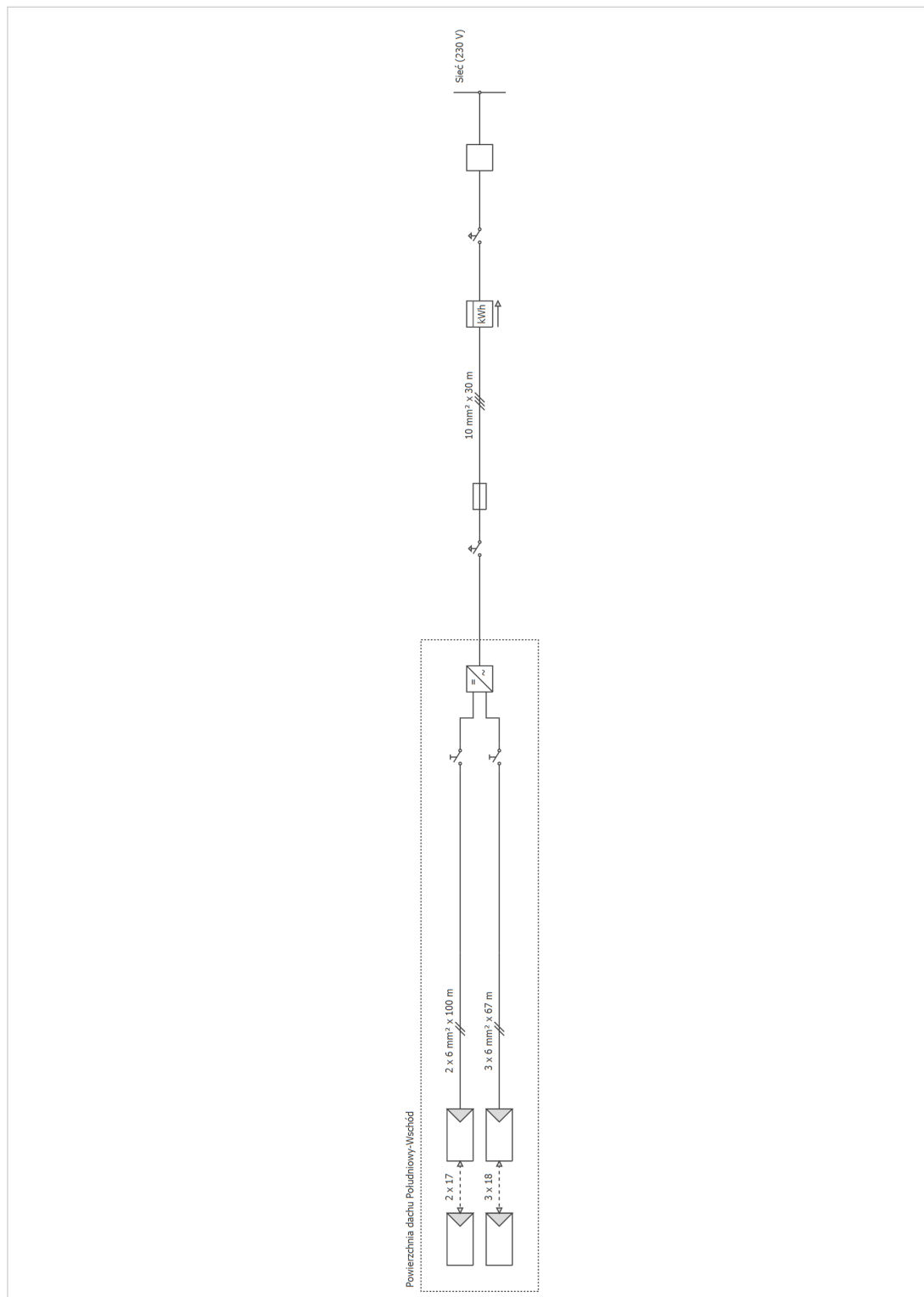
**Tracker MPP**

Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	99 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	99,5 %
Liczba trackerów MPP (punktów mocy maksymalnej)	2
Maks. prąd wejściowy na tracker MPP	38 A
Maks. moc wejściowa na tracker MPP	30 kW
Min. napięcie MPP	250 V
Max. napięcie MPP	1000 V

Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"



Data oferty: 13.12.2022

Odpowiedzialny (-a):  
Przedsiębiorstwo: AMM Investments Sp. z o.o.

"Wykonanie instalacji fotowoltaicznych dla jednostek organizacyjnych powiatu Aleksandrowskiego"

Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

