

## 6. Opis techniczny

### 6.1. Opis projektowanych rozwiązań

Projektowane moduły fotowoltaiczne zamontowane zostaną na dedykowanej konstrukcji montażowej. Połączone ze sobą moduły przyłączone zostaną do falownika za pomocą przewodu w podwójnej izolacji, odpornego na promieniowanie UV oraz zmienne warunki atmosferyczne, dedykowanego do zastosowań fotowoltaicznych. Falownik wpięty zostanie równolegle do istniejącej instalacji elektrycznej obiektu za pomocą kabla przeznaczonego do pracy z prądem przemiennym. Zarówno strona prądowa DC jak i AC zabezpieczone zostaną odpowiednią aparaturą. Energia elektryczna wyprodukowana w systemie wykorzystywana będzie na potrzeby własne ***budynku świetlicy wiejskiej w miejscowości Stara Otocznia, gm. Wiśniewo.***

### 6.2. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne odpowiadają za produkcję energii elektrycznej bezpośrednio z promieniowania słonecznego, wykorzystując przy tym efekt fotowoltaiczny. W projektowanej instalacji zastosowane zostały moduły wyprodukowane przez firmę SELFA (model SV120M.3-330 Monokrystaliczny 330W), które objęte są 25 letnią gwarancją na moc oraz 12 letnią gwarancją produktową.

#### PARAMETRY PROPONOWANEGO MODUŁU W WARUNKACH STC

| Parametr                                     | Symbol              | Wartość                |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Moc maksymalna                               | Ppv                 | 330Wp                  |
| Napięcie obwodu otwartego                    | Voc                 | 40.7V                  |
| Prąd zwarcia                                 | Isc                 | 10.13A                 |
| Napięcie w punkcie mocy maksymalnej          | Vmpp                | 34,7V                  |
| Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej   | Imp                 | 9,52A                  |
| Sprawność                                    | Im                  | 19.5%                  |
| Współczynnik temp. mocy                      | Pmax                | -0.37%/°C              |
| Współczynnik temp. napięcia obwodu otwartego | Voc                 | -0.304%/°C             |
| Współczynnik temp. prądu zwarcia             | Isc                 | 0.05%/°C               |
| Maksymalne napięcie systemu                  | Vmax. pv            | 1000V                  |
| Dopuszczalny maksymalny prąd wsteczny        | Irev. max. pv       | 20A                    |
| Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg)    | MLs                 | 5400Pa                 |
| Maksymalne obciążenie mechaniczne (wiatr)    | MLw                 | 3800Pa                 |
| Zakres temp. pracy modułu                    | Tmin. pv - Tmax. pv | od -40 do +85°C        |
| Wymiary                                      | W x SZ x G          | 1690mm x 1002mm x 35mm |
| Współczynnik wypełnienia                     | FF                  | 80.1%                  |
| Waga                                         |                     | 18.9kg                 |

**Moduł posiada podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodność z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa:**

- PN-EN 61215-1:2017 - Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych. Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu
- PN-EN 61730-2:2007 - Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)

### 6.3. Falownik

Falownik pełni rolę konwertera energii elektrycznej powstałej w modułach fotowoltaicznych, w postaci napięcia i natężenia prądu stałego, na energię o parametrach występujących w instalacji elektrycznej obiektu, tj. napięcia i natężenia prądu przemiennego. W projektowanej instalacji zastosowany zostanie falownik producenta FRONIUS. Falownik FRONIUS Symo 8.2-3-M WiFi/3-fazowy przeznaczony jest do współpracy z 3-fazową instalacją elektryczną i charakteryzuje się następującymi parametrami:

#### PARAMETRY WYJŚCIOWE AC

| Parametr                  | Symbol   | Wartość   |
|---------------------------|----------|-----------|
| Moc znamionowa AC         | Pac      | 8200W     |
| Maksymalny prąd wyjściowy | Iac max. | 11.8A     |
| Napięcie sieciowe         | Vac      | 230/400V  |
| Zakres częstotliwości     | f        | 45 - 65Hz |

#### PARAMETRY WEJŚCIOWE DC

| Parametr                         | Symbol                | Wartość    |
|----------------------------------|-----------------------|------------|
| Maksymalna moc wejściowa         | Pdc max.              | 16,4kWpeak |
| Maksymalny prąd wejściowy MPPT 1 | Idc mppt1 max.        | 16A        |
| Maksymalny prąd wejściowy MPPT 2 | Idc mppt2 max.        | 16A        |
| Minimalne napięcie wejściowe     | Vdc min.              | 150V       |
| Napięcie rozpoczęcia pracy       | Vdc start             | 200V       |
| Znamionowe napięcie wejściowe    | Vdc                   | 595V       |
| Maksymalne napięcie wejściowe    | Vdc max.              | 1000V      |
| Liczba MPPT                      | Lmppt                 | 2          |
| Liczba łańcuchów na MPPT         | Lstring mppt          | 2+2        |
| Zakres napięć MPP                | Vmpp min. - Vmpp max. | 267 - 800V |

**Falownik objęty jest 5-letnią gwarancją producenta i posiada podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodności z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa:**

- PN-EN 50438:2014 - Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia

## 6.4. Konfiguracja systemu fotowoltaicznego

Konfigurując system fotowoltaiczny, istotne jest obliczenie napięcia w skrajnych temperaturach oraz natężenia prądu stałego, jaki może się pojawić w obwodzie fotowoltaicznym, w skrajnym natężeniu promieniowania słonecznego. Może być ono wyższe, niż deklarowane w warunkach STC. Zakłada się, że moduł może osiągać temperaturę nawet 85°C podczas upalnego dnia i rozpoczynając swoją pracę przy -40°C w mroźne poranki. Baza do obliczeń będą warunki STC, tj. natężenie promieniowania słonecznego równe 1000 W/m<sup>2</sup> i temperatura ogniw 25°C; tolerancja +/- 5%.

### a) Moc instalacji fotowoltaicznej

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = LM \cdot P_{STC PV}$$

$P_{PV}$  – moc instalacji fotowoltaicznej [Wp]

$LM$  – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji [szt.]

$P_{STC PV}$  – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego [Wp]

Moc DC instalacji fotowoltaicznej wynosi 9.9 kW. Z kolei moc AC instalacji fotowoltaicznej, równa mocy wyjściowej falownika, jest równa 8200W.

### b) Minimalna i maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo i równolegle

#### - Zmiana napięcia na 1 stopień Celsjusza

W celu poprawnego skonfigurowania systemu fotowoltaicznego w pierwszej kolejności należy określić zmianę napięcia na 1°C, według wzoru:

$$\Delta V = \beta \cdot V_{oc}$$

$\Delta V$  – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

$\beta$  – współczynnik temperaturowy napięcia obwodu otwartego [%/°C]

$V_{oc}$  – napięcie obwodu otwartego [V]

Zmiana napięcia na 1°C wynosi 0.122V. Posłuży ona do obliczenia napięcia w skrajnych temperaturach.

#### - Napięcie w skrajnych temperaturach pracy - napięcie obwodu otwartego w temperaturze - 25°C

Napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu, o temperaturze - 25°C, obliczono według równania:

$$V_{OC-25} = V_{OC} + (\Delta V \cdot \Delta T_1)$$

$V_{OC-25}$  – napięcie jałowe modułu o temperaturze -25°C [V]

$V_{OC}$  – napięcie jałowe modułu w warunkach STC [V]

$\Delta V$  – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

$\Delta T_1$  – różnica temperatur pomiędzy warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi [°C]

Obliczone napięcie jest równe 46.80V.

### - Napięcie w skrajnych temperaturach pracy - napięcie w punkcie mocy maksymalnej w temperaturze 70°C

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej pojedynczego modułu, mogącego osiągać temperaturę 70°C, obliczono zgodnie ze wzorem:

$$V_{MPP+70} = V_{MPP} - (\Delta V \cdot \Delta T_2)$$

$V_{MPP+70}$  – napięcie pracy modułu o temperaturze +70°C [V]

$V_{MPP}$  – napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej, w warunkach STC [V]

$\Delta V$  – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

$\Delta T_2$  – różnica temperatur pomiędzy warunkami obliczeniowymi, a warunkami STC [°C]

Obliczone napięcie jest równe -4.95V.

### - Minimalna liczba modułów w łańcuchu

Po obliczeniu napięć w skrajnych temperaturach obliczono minimalną liczbę modułów, jaka można spiąć w łańcuchu szeregowo:

$$LM_{STRING MIN.} = \frac{V_{DC START}}{V_{MPP+70}}$$

$LM_{STRING MIN.}$  - minimalna liczba modułów w łańcuchu [szt.]

$V_{MPP MIN.}$  - napięcie startowe falownika [V]

$V_{MPP+70}$  - napięcie pracy modułu o temperaturze +70°C [V]

Minimalna liczba modułów, jaka można spiąć w pojedynczy łańcuch wynosi - 6 szt.

### - Maksymalna liczba modułów w łańcuchu

Po obliczeniu napięć w skrajnych temperaturach obliczono minimalną liczbę modułów, jaka można spiąć w łańcuchu szeregowo:

$$LM_{STRING MAX.} = \frac{V_{DC MAX.}}{V_{OC-25}}$$

$LM_{STRING MAX.}$  - maksymalna liczba modułów w łańcuchu

$V_{DC MAX.}$  - maksymalne napięcie wejściowe na falownik [V]

$V_{OC-25}$  - napięcie jałowe modułu o temperaturze -25°C [V]

Maksymalna liczba modułów, jaka można spiąć w pojedynczy łańcuch wynosi 21 szt.

**- Maksymalna liczba łańcuchów modułów łączonych równolegle (jeżeli będą połączenia równoległe)** Maksymalna liczba łańcuchów połączonych równolegle, obliczona została według równania:

$$LM_{R MAX.} = \frac{I_{DC MAX.}}{I_{MPP}}$$

$LM_{R MAX.}$  - maksymalna liczba łańcuchów łączonych równolegle na falownik [szt.]

$I_{DC MAX.}$  - maksymalny prąd wejściowy na MPPT falownika [A]

$I_{MPP}$  – natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej modułu [A]

**Obliczona maksymalna liczba łańcuchów łączonych równolegle pod MPPT falownika wynosi 1,68 szt.**

### 6.5. Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej

W projektowanej instalacji przewidziano zastosowanie ograniczników przepięć typu 2 i zabezpieczeń nadmiarowo-prądowych obwodów modułów fotowoltaicznych – jeśli liczba łańcuchów na MPPT > 2. Po stronie AC z kolei planowane jest zastosowanie ograniczników przepięć AC typu 2 oraz wyłącznika nadmiarowo-prądowego

### 6.6. Instalacja odgromowa, ograniczniki przepięć, uziemienie i połączenie wyrównawcze

#### a) Zewnętrzna instalacja odgromowa

Zewnętrzna instalacja odgromowa – piorunochron, tj. zwody, uziomy i przewody odprowadzające – służy do przejęcia energii od uderzającego w budynek pioruna i odprowadzenie jej do ziemi. Instalacja fotowoltaiczna nie zwiększa ryzyka uderzenia pioruna w budynek!

## b) Ochrona przeciwprzepięciowa

Wewnętrzna instalacja odgromowa – ograniczniki przepięć – przeznaczone są do ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przejściowymi przepięciami wywołanymi na zewnątrz instalacji fotowoltaicznej np. indukowanym napięciem poprzez uderzenie pioruna w linię elektroenergetyczną, bądź w jej obrębie lub przepięciami wewnętrznymi, powstającymi podczas załączania czy wyłączania nieobciążonej linii elektroenergetycznej. Zjawisko przejściowego przepięcia może spowodować uszkodzenie elementów instalacji elektrycznej w budynku lub instalacji fotowoltaicznej.

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, ze względu na brak możliwości zachowania odstępów izolacyjnych pomiędzy instalacją odgromową, przewiduje się zastosowanie ograniczników przepięć DC typu 1+2 przystosowanych do pracy z napięciem minimum 1766.88V i AC typu 2 przystosowanych do pracy z napięciem sieciowym, które powinny być połączone z główną szyną wyrównawczą przewodem o przekroju minimum 6 mm<sup>2</sup>.

Projektowane ograniczniki przepięć DC typu 1 i 2 dobrane zostaną w taki sposób, aby napięcie obwodu otwartego nie przekraczało maksymalnego (jałowego) napięcia wejściowego na falownik:

$$V_{OC} \cdot 120\% \cdot LM \leq V_{SPD} < V_{DC MAX}$$

$V_{OC}$  - napięcie jałowe modułu w warunkach STC [V]

$LM$  – dobrana liczba modułów do projektu [szt.]

$V_{SPD}$  – napięcie znamionowe ogranicznika przepięć [V]

$V_{DC MAX.}$  - maksymalne napięcie wejściowe na falownik [V]

Zgodnie z powyższą zależnością, dla projektowanej instalacji dobrano ogranicznik przepięć o napięciu znamionowym pracy do 1000V.

### **c) Uziemienie i połączenie wyrównawcze**

Instalacja fotowoltaiczna na budynku nie zwiększa ryzyka wystąpienia wyładowania atmosferycznego, jednakże w przypadku zaistnienia takiej sytuacji brak odpowiednich zabezpieczeń może spowodować bardzo wysokie szkody (zarówno w samej instalacji fotowoltaicznej, budynku jak i w urządzeniach korzystających z prądu generowanego przez nią).

Uziemienie i połączenie wyrównawcze modułów oraz inwertera pełni funkcje przeciwporażeniową, przeciwprzepięciową i odgromową. Oznacza to, że chroni to moduły fotowoltaiczne w sytuacjach uszkodzenia modułu czy w trakcie wyładowań atmosferycznych nieopodal instalacji.

Instalacja fotowoltaiczna montowana na budynkach posiadających uziemienie zewnętrzne powinna być wykonana w odpowiedniej odległości od niego (ok. 0,5 m, przy czym każdy przypadek powinien zostać niezależnie przeliczony). W takiej sytuacji instalacja fotowoltaiczna nie jest podłączona do uziemienia zewnętrznego i prąd związany z wyładowaniem będzie przejęty przez to uziemienie. W tym przypadku również miedzianym. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie przewodu, służącego do wyrównania potencjałów, o przekroju minimum 16 mm<sup>2</sup>. Przewód ten połączy moduły fotowoltaiczne i elementy konstrukcji montażowej z główną szyną wyrównawczą.

### **6.7. Inne zabezpieczenia**

Falownik zastosowany w instalacji fotowoltaicznej wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączone od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów do ustawionych limitów.

Wykonanie wszystkich rozwiązań zabezpieczających instalację jest zgodne z obowiązującym prawem i odpowiednimi normami, w tym z polską normą PN-HD 60364-4-41:2017-09 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym”.

### **6.8. Przewody fotowoltaiczne**

Przewody fotowoltaiczne, to przewody przeznaczone do pracy z prądem stałym. Ich zadaniem jest odprowadzenie energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do falownika. Z kolei kabel AC odpowiada za odprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej obiektu i sieci elektroenergetycznej.

Zakłada się, że strata temperaturowa przewodów DC i kabli AC w systemie fotowoltaicznym powinna być mniejsza niż 1%.

### - Przekrój przewodów DC

Przekrój przewodów DC obliczono zgodnie z równaniem:

$$A_{DC} = \frac{P_{PV} \cdot L_{DC}}{U^2 \cdot k \cdot 1\%} \cdot 100\%$$

$A_{DC}$  – przekrój przewodu DC [%]

$P_{PV}$  – moc łańcucha modułów fotowoltaicznych [kWp]

$L_{DC}$  – sumaryczna długość przewodu DC łańcucha [m]

$U^2$  – napięcie w punkcie mocy maksymalnej w łańcuchu fotowoltaicznym [V]

$k$  – przewodność właściwa (  $54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$  dla miedzi)

Dobry przewód fotowoltaiczny powinien mieć przekrój minimum 6 mm<sup>2</sup>.

### - b) Stratę mocy na przewodach AC obliczono zgodnie z równaniem:

Przekrój przewodu AC, dla instalacji elektrycznej trójfazowej, obliczono według wzoru:

$$A_{AC} = \frac{P_{AC} \cdot L_{AC}}{U_{mf}^2 \cdot k \cdot 1\%} \cdot 100\%$$

$A_{AC}$  – przekrój przewodu AC, [%]

$P_{AC}$  – moc inwertera po stronie AC [kW]

$L_{AC}$  – długość kabla AC [m]

$U_{mf}^2$  – napięcie międzyfazowe,  $U_{mf}^2 = 400$  [V]

$k$  – przewodność właściwa (  $54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$  dla miedzi)

Przewody kabla trójfazowego powinny mieć przekrój minimum 1.16mm<sup>2</sup>

W projektowanym systemie fotowoltaicznym przewidziano zastosowanie przewodów DC o średnicy 10mm<sup>2</sup> oraz AC o średnicy 1.5mm<sup>2</sup>

## 6.9. Konstrukcja montażowa

Dla projektowanych modułów fotowoltaicznych proponuje się zastosowanie konstrukcji montażowej na dach skośny pokryty blachodachówką:



Rys. 1. Wizualizacja systemu montażowego oraz sposobu mocowania modułów fotowoltaicznych

## 7. Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

Uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej w projektowanej instalacji obliczono zgodnie z równaniem:

$$U = \frac{(N_{as} \cdot K) \cdot P_{PV} \cdot WW}{N_{at}}$$

**U** – uzysk energetyczny z instalacji PV [kWh/rok]

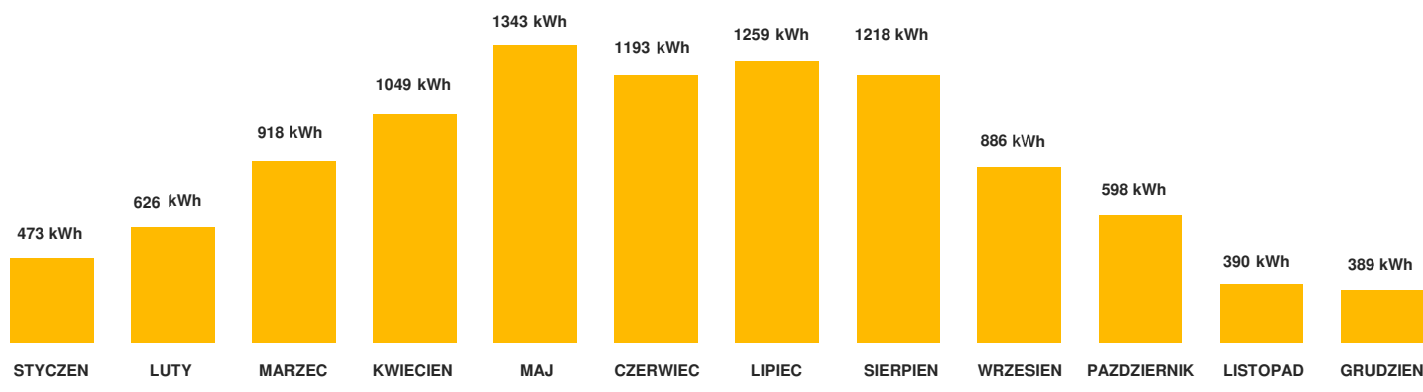
**N<sub>as</sub>** – nasłonecznienie w pobliżu miejsca instalacji PV na powierzchnię horyzontalną [kWh/(m<sup>2</sup>\*rok)]

**K** – współczynnik korygujący wartość nasłonecznienia w zależności od ustawienia modułów PV [%]

**P<sub>PV</sub>** – moc instalacji fotowoltaicznej [kWp]

**WW** – współczynnik wydajności [%]

**N<sub>at</sub>** – natężenie promieniowania słonecznego [kW/m<sup>2</sup>]



**Łączna, prognozowana ilość wyprodukowanej energii w ciągu roku: 10341.66 kWh**

*Uwaga! Wyświetlone uzyski energii są wartościami szacunkowymi. Zostały one obliczone za pomocą wzorów matematycznych, na podstawie określonych danych. Osiągnięcie w rzeczywistości uzysków energii równych podanej w tym miejscu wartości nie jest gwarantowane!*

## 8. Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny, czyli ograniczenie emisji istotnych z punktu widzenia ochrony środowiska związków chemicznych, obliczono według wzoru:

$$E_i = (U \cdot W_i) / 1000$$

$E_i$  – emisja danego związku do środowiska, (Mg i)/rok

$U$  – uzysk energii, kWh/rok

$W_i$  – wskaźnik emisyjności danego związku chemicznego dla energii elektrycznej, kg/kWh

| Związek chemiczny | Wskaźnik emisji związku do atmosfery [kg/kWh] | Emisja związku do atmosfery [kg/kWh] |
|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| CO <sub>2</sub>   | 0.798                                         | 9767.52                              |
| SO <sub>2</sub>   | 0.001516                                      | 18.5558                              |
| NO <sub>x</sub>   | 0.000954                                      | 11.6770                              |
| CO                | 0.000234                                      | 2.8642                               |
| Pył całkowity     | 0.000062                                      | 0.7589                               |

## 9. Ochrona przeciwpożarowa

Instalacja fotowoltaiczna, podobnie jak inne urządzenia elektryczne, może ulec zapaleniu. Najczęstszymi przyczynami pożaru tych systemów są wyladowania atmosferyczne, zwarcia wewnętrzne, niewłaściwie dobrane zabezpieczenia i oprowadowanie lub ich brak, bądź słabe jakościowo komponenty instalacji. Jednak pożary w budynku częściej wybuchają z innych przyczyn, niezależnych od instalacji fotowoltaicznej.

Podstawowym krokiem przy gaszeniu pożaru przez strażaków jest odłączenie głównego zasilania w budynku lub wyłącznika przeciwpożarowego. Pozwala to na rozpoczęcie akcji gaśniczej bez ryzyka porażenia strażaków czy ofiar pożaru od strony sieci

elektroenergetycznej. Istotne jest także odłączenie wszystkich alternatywnych źródeł zasilania – oprócz modułów fotowoltaicznych mogą to być także przykładowo agregaty prądotwórcze. Należy jednak pamiętać, że wyłączenie zasilania głównego strony AC, nie eliminuje ryzyka porażenia prądem przez stronę DC. Moduły fotowoltaiczne, na które pada promieniowanie słoneczne, w dalszym ciągu mogą generować niebezpieczne wartości napięcia na zaciskach łańcuchów, pomimo że falownik jest wyłączony. Z tego względu instalacja elektryczna w budynku powinna być ciągle traktowana, jak gdyby była pod napięciem i strażacy powinni zachować odpowiednie procedury gaszenia urządzeń elektrycznych, tj. korzystać z odpowiednich środków gaśniczych służących do gaszenia urządzeń elektrycznych pod napięciem, mieć na uwadze ryzyko porażenia prądem gaszącego od konstrukcji czy przewodzącego pokrycia dachu itd. Moduły fotowoltaiczne nie są łatwo palne i nie wpływają na rozprzestrzenianie się ognia – ich gaszenie powinno odbywać się jedynie w momencie pożaru dachu. Możliwa jest również sytuacja, że moduły występują na innym budynku, niż objęty pożarem, z którym są połączone, co również może powodować niebezpieczeństwo porażenia prądem.

**Bezwzględnie należy unikać ryzyka porażenia prądem, między innymi przez unikanie kontaktu z częściami przewodzącymi instalacji elektrycznej i modułów, konstrukcji fotowoltaicznej, a także samego dachu, mogącymi znajdować się pod napięciem.**

## **10. Ochrona przeciwporażeniowa**

Podstawa ochrony przeciwporażeniowej jest izolowanie części znajdujących się pod napięciem oraz ochrona w przypadku uszkodzenia izolacji. W instalacjach elektrycznych należy stosować układy z odrębnym przewodem ochronnym PE i neutralnym N (układ TN-S, TT, rzadziej TN-C-S z uziemionym rozdziałem przewodu ochronno-neutralnego PEN). Przepisy wymagają także stosowania uziemionych połączeń wyrównawczych pomiędzy elementami przewodzącymi instalacji elektrycznej.

Nowelizacja prawa budowlanego, która weszła w życie w dniu 19 września 2020r. wprowadza obowiązek dla urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej.

Należy zastosować bezpieczniki oraz wyłączniki ppoż., które gwarantują w razie zagrożenia wyłączenie napięcia z obwodów DC, są one również niezbędne przy kubaturach strefy pożarowej powyżej 1000 m<sup>3</sup>.

Jako przykład dedykowanego wyłącznika przeciwpożarowego jest SANTON DFS-14-W PV.

## **11. Planowany przebieg prac montażowych**

- Montaż konstrukcji nośnej na dachu
- Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu
- Uziemienie systemu fotowoltaicznego

- Montaż falownika i zabezpieczeń strony DC i AC
- Połączenie modułów z falownikiem
- Podłączenie instalacji do licznika energii elektrycznej
- Sprawdzenie pracy układu
- Wykonanie pomiarów na instalacji

## 12. Zestawienie elementów systemu fotowoltaicznego

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Moduł SELF A SV120M.3-330 Monokrystaliczny 330W       | - 30 szt. |
| 2. Falownik FRONIUS Symo 8.2-3-M WiFi / 3-fazowy         | - 1 szt.  |
| 3. Złącze szeregowo MC4                                  | - 8 szt.  |
| 4. Przewód KENO 6mm <sup>2</sup> czarny opakowanie 50m   | - 3 szt.  |
| 5. Przewód KENO 6mm <sup>2</sup> czerwony opakowanie 50m | - 2 szt.  |
| 6. Przewód uziemiający 6mm <sup>2</sup>                  | - 50 m    |
| 7. Przewód uziemiający 16mm <sup>2</sup>                 | - 20 m    |
| 8. Podkładka uziemiająca                                 | - 30 szt. |
| 9. Pręt uziemiający 2x150cm + złącze                     | - 1 szt.  |
| 10. Przedłużka pręta uziemiającego 150cm                 | - 6 szt.  |

### KONSTRUKCJA DACHU - SKOŚNY KRYTY BLACHA/PAPA:

Łączna ilość modułów: 30szt. (10 modułów pionowo x 3)

Odległość pomiędzy kolejnymi mocowaniami konstrukcji: 90cm, Waga konstrukcji montażowej: 81.58 kg.

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 11. Klema końcowa 35mm          | – 12 szt.  |
| 12. Klema środkowa              | – 54 szt.  |
| 13. Śruba imbusowa 25mm         | – 70 szt.  |
| 14. Wpust przesuwany            | – 70 szt.  |
| 15. Profil aluminiowy 2220mm    | – 30 szt.  |
| 16. Łącznik profili montażowych | – 24 szt.  |
| 17. Śruba teowa M10 30mm        | – 120 szt. |
| 18. Nakrętka M10 (K-21)         | – 120 szt. |
| 19. Śruba dwugwintowa M10 200mm | – 72 szt.  |
| 20. Adapter montażowy           | – 72 szt.  |

### SKRZYŃKI PRZYŁĄCZENIOWE:

|                                                                                                                                                         |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 21. [SH-297 DCAC] Skrzynka przył. DC+AC z ogranicznikiem<br>przebieg 1000V typu 2, 1x łańcuch PV, 1x MPPT // ogr. AC typ 2,<br>16A 3-F, RCD 100mA typ A | – 1 szt. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|