

# GLEnergia

|            | IMIĘ I NAZWISKO         | DATA:      | PODPIS |
|------------|-------------------------|------------|--------|
| OPRACOWAŁ: | MGR INŻ. Kamil Adamczyk | 12.07.2016 |        |

## INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 20 kW

ADRES INWESTYCJI: ul. Św. Kazimierza 55, 05-430 Celestynów

Warszawa, LIPIEC 2016 r.

[www.glennergia.pl](http://www.glennergia.pl)

ul. Polna 42 /7 , 05-635 Warszawa, tel.+48 601 325 093, [biuro@glennergia.pl](mailto:biuro@glennergia.pl)

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

## Spis treści

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1</b>  | <b>ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE</b> .....   | <b>4</b>  |
| 1.1       | PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....  | 4         |
| 1.1       | PRIORYTETY WAŻNOŚCI PRZEPISÓW, NORM I UZGODNIEŃ.....                        | 4         |
| <b>2</b>  | <b>OPIS INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b> .....                                | <b>4</b>  |
| <b>3</b>  | <b>PRZYŁĄCZENIE DO SIECI</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>4</b>  | <b>ZASILANIE OBIEKTU</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>5</b>  | <b>PODSTAWOWE WSKAŹNIKI ELEKTROENERGETYCZNE ORAZ DANE SYSTEMU</b> .....     | <b>5</b>  |
| <b>6</b>  | <b>UKŁAD POMIAROWY</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>7</b>  | <b>SYSTEM KONTROLI WYTWARZANEJ ENERGII INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b> ..... | <b>6</b>  |
| <b>8</b>  | <b>DOBÓR ŁAŃCUCHÓW MODUŁÓW DO FALOWNIKA</b> .....                           | <b>6</b>  |
| <b>9</b>  | <b>ZABEZPIECZENIA INSTALACJI</b> .....                                      | <b>6</b>  |
| 9.1       | NASTAWY ZABEZPIECZEŃ POD I NAD NAPIĘCIOWYCH.....                            | 7         |
| 9.2       | ZABEZPIECZENIA NAD I POD CZĘSTOTLIWOŚCIOWE .....                            | 7         |
| 9.3       | WSPÓŁCZYNNIK MOCY .....   | 7         |
| <b>10</b> | <b>OCHRONA PRZEPIĘCIOWA</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>11</b> | <b>OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA</b> .....                                     | <b>8</b>  |
| <b>12</b> | <b>INSTALACJA POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH</b> .....                              | <b>8</b>  |
| <b>13</b> | <b>ROZMIESZCZENIE INSTALACJI NA DACHU</b> .....                             | <b>9</b>  |
| 13.1      | TECHNOLOGIA POSADOWIENIA INSTALACJI .....                                   | 9         |
| <b>14</b> | <b>UZYSK ENERGII Z INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b> .....                     | <b>11</b> |
| <b>15</b> | <b>POMIARY</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>16</b> | <b>UWAGI KOŃCOWE</b> .....  | <b>13</b> |

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

## **Spis załączników:**

Załącznik 1. Schemat instalacji fotowoltaicznej

Załącznik 2. Rozplanowanie instalacji fotowoltaicznej

## 1 Założenia projektowe

### 1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroelektrowni fotowoltaicznej o mocy 20 kW zlokalizowanej na budynkach Zespołu Szkół mieszczącego pod adresem: ul. Św. Kazimierza 55, 05-430 Celestynów.

#### 1.1 Priorytety ważności przepisów, norm i uzgodnień

Przyjmuje się następujący priorytet ważności przepisów, norm i uzgodnień:

- Prawo budowlane, Prawo energetyczne,
- Rozporządzenia właściwych Ministrów,
- Normy powołane przez stosowne przepisy do obowiązkowego stosowania,
- Rozporządzenia władz lokalnych,
- Przepisy organów kontrolnych,
- Postanowienia i decyzje wydane w stosunku do danego obiektu,
- Normy i przepisy powołane przez projektanta do zastosowania,
- Zasady wiedzy technicznej,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Wytyczne Inwestora,
- Wytyczne technologiczne.

## 2 Opis instalacji fotowoltaicznej

Nowoprojektowana elektrownia fotowoltaiczna zostanie zlokalizowana przy ul. Św. Kazimierza 55, 05-430 Celestynów. Docelowa moc instalacji wynosi 20,2 kWp po stronie DC i 20 kW po stronie AC. Wchodzące w jej skład moduły fotowoltaiczne zostaną rozmieszczone na aluminiowej konstrukcji nośnej. Całość instalacji rozmieszczona na dachach budynków Zespołu Szkół.

Kable strony DC pod modułami PV prowadzone będą bez dodatkowych osłon z kolei wiązki zbiorcze kabli strony DC prowadzone do falownika zostaną zabezpieczone rurą osłonową karbowaną odporną na promieniowanie UV. Rura zostanie przymocowana do dachu i ścian bocznych budynku za pomocą obejm ze stali ocynkowanej ogniowo lub stali nierdzewnej. Wewnątrz budynku kable strony DC oraz AC będą prowadzone w korytkach kablowych lub rurach osłonowych wykonanych z tworzywa sztucznego.

W celu wykonania generatora fotowoltaicznego planowane jest zastosowanie modułów

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

fotowoltaicznych polikrystalicznych firmy BrukBet Solar BEP o mocy 260Wp każdy. Moduły zostaną rozmieszczone na powierzchni dachu w konfiguracji gwarantującej maksymalizację uzysków. W celu wykonania połączeń należy zastosować kable przeznaczone do stosowania na zewnątrz w instalacjach fotowoltaicznych oraz dedykowane do nich konektory MC4.

Wytwarzane przez moduły fotowoltaiczne napięcie i prąd stały zostaną zamienione na napięcie i prąd przemienny o parametrach odpowiadających tym występującymi w sieci elektroenergetycznej za pomocą falownika sieciowego HUAWEI Sun2000-20KTL. Moc na wyjściu falownika wynosi 20 kW. Przy uwzględnieniu obciążalności prądowej dobrano przewód  $5 \times 10 \text{ mm}^2$  za pomocą, którego instalacja zostanie przyłączona do rozdzielni głównej w budynku. Zgodnie za załączonym schematem instalacji.

### 3 Przyłączenie do sieci

Nowoprojektowana elektrownia fotowoltaiczna zostanie przyłączona do istniejącej już rozdzielni głównej przewodem OWY  $5 \times 10 \text{ mm}^2$  bezpośrednio do szyny głównej. Jako zabezpieczenie obwodu falownika projektuje się wyłącznik nadprądowy 40A o charakterystyce C. Szczegóły techniczne sposobu przyłączenia przedstawione zostały na schemacie w formie załącznika 1. Szczegółowe miejsce wpięcia instalacji zostanie opracowanie w ramach projektu wykonawczego.

Zgodnie z obowiązującym prawem na przyłączenie mikroinstalacji niewymagane są warunki techniczne wydawane przez zakład energetyczny gdyż moc mikroinstalacji jest mniejsza od mocy zamówionej oraz nie przekracza 40kW.

### 4 Zasilanie obiektu

Zasilanie obiektu z sieci energetycznej PGE Dystrybucja pozostaje bez zmian.

### 5 Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne oraz dane systemu

Przewiduje się, że nowoprojektowana instalacja fotowoltaiczna będzie uzyskiwała następujące ilości mocy i energii elektrycznej:

- planowana maksymalna moc wytwarzana na wyjściu AC  $P_i = 20 \text{ kW}$
- moc instalacji po stronie modułów fotowoltaicznych  $P_{pv} = 20,2 \text{ kWp}$
- powierzchnia generatora fotowoltaicznego:  $127,82 \text{ m}^2$
- kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych:  $30^\circ$  do powierzchni dachu.
- rodzaj konstrukcji mocującej moduły fotowoltaiczne: mocowanie do dachu
- przewidywana ilość wytworzonej energii elektrycznej:  $18\,200 \text{ kWh/rok}$

## 6 Układ pomiarowy

W celu możliwości rozliczania za energię elektryczną niezbędna jest wymiana przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego licznika energii elektrycznej na dwukierunkowy.

Do monitorowania instalacji podłączone zostanie do falownika zewnętrzne urządzenie Solar-Log300, które monitoruje produkcję energii elektrycznej na podstawie danych dostarczanych przez falownik. Dzięki temu możliwe będzie nadzorowanie pracy instalacji z dowolnego miejsca za pomocą strony internetowej.

## 7 System kontroli wytwarzanej energii instalacji fotowoltaicznej

Dla danej instalacji projektuje się układ telemechaniki (tzw. system antypompujący) dający inwestorowi możliwość ograniczenia mocy elektrowni PV w czasie rzeczywistym i blokujący wpływ wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej. System kontroli wytwarzanej energii składa się z urządzenia monitorującego oraz przekładników prądowych, służących do pomiaru ilości konsumowanej energii. Do urządzenia monitorującego SolarLog1200 zostaną podłączone przekładniki prądowe, dokonujące pomiaru prądu płynącego w zasilanym obwodzie. Po otrzymaniu sygnału z przekładników prądowych urządzenie monitorujące przelicza wartość sterującą mocy (kW) na określoną w procentach wartość mocy maksymalnej AC i przekazuje ją do falownika. Na podstawie otrzymanych danych, urządzenie monitorujące będzie sterowało pracą falownika i ograniczało jego moc, celem ograniczenia wypływu nadmiaru produkowanej energii przez instalację fotowoltaiczną do sieci elektroenergetycznej. Komunikacja pomiędzy urządzeniem monitorującym a falownikiem następuje poprzez kabel teleinformatyczny ekranowany F/UTP 4x2x0,5 kat 5e oraz złącza RS485 i wykorzystujący protokół komunikacyjny Modbus.

## 8 Dobór łańcuchów modułów do falownika

Projektuje się podłączenie 77 modułów do falownika w konfiguracji:

MPP1 1x39 modułów w szeregu

MPP2 1x38 modułów w szeregu

Przy doborze konfiguracji przyjęto maksymalną temperaturę modułu PV + 70°C minimalną temperaturę pracującego modułu PV - 5°C. Minimalną temperaturę niepracującego modułu PV - 25°C

## 9 Zabezpieczenia instalacji

Po stronie AC elektrownia fotowoltaiczna zostanie zabezpieczona wyłącznikiem naprądowym C40 A o charakterystyce B. Przed przepięciami od strony sieci falownik będą

chronić ogranicznikami przepięć typu II.

Przed przepięciami od strony modułów PV falownik będą chronić ograniczniki przepięć typu II. Do bezpiecznego rozłączania instalacji po stronie DC służy rozłącznik izolacyjny zintegrowany z falownikiem.

Szczegóły zastosowanych zabezpieczeń przedstawia schemat instalacji w załączniku 1.

Dodatkowo falownik wyposażony jest w:

- Zabezpieczenie przed pracą wyspową
- Ochrona przed zamianą polaryzacji DC
- Monitorowanie błędów w łańcuchu generatora PV
- Kontrola izolacji strony DC i AC
- Monitorowanie prądu różnicowego

Zastosowany w tablicy rozłącznik bezpiecznikowy pozwala na odłączenie źródła wytwórczego od instalacji elektrycznej na czas prac serwisowych lub w celu trwałego odstawienia od pracy.

### 9.1 Nastawy zabezpieczeń pod i nad napięciowych

| Wartość napięcia V  | Działanie w przypadku przekroczenia |
|---------------------|-------------------------------------|
| Poniżej 184 V / 320 | Wyłączenie < 200 ms                 |
| Powyżej 255 V / 444 | Wyłączenie < 200 ms                 |

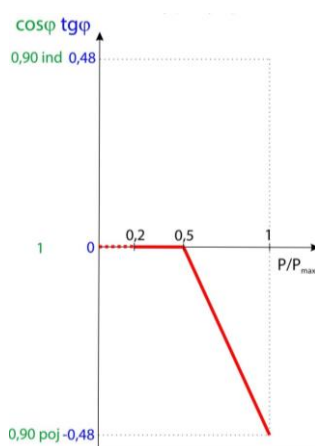
Projektowane nastawy zabezpieczeń należy uzgodnić z właściwym OSD.

### 9.2 Zabezpieczenia nad i pod częstotliwościowe

| Wartość częstotliwości Hz | Działanie w przypadku przekroczenia |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Poniżej 48                | Wyłączenie < 1 s                    |
| Powyżej 50,2 Hz           | Wyłączenie < 1 s                    |

### 9.3 Współczynnik mocy

Projektuje się pracę falownika ze współczynnikiem mocy  $\cos \phi = 1$  jednocześnie falownik posiada możliwość pracy zgodnie z poniższą charakterystyką.



## 10 Ochrona przepięciowa

Ochrona przepięciowa jest realizowana za pomocą ograniczników przepięć typ II po stronie AC i DC. Wymagana rezystancja uziemienia przewodu ochronnego < 10 Om.

## 11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona podstawowa - ochrona przed dotykiem bezpośrednim. Ochrona będzie zrealizowana przez:

- izolację roboczą części czynnych
- obudowy urządzeń elektrycznych

Ochrona dodatkowa - ochrona przed dotykiem pośrednim. Ochrona będzie realizowana przez:

- urządzenia ochronne przetężeniowe
- sieć uziemień i połączeń wyrównawczych

## 12 Instalacja połączeń wyrównawczych

Instalacją połączeń wyrównawczych należy objąć wszystkie przewodzące części instalacji a w szczególności:

- konstrukcję wsporczą dla modułów fotowoltaicznych
- aluminiowe ramki paneli fotowoltaicznych
- obudowę falownika

Podstawowym elementem wyrównującym potencjał generatora fotowoltaicznego będą aluminiowe szyny montażowe oraz same ramki modułów.

Instalację połączeń wyrównawczych między generatorem fotowoltaicznym i lokalną szyną wyrównawczą przy falownikach należy wykonać za pomocą przewodu LgYżo6.



Lokalną szynę uziemiającą należy zamontować w pobliżu tablicy AC znajdującej się obok falownika tak, aby kable uziemiające idące od ograniczników przepięć miały możliwie jak najkrótszą długość oraz nie były prowadzone równoległe z pozostałymi kablami zasilającymi.

## 13 Rozmieszczenie instalacji na dachu

### 13.1 Technologia posadowienia instalacji

Biorąc pod uwagę technologię budowy dachu rekomenduje się wykorzystanie systemu mocowanego trwale do pokrycia dachowego. Tego typu konstrukcje montażowe są łatwe w montażu i nie narażają pokrycia dachu na utratę szczelności ponieważ wykonuje się doszczelnienie przy pomocy dodatkowych uszczelek. Stosowanie tej konstrukcji nie powoduje braku możliwości odśnieżania całej powierzchni dachu.

Dla rozpatrywanej instalacji rekomenduje się zastosowanie konstrukcji wsporczej na dach pokryty blachą trapezową firmy CORAB. System montażowy CORAB T-02. Dane techniczne tej konstrukcji zestawiono poniżej.

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Materiał systemu                             | Aluminium I stal nierdzewna |
| Orientacja paneli                            | Pionowa/pozioma             |
| Rodzaj dachu                                 | Dach skośny                 |
| Pokrycie dachu:                              | Blacha trapezowa            |
| Regulacja uchwytów krokwiowych:              | Tak                         |
| Szyna montażowa                              | 330 i 1000 mm               |
| Powierzchnia na dachu (dla 1 kWp instalacji) | 6,8 m <sup>2</sup>          |

Konstrukcja T-02 przeznaczona jest do mocowania bezpośrednio do blachy trapezowej za pomocą szyn montażowych przykręconych za pomocą blachowkręta DIN 7504 wykonanego ze stali nierdzewnej. Doszczelnienie zapewnione jest za pomocą uszczelek EPDM. Mocowanie modułów do szyny należy wykonać na skrajach pola klemą końcową KK AL z kolei mocowania między modułami klemą środkową KS AL.

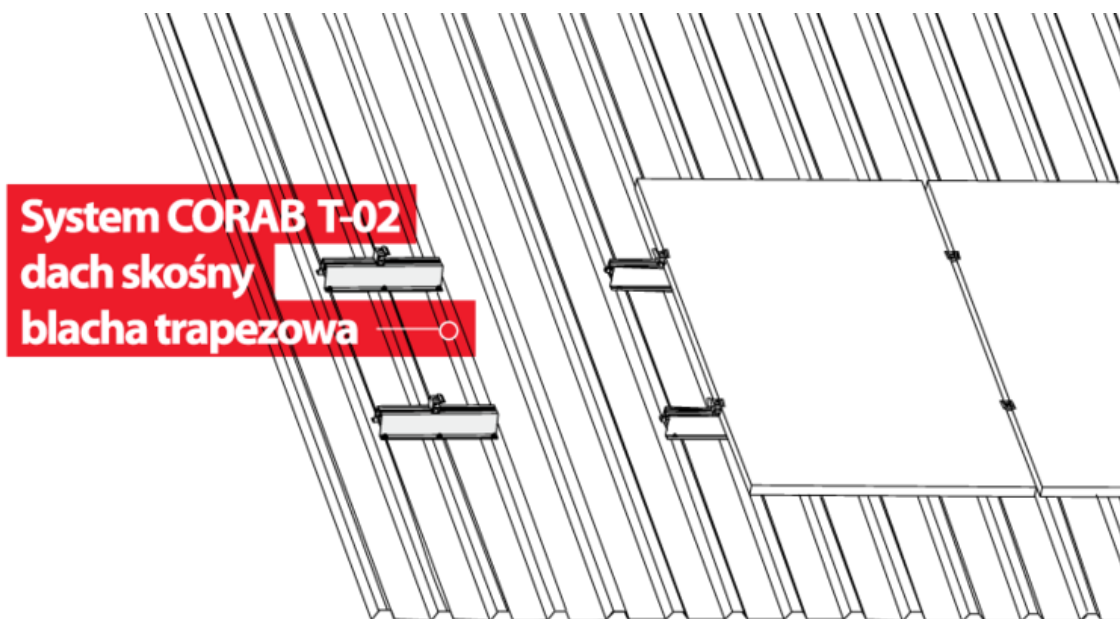
Zalety wykorzystanego rozwiązania :

- 1 Lekka konstrukcja nie obciąża w znacznym stopniu pokrycia dachowego.
- 2 Główne elementy konstrukcyjne zostały wykonane z aluminium natomiast akcesoria ze stali nierdzewnej i aluminium stanowiące ochronę przed korozją. Ponadto zastosowanie konstrukcji metalowej pozwala na łatwą ekwipotencjalizację całej instalacji.
- 3 Konstrukcja trwale mocowana do dachu co zapewnia stabilność posadowienia

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

instalacji i trwałość montażu.

- 4 Instalacja zostanie zamontowana równoległe do pokrycia dachowego co zapewni brak działania siły wiatru powodujące naprężenia na konstrukcję montażową modułów.
- 5 Dodatkową zaletą konstrukcji jest możliwość optymalnego wykorzystania środka transportu, która może zostać dostarczona jednym samochodem ciężarowym, co przekłada się na szybką realizację inwestycji.

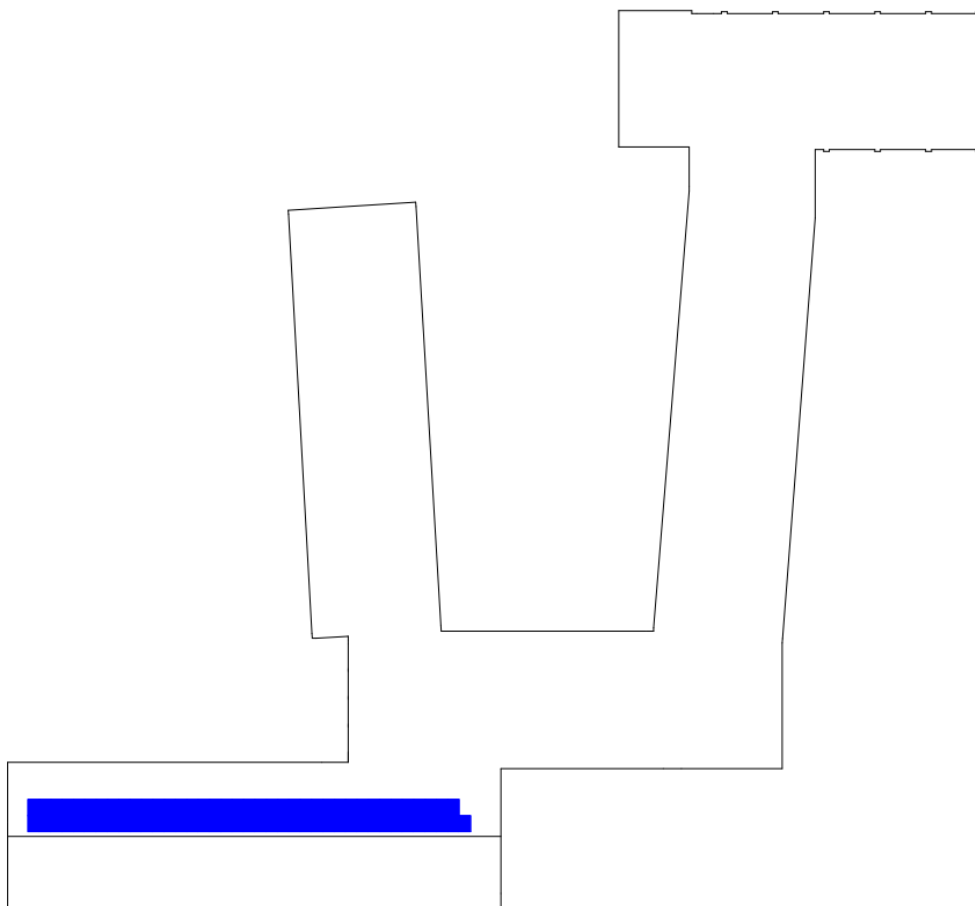


Rysunek 1. Ilustracja systemu CORAB T-02.



Rysunek 2. Widok instalacji zbudowanej na bazie systemu CORAB T-02.

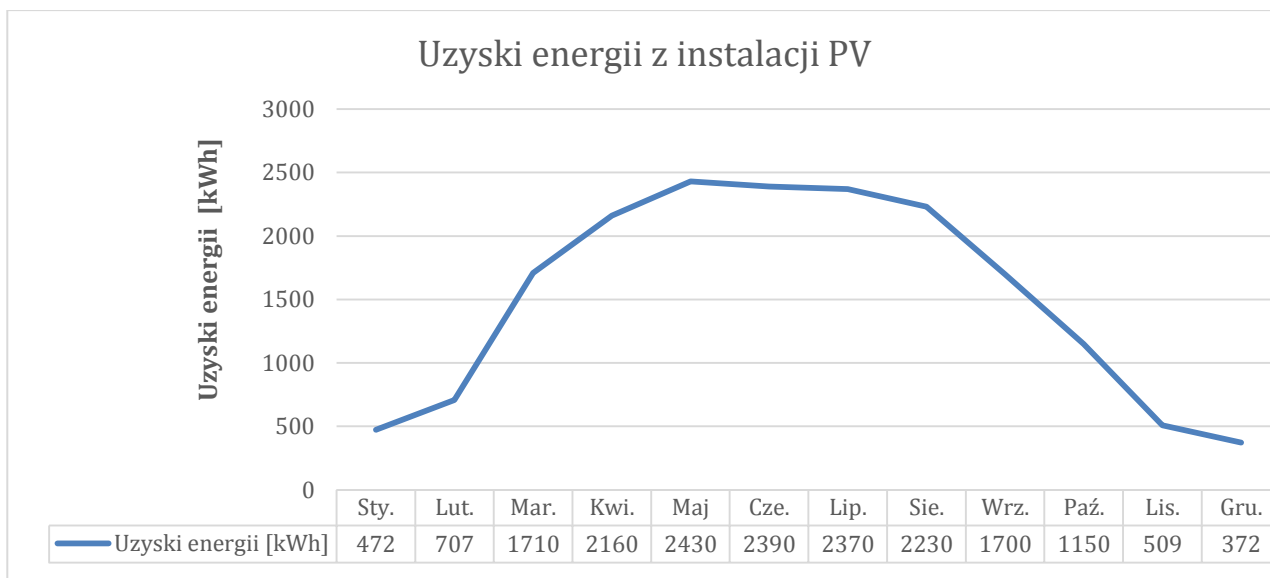
Instalacja została tak rozmieszczona na dachu, aby uniknąć wpływu zacinienia od występujących na dachu kominów mogących znacznie ograniczyć uzysk energii produkowanej przez instalację podczas pracy. Schemat rozmieszczenia została przedstawiona poniżej oraz w załączniku 2.



Rysunek 3. Rozmieszczenie modułów na dachu budynku.

## 14 Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej

Poniżej przedstawiono prognozowany uzysk energii produkowanej przez zaprojektowaną instalację.



## 15 Pomiary

Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić pomiary i testy określonych wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN EN 62446: 2010 t.j.:

Testy i pomiary:

- kontrola systemu DC
- kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym
- kontrola strony AC
- kontrola oznakowania i identyfikacji
- testy ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych
- test polaryzacji
- pomiar napięcia obwodu otwartego
- pomiar prądu
- testy funkcjonalności
- testy rezystancji izolacji
- ochrona przeciwporażeniowa

Oraz dodatkowo pomiarów zalecanych przez normę t.j.:

- badanie kamerą termowizyjną
- pomiar krzywych prądowo-napięciowych łańcuchów modułów.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi certyfikatami - SEP E, SEP D.

## 16 Uwagi końcowe

Całość prac należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.

Wykonawca jest zobowiązany do zapoznania się z DTR każdego urządzenia, przed jego zamontowaniem i uruchomieniem.

Wszystkie zmiany na etapie realizacji w stosunku do zapisów w projekcie powinny zostać zawarte w dokumentacji powykonawczej w formie potwierdzonych podpisem uzgodnień.

Wszelkie zmiany materiałowe, zmiany tras prowadzenia kabli i warunków wykonania instalacji powinny zostać skonsultowane z projektantem, ew. inspektorem nadzoru, a końcowe ustalenia zmian powinny zostać zawarte w postaci potwierdzonej pisemnie notatki i załączone do dokumentacji powykonawczej.