

## Spis treści:

1. Wstęp
2. Przedmiot i zakres opracowania
  - 2.1. Przedmiot opracowania:
  - 2.2. Zakres opracowania:
  - 2.3. Opis obiektu, stan istniejący
    - 2.3.1. Stan prawny nieruchomości
    - 2.3.2. Część opisowa budynku przy ul. Wąskiej 7 w Sanoku
      - 2.3.2.1 Dane ogólne budynku i lokali .
      - 2.3.2.2 Opis techniczny budynku
  - 2.4. Warunki meteorologiczne danej lokalizacji
  - 2.5. Zacienienie
  - 2.6. Ocena powierzchni pod planową instalację - dobór systemu montażowego
  - 2.7. Ocena wpływu zamierzenia na środowisko
  - 2.8. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty
3. Opis techniczny
  - 3.1. Obliczenie zapotrzebowania mocy
  - 3.2. Projektowana instalacja fotowoltaiczna
  - 3.3. Dobór urządzeń
  - 3.4. Opis montażu paneli fotowoltaicznych
  - 3.5. Opis połączeń
  - 3.6. Montaż rozdzielnic
4. Układ pomiarowy
5. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej
6. Uziom i połączenie wyrównawcze
7. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej
8. Zabezpieczenia jednostek wytwórczych
9. Automatyka sterująca
10. Podłączenie Sunny Multigate do sieci informatycznej
11. Instalacja ochrony od porażeń
12. Prace budowlane

- 13. Podsumowanie i wnioski
- 14. Zestawienie materiałów
- 15. Obliczenia
  - 15.1. Obliczenia po stronie DC
    - 15.1.2. Dobór zabezpieczenia nadmiarowo prądowego
      - 15.1.1. Dobór przewodów elektrycznych
      - 15.1.2. Dobór zabezpieczenia nadmiarowo prądowego
  - 15.2. Obliczenia po stronie AC
    - 15.2.1. Dobór przewodów elektrycznych
    - 15.2.2. Dobór zabezpieczenia nadmiarowo prądowego

#### Część rysunkowa

- 1. Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej - rys .1 E
- 2. Rysunek rozdzielnic RF – rys.2 E

## 1. Wstęp

Wykorzystywanie odnawialnych źródła energii OZE nie wiąże się z długotrwałym deficytem, ze względu na to, że ich zasoby odnawiają się w krótkim czasie.

Energia słoneczna to potocznie określenie światła słonecznego przetwarzanego na elektryczność. Obecnie bezpośrednie wykorzystanie energii słonecznej możliwe jest na różne sposoby. Do najpopularniejszych technologii słonecznych zaliczamy kolektory słoneczne i ogniwa fotowoltaiczne. Główną zaletą instalacji fotowoltaicznych jest ich niezawodność, lekkość oraz możliwość uzyskiwania darmowej energii elektrycznej o właściwościach sieciowych na potrzeby własne w sposób praktycznie bezobsługowy. Ogniwo fotowoltaiczne jest urządzeniem służącym do bezpośredniej konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

W nowoczesnym budownictwie panele fotowoltaiczne zamontowane na obiekcie mogą pracować jako:

- praca wyspowa elektrowni PV (akumulacja wygenerowanej energii),
- praca elektrowni PV na sieć sztywną (sprzedaż wygenerowanej energii).

Zasilanie wyspowe nazywane jest system off grid, charakteryzuje się nie podłączeniem do sieci. Zasilanie wyspowe najczęściej realizowane jest za pomocą modułów fotowoltaicznych, jako źródło energii do zasilania obiektów w przypadkach gdy sieć publiczna jest niedostępna. Wytworzona energia najczęściej jest akumulowana w bateriach akumulatorów przy pomocy regulatorów ładowania. Następnie transformowana na znamionowe parametry sieci za pomocą przetwornicy. Dzięki temu odbiorcom dostarczana jest energia elektryczna o znamionowym napięciu 230 V oraz częstotliwości 50 Hz.

Praca instalacji fotowoltaicznej na sieć nazywana jest także system on grid. Najbardziej efektywnym zastosowaniem instalacji fotowoltaicznej jest podłączenie do niej sieci energetycznej. Ten sposób sprzężenia instalacji PV z siecią funkcjonuje podobnie do elektrowni. Niezależnie od wielkości własnego zużycia, energia z instalacji fotowoltaicznej dostarczana jest do sieci. Za pomocą pomiarów energii przez licznik, rozliczanie energii następuje z operatorem sieci. W tym samym systemie nie ma potrzeby montować drogich i uciążliwych w eksploatacji baterii akumulatorów.

## 2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

### 2.1. Przedmiot opracowania:

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej wraz z przyłączeniem jej do istniejącej wewnętrznej instalacji elektrycznej.

**W ramach przedmiotu opracowania wykonawca sporządzi i prześle inwestorowi kompletny wniosek zgłoszenia Instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej.**

### 2.2. Zakres opracowania:

W zakres opracowania wchodzi:

- inwentaryzacja budynków do celu projektu instalacji fotowoltaicznych;
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej powiązanej z projektowanymi instalacjami;
- opracowanie projektu konstrukcyjno - montażowego posadowienia modułów PV

- część budowlana;
- dobór i konfiguracja urządzeń wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznych.

### 2.3. Opis obiektu, stan istniejący

#### 2.3.1. Stan prawny nieruchomości

Budynek wielomieszkaniowy przy ul. Wąskiej 7 został posadowiony na działce o nr ewid. 1099/2 o pow. 822 m<sup>2</sup> położonej w miejscowości Sanok obręb Śródmieście zgodnie z zapisami w KW nr 36127 prowadzonej przez Wydział V Ksiąg Wieczystych Sądu Rejonowego w Sanoku. Właścicielem działki jest Gmina Miasta Sanoka, a wieczystym użytkownikiem i właścicielem budynków Sanocka Spółdzielnia Mieszkaniowa w Sanoku ul. Sienkiewicza 1.

Na życzenie właściciela budynku Wąska 7 wydzielonych zostało 20 lokali mieszkalnych i 4 lokale garażowe.

#### 2.3.2. Część opisowa budynku przy ul. Wąskiej 7 w Sanoku

##### 2.3.2.1 Dane ogólne budynku i lokali .

|                                                                                                              |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| . długość budynku                                                                                            | 16,22 m                |
| . szerokość budynku                                                                                          | 14,00 m                |
| . wysokość pomieszczeń piwnic                                                                                | 2,30 m                 |
| . wysokość pomieszczeń parteru i kondygnacji powtarzalnej                                                    | 2,50 m                 |
| . grubość stropów                                                                                            | 0,30 m                 |
| . powierzchnia zabudowy                                                                                      | 227,08 m <sup>2</sup>  |
| . powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych wydzielonych w budynku                                           | 809,50 m <sup>2</sup>  |
| . powierzchnia użytkowa lokali garażowych                                                                    | 70,14 m <sup>2</sup>   |
| . liczba kondygnacji nadziemnych                                                                             | 5                      |
| . kubatura                                                                                                   | 4317,00 m <sup>3</sup> |
| Powierzchnia użytkowa lokali została przyjęta na podstawie przydziałów i dokumentacji budowlanej archiwalnej |                        |

Powierzchnia użytkowa lokali została przyjęta na podstawie przydziałów i dokumentacji budowlanej archiwalnej

##### 2.3.2.2 Opis techniczny budynku

Jest to budynek wielomieszkaniowy z garażami wybudowany w technologii częściowo tradycyjnej, częściowo uprzemysłowionej – elementy typu „ŻERAN”

Budynek o pięciu kondygnacjach nadziemnych i dwóch podziemnych przeznaczonych na piwnice i garaże.

Jednoklatkowy, dach płaski z poddaszem przełazowym, krytym papą.

Budynek wyposażony jest w instalację elektryczną, gazową, wod - kan , centralną ciepłą wodę, centralne ogrzewanie, teletechniczną, odgromową.

### 2.4. Warunki meteorologiczne danej lokalizacji

Dane klimatyczne zawierają wartość natężenia promieniowania, podawaną w watach na metr kw. ustawionej poziomo powierzchni do obłożenia (natężenie promieniowania na powierzchni poziomej). Przelicza tę wartość na powierzchnię nachyloną i przemnaża przez całkowitą powierzchnię do obłożenia. Dane klimatyczne do analizy porównawczej uwzględniają najbliższą stację klimatyczną Lesku.

Promieniowanie horyzontalne miesięczne kWh/m<sup>2</sup> / średnie 2,95 kWh/m<sup>2</sup>/d

Promieniowanie globalne:

1009 kWh/m<sup>2</sup>/rok, z tego 43 % udział promieniowania bezpośredniego

## 2.5. Zacienienie

Zacienienie w danej lokalizacji nie występuje. Podczas eksploatacji instalacji fotowoltaicznej trzeba zwracać uwagę na potencjalne zacienienie, także informacje na temat ewentualnych planów budowlanych w otoczeniu instalacji. Zacienienie redukuje nasłonecznienie a co za tym idzie wydajność instalacji i może spowodować całkowity zanik mocy całego panelu.

## 2.6. Ocena powierzchni pod planową instalację - dobór systemu montażowego

Instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana zostanie na dachu budynku. Obliczenia wytrzymałościowe dachu pod inwestycję – część budowlana.

Mocowanie paneli fotowoltaicznych należy wykonać kompletnym systemem i rozwiązaniami spełniających kryteria jakościowe oraz wytrzymałościowe takie jak obciążenie śniegiem i wiatrem.

## 2.7. Ocena wpływu zamierzenia na środowisko

Przedmiotowa instalacja zlokalizowana będzie na dachu budynku, powierzchnia przeznaczona do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia jest mniejsza niż 0,5 ha. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w pomieszczeniu nie przeznaczonym do stałego przebywania ludzi.

Instalacja i eksploatacja paneli fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływała na występującą z sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych a także w trakcie eksploatacji na przedmiotowej działce pozostanie nienaruszona.

## 2.8. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty

- PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
- PN-IEC 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-IEC 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem,
- PN-IEC 62305-3:2006 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia,
- PN-IEC 62305-4:2006 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”

- Karty katalogowe zastosowanych urządzeń

### 3. OPIS TECHNICZNY

#### 3.1. Obliczenie zapotrzebowania mocy

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie pracować na sieć w systemie on grid. Nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej z ogniw fotowoltaicznych zasilą system energetyki zawodowej (po montażu licznika pomiarowego prądu czterokwadrantowego). System umożliwi w okresie braku pracy ogniw odbiór z energetyki zawodowej wyprodukowanej wcześniej energii elektrycznej. W związku z powyższym ilość wyprodukowanej energii elektrycznej rocznie nie może przewyższyć zużycia rocznego oraz moc systemu nie może przekroczyć mocy umownej (zgodnie z umową zawartą z Zakładem Energetycznym)

Na podstawie danych otrzymanych przez Inwestora w bloku na ul. Wąskiej 7 w Sanoku zużycie roczne 2015 roku wyniosło 817 kWh. Odbiornikami były 52 źródła oświetleniowe. Przy założeniu wymiany istniejących opraw oświetleniowych na energooszczędne zapotrzebowanie roczne spadnie ponad 40% czyli wynosić będzie maksymalnie 490 kWh.

Zakładamy, że z ogniwa fotowoltaicznego o mocy 1kWp wyprodukujemy rocznie 900kWh energii elektrycznej. W związku z powyższym projektuje się dobór dwóch ogniw o mocy 260Wp (każde) czyli wyprodukujemy w roku ok. 468 kWh energii elektrycznej

#### 3.2. Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o łącznej mocy zainstalowanej 520 Wp w panelach fotowoltaicznych, będzie posadowiona na dachu budynku.

W skład danej instalacji będzie wchodzić 2 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy całkowitej 520Wp, 2 szt. mikrofalowników oraz 1 szt. panel sterujący.

Zadaniem projektowanej instalacji fotowoltaicznej jest wytworzenie energii elektrycznej o parametrach sieci elektroenergetycznej a następnie wpuszczenie jej do istniejącej wewnętrznej instalacji elektrycznej danego budynku gdzie wyprodukowana energia elektryczna będzie konsumowana przez odbiorcę.

Moduły fotowoltaiczne o łącznej mocy 520 Wp zostaną zainstalowane na dachu od strony południowej na dedykowanych konstrukcjach wsporczych aluminiowo-stalowych, o nachyleniu pod kątem 30 stopni.

W związku z powyższym projektuje się zastosować system fotowoltaiczny oparty na mikrofalownikach typu SUNNY BOY 240 oraz sterowniku Sunny Multigate (brama komunikacyjna i punkt połączenia z siecią elektroenergetyczną)

Zalety projektowanego rozwiązania:

- Mikrofalowniki są optymalnym rozwiązaniem dla małych instalacji fotowoltaicznych gdyż typowy falownik potrzebuje napięcia na wejściu >200V. Dlatego zazwyczaj stosuje się 8 modułów PV.
- Dzięki mikrofalownikom układ pracować będzie z maksymalną wydajnością nawet przy częściowym zacienieniu lub przy różnorodnym ustawieniu. Każdy moduł pracuje z maksymalną wydajnością dzięki indywidualnemu śledzeniu MPPT. W efekcie cały system osiąga znacząco wyższą wydajność. W przypadku centralnego inwertera dla częściowego zacienienia lub przy różnorodnym ustawieniu,

moduł pracujący z najniższą wydajnością obniża wydajność pozostałych modułów w szeregu. Moduły są od siebie współzależne.

- **Najwyższe bezpieczeństwo dzięki indywidualnym połączeniom.** Brak niebezpiecznych napięć po stronie PV. W konwencjonalnych systemach PV napięcie stałe może osiągać nawet 1000V. W razie pojawienia się ognia uszkodzi się izolacja przewodów i akcja strażaków będzie wiązała się z bardzo dużym ryzykiem. W przypadku mikrofalowników maksymalne napięcie wynosi <60V (napięcie bezpieczne) a strona AC jest odseparowana. Strażacy nie są więc narażeni na porażenie prądem. Akcja gaśnicza jest bezpieczna.

- Każdy istniejący system może zostać niewielkim wysiłkiem zmodernizowany i rozbudowany o dodatkowe moduły, zależnie od potrzeb i wolnych środków. Modernizacja systemu szeregowego jest możliwa w każdym momencie. W systemie bazującym na mikrofalownikach, dodatkowe moduły dodaje się bardzo prosto. Dzięki temu można wykorzystać niezabudowane jeszcze modułami PV powierzchnie. Przy zastosowaniu rozwiązania SUNNY Multigate do 12 sztuk paneli.

- W systemie z mikrofalownikami każdy moduł pracuje niezależnie. Dlatego całkowita wydajność układu jest znacznie wyższa. Przy zastosowaniu centralnego falownika, jeżeli zastosowano moduły o różnych właściwościach, moduł pracujący z mniejszą wydajnością prądową obniża wydajność pozostałych modułów.

- W systemach szeregowych przy dużych odległościach między modułami, starty na liniach PV są wysokie. Długie obwody DC powodują że falownik szeregowy pracuje z większymi startami. W systemach z mikrofalownikami napięcie sieciowe jest dostarczane z mniejszymi startami. Ze względu na wysokie napięcie zmienne, straty w układzie z mikrofalownikami są mniejsze.

### 3.3. Dobór urządzeń

Instalacja składać się będzie z :

a- Modułu fotowoltaicznego polikrystaliczny aleo solar S18.260

Producent: aleo solar. Moduł polikrystaliczny, oramowany.

Rama srebrna 50mm. PID-Free, odporne na sól i amoniak. Liniowy spadek wydajności.

#### Parametry elektryczne

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Moc znamionowa $P_{mp}$          | 260Wp     |
| Tolerancja mocy                  | 0..+4,99W |
| Napięcie dla mocy max $U_{mp}$   | 30,5V     |
| Prąd dla mocy max $I_{mp}$       | 8,51A     |
| Napięcie bez obciążenia $V_{oc}$ | 37,7V     |
| Prąd zwarcia $I_{sc}$            | 9,01A     |
| Maksymalny prąd wsteczny         | 20A       |
| Sprawność modułu                 | 15,8%     |

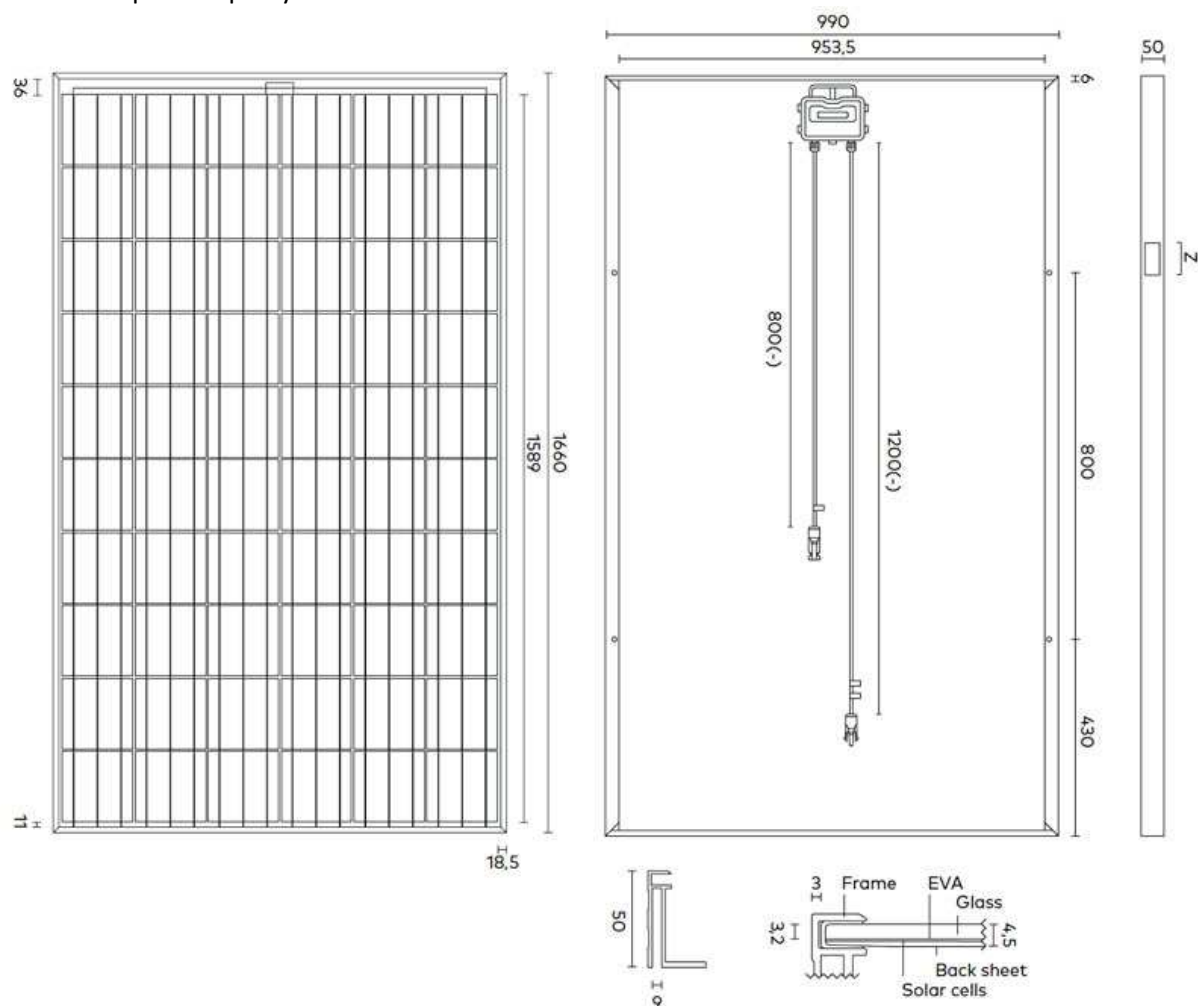
#### Współczynniki temperaturowe

|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| Współczynnik temperaturowy $I_{sc}(\%)$ °C | +0,05 |
| Współczynnik temperaturowy $V_{oc}(\%)$ °C | -0,31 |
| Współczynnik temperaturowy $P_{mp}(\%)$ °C | -0,42 |

#### Parametry mechaniczne

|                                          |                   |
|------------------------------------------|-------------------|
| Ogniwa 156x156mm; 6x10; polikrystaliczne |                   |
| Wymiary modułu                           | 1660 * 990 * 50mm |
| Grubość szkła                            | 3,2mm             |

Maksymalne obciążenie 5400Pa / 5400Pa  
 Waga 20kg  
 Puszka przyłączeniowa IP67 z 3 diodami bajpas  
 Połączenie Przewody Solar 4mm<sup>2</sup> ze złączami MC4, 1,2m(+), 0,8m(-)  
 Zakres temperatur pracy b.d.



## aleo solar S18.260

### Normy

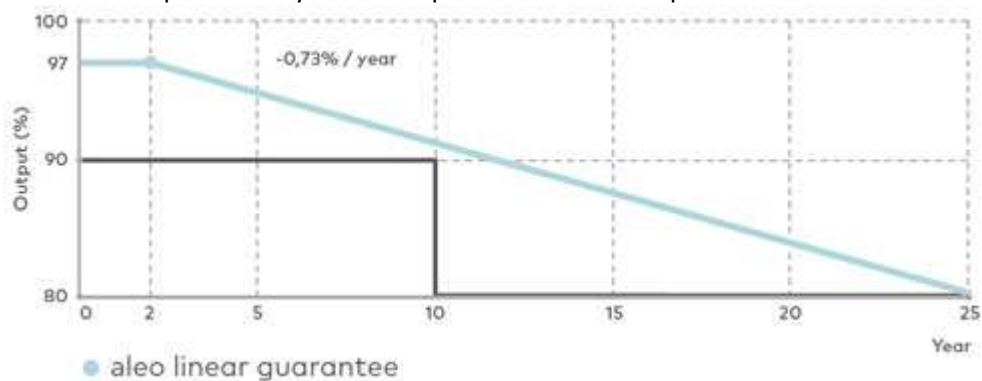
IEC 61215, IEC 61730-1/-2, IEC 62716, IEC 61701, IEC 62804.

MCS 010, MCS 005.

### Gwarancja

10-letnia na produkt.

25-letnia na spadek mocy do: >90% po 10 latach i >80% po 25 latach.



b- Mikrofalownik Sunny Boy 240 oraz Sunny Multigate.

Mikrofalownik 1-fazowy, znamionowa moc wyjściowa AC: 0,23kW SB240

Transformatorowy, IP65. Współpracuje z modułami polikrystalicznymi, monokrystalicznymi, cienkowarstwowymi. Warystorowe zabezpieczenie przepięciowe w Sunny Multigate.

Uwaga: Mikrofalownik(i) nie pracuje bez Sunny Multigate.

#### Dane techniczne

| Opis | Sunny Boy 240                          | Sunny Multigate                                                              |
|------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| DC   | Maksymalna moc modułu PV (STC)         | 300Wp                                                                        |
|      | Maksymalne napięcie wejściowe $V_{OC}$ | 45V <sub>DC</sub>                                                            |
|      | Minimalne napięcie wejściowe           | 23V <sub>DC</sub>                                                            |
|      | Znamionowe napięcie wejściowe          | 29V <sub>DC</sub>                                                            |
|      | Zakres napięć MPPT                     | 23 - 32V <sub>DC</sub>                                                       |
|      | Maksymalny prąd wejściowy DC           | 8,5A <sub>DC</sub>                                                           |
|      | Liczba par zacisków wejściowych        | 1                                                                            |
|      | Liczba MPPT                            | 1                                                                            |
|      | Wyłącznik DC                           | nie                                                                          |
|      | Maksymalna ilość mikrofalowników       | -                                                                            |
|      | Moc znamionowa $P_{ACnom}$             | 0,23kW                                                                       |
|      | Moc maksymalna $P_{ACmax}$             | 0,23kW                                                                       |
|      | Prąd maksymalny $I_{ACmax}$            | 1A <sub>AC</sub>                                                             |
|      | THD lwy                                | <3%                                                                          |
|      | Zakres napięć wyjściowych              | 180 - 270V <sub>AC</sub>                                                     |
| AC   | Częstotliwość znamionowa               | 50Hz                                                                         |
|      | Zakres częstotliwości wyjściowych      | 45 do 63Hz                                                                   |
|      | Układ sieciowy                         | 1-fazowy, 3-przewodowy                                                       |
|      | Separacja galwaniczna                  | tak, falownik transformatorowy                                               |
|      | Odłączenie biegunów po stronie AC      | Monitorowanie sieci                                                          |
|      | Wykrywanie doziemienia                 | tak                                                                          |
|      | $\cos \phi$                            | 1                                                                            |
|      | Pobór własny w czasie nocy             | 0,03W                                                                        |
|      | Współczynnik mocy                      | 1                                                                            |
|      | Chłodzenie                             | konwekcyjne                                                                  |
|      | Komunikacja                            | przez linię zasilającą, max 30m*                                             |
|      | Wyświetlacz                            | brak                                                                         |
|      | Normy                                  | VFR2013, PPC, EN 50438, C10/11/2012, EN61000-6-3, VDE0126-1-1, VDE-AR-N-4105 |
|      | Obudowa, stopień ochrony               | IP-65                                                                        |
|      | Wymiary                                | 188 x 218 x 44mm                                                             |
|      | Waga                                   | 1,3kg                                                                        |
|      | Temperatura pracy                      | -40 do 65°C                                                                  |
| INNE |                                        | 12xSb 240-10                                                                 |
|      |                                        | 2,76kW                                                                       |
|      |                                        | 2,76kW                                                                       |
|      |                                        | 12A <sub>AC</sub>                                                            |
|      |                                        | <3%                                                                          |
|      |                                        | 180 - 270V <sub>AC</sub>                                                     |
|      |                                        | 50Hz                                                                         |
|      |                                        | 45 do 63Hz                                                                   |
|      |                                        | z SB 240 przez linię zasilającą, z internetem - speedwire (Ethernet)         |
|      |                                        | diody LED                                                                    |
|      |                                        | IP-20                                                                        |
|      |                                        | 162 x 90 x 68mm                                                              |
|      |                                        | 0,75kg                                                                       |
|      |                                        | -40 do 45°C                                                                  |

|                                  |        |   |
|----------------------------------|--------|---|
| Dopuszczalna wilgotność względna | 0-100% | - |
| Sprawność maksymalna             | 95,8%  | - |
| Sprawność EU                     | 95,3%  | - |

\* UWAGA: Ponieważ mikrofalowniki komunikują się z Sunny Multigate przez linię AC, **długość całego obwodu AC między Sunny Multigate a ostatnim mikrofalownikiem SB 240 nie może przekroczyć 30m**. Przy większej odległości wystąpią zakłócenia w komunikacji lub utrata połączenia.

Z założenia jeden Sunny Boy 240 współpracuje z jednym modułem fotowoltaicznym.

Mikrofalowniki Sunny Boy 240 komunikują się z Sunny Multigate przez linię zasilającą. Dodatkowe kable sygnałowe są zbędne.

Sunny Multigate łączy się z internetem przez Ethernet (router lub modem) i protokół Speedwire.

Aby uzyskać dostęp i nadzór w czasie rzeczywistym przez internet, instalację należy zarejestrować w Sunny Portal. Dostęp do Sunny Portal jest bezpłatny.

Przy doborze modułu PV do falownika obowiązują dwie zasady:

- Nie może zostać przekroczone napięcie maksymalne 45VDC przy otwartym obwodzie, nawet w temperaturach ujemnych. Niezbędne jest ustalenie, jaka najniższa temperatura kiedykolwiek wystąpiła na danym terenie i do tej temperatury przeliczyć napięcie VOC modułów. Napięcie modułu który w standardowych warunkach 25°C daje 12V, w temperaturze -10°C wzrasta o około 2,8V czyli do 14,8V.

- Nie można przekraczać prądu 8,5ADC.

Dodatkowo :

Moduł PV musi spełniać wymogi II klasy ochrony zgodnie z normą PN-EN 61730 klasa A oraz musi mieć parametry pozwalające na współpracę z Sunny Boy 240. Mikrofalownik należy podłączyć do Sunny Multigate.

- Nie podłączać żadnych obciążeń między Sunny Boy a Sunny Multigate.
- Nie podłączać żadnych obciążeń między poszczególnymi mikrofalownikami Sunny Boy.
- Nie otwierać mikrofalowników.
- Mikrofalowniki należy montować na profilach bezpośrednio pod modułami PV lub na ścianie.
- Nie montować mikrofalownika do ramy modułu PV.
- Nie montować na podłożach łatwopalnych.
- Nie montować w obszarach gdzie są składowane materiały łatwopalne.
- Nie montować w obszarach zagrożonych wybuchem.

Sunny Multigate –zamontować w rozdzielni elektrycznej na szynie lub przykręcony śrubami do ściany.

Wszystkie komponenty elektrowni muszą pozostawać w zakresie ich parametrów pracy.

Produkt może być stosowany tylko zgodnie z informacjami podanymi w instrukcji eksploatacji oraz przepisami i normami obowiązującymi w kraju.

c- Uzupełnienie o zabezpieczanie przepięciowe i nadmiarowe .

Sunny Multigate można eksploatować w instalacjach o kategorii przepięciowej III lub niższej, zgodnie z normą PN-EN 60664-1 (IEC 60664-1). Jeżeli Sunny Multigate jest podłączony długimi kablami, należy zastosować dodatkowe ochronniki przepięciowe aby zmniejszyć kategorię z IV do III.

Uzupełnienie o zabezpieczenie przepięciowe i nadmiarowe należy zamontować w rozdzielni RF.

Projektuje się wyposażenie instalacji w ochronnik przepięciowy typu T2 20kA 1P+N zabezpieczenie nadmiarowe S301 B4 oraz wyłącznik różnicowo-prądowy P302 40A 100mA zabudowanych w rozdzielni RF zgodnie z schematem ideowym.

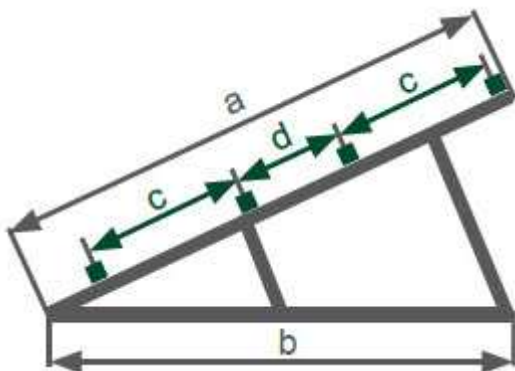
Oraz rozłącznik instalacyjny FR302 16A i ochronnik przepięciowy T1 25kA 1P+N zabudowany w istniejącej rozdzielni licznikowej. Projektuje się instalację w systemie TN-S. **Jeżeli obecnie jest inny system zasilania Inwestor musi przebudować układ instalacji do systemu TN-S.**

### 3.4. Opis montażu paneli fotowoltaicznych

Ustawienie modułów fotowoltaicznych ma znaczący wpływ na prace całego systemu.

- Moduł słoneczny zawsze w kierunku południowym.
- Kąt nachylenia ogniwa latem - ok. 25 stopni.
- Kąt nachylenia ogniwa zimą - ok. 60 stopni.
- Uniwersalny kąt nachylenia - 38 stopni.

Montując panel pod uniwersalnym kątem nachylenia, zyskujemy optymalne ustawienie zarówno dla zimy, jak i lata. Oczywiście ogniwo można zamontować również na płasko, ale trzeba się liczyć, że wydajność tak zainstalowanego modułu będzie niższa oraz moduł nie będzie mógł się sam oczyszczać. W opracowaniu jako konstrukcję wsporczą dla panelu PV zastosowano rozwiązanie standardowe trójkąt Profi U07 - 2,2m.



#### Trójkąt Profi U07 - 2,2m

| Wysokość modułu | a      | b      | c     | d     |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|
| ok. 2200mm      | 2200mm | 1995mm | 747mm | 460mm |

Kąt nachylenia dla projektowanego profilu wynosi 30° (istnieje możliwość zmiany kąta - na zamówienie).

Moduł należy przymocować do dachu płaskiego. Panel PV montować od góry ( w celu zapobiegnięcia zalegania warstwy śniegu w okresie zimowym).

Fotoogniwo ma być zwrócone w kierunku południowym (jeśli to jest niemożliwe to południowo-zachodnim), należy unikać zaciemnienia panela PV elementami wystającymi poza dach.

#### 3.5. Opis połączeń

W celu wykonania instalacji fotowoltaicznej Mikrofalownik należy doposażyć w kable DC i AC.



| Oznaczenie | Ilość | Opis                                                                                                                         |
|------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A          | 1     | Kabel AC do połączenia dwóch mikrofalowników lub pierwszego mikrofalownika* do gniazda AC Sunny Multigate np. MI-ACCAB14-10. |
| B          | 1     | Adapter DC z dwoma złączami DC np. MI-DCM4-10.                                                                               |

\* Pierwszy mikrofalownik: pierwszy w łańcuchu, jego gniazdo AC jest podłączone do Sunny Multigate.

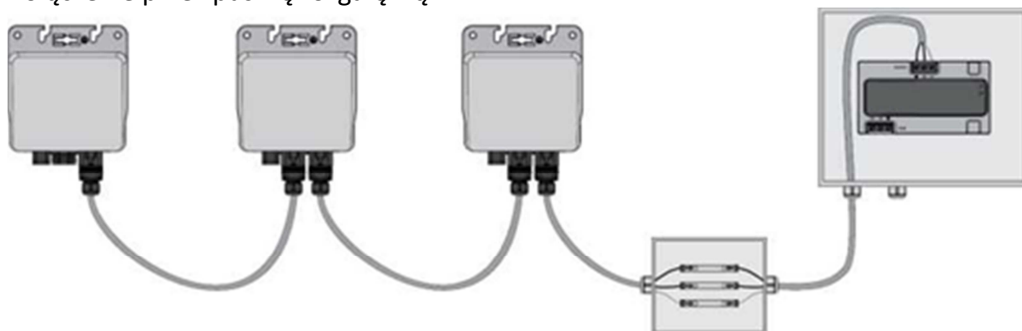
Są dwa sposoby połączenia pierwszego mikrofalownika do złącza AC Sunny Multigate:

- Połączenie kablem z wtyczką AC.

- Połączenie przez puszkę rozgałęźną.  
Połączenie kablem z zestawem wtyczki AC



Okablowanie AC elektrowni PV z podłączeniem wykorzystującym zestaw wtyczki AC.  
Połączenie przez puszkę rozgałęźną.



Okablowanie AC elektrowni PV z podłączeniem przez puszkę rozgałęźną.

**Nieużywane gniazdo AC ostatniego mikrofalownika należy zaślepić kapturkiem ochronnym.**

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

Przewody solarne (DC) o przekroju żył roboczych  $4 \text{ mm}^2$ , długości ok 1,2m zakończone wtyczką typu MC4 prowadzić na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych (rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV) do mikrofalownika.

Kable AC doprowadzić do rozdzielnicy RF zlokalizowanej w piwnicy (pod istniejącym pionem oświetleniowym klatki schodowej) a następnie do rozdzielnicy pomiarowej zlokalizowanej na klatce schodowej (przy wejściu do budynku).

Mikrofalowniki zostaną połączone z Sunny Multigate za pomocą kabla YKY  $0,6/1\text{kV } 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Kabel wyposażać w wtyczkę AC (MI-ACCON-10) dedykowaną do systemu i prowadzić w rurce ochronnej lub korytku (w przestrzeniach otwartych muszą być odporne na promieniowanie UV). Oznakować trasę kabla oraz wykorzystać istniejące przepusty kablowe (w razie niedrożność – spróbować oczyścić kanał).

### 3.6. Montaż rozdzielnicy

Projektuje się rozdzielnicę RF typu XL3 160 firmy Legrand wyposażoną w zamek z kluczem 1242E. Zostanie ona zainstalowana natynkowo w pobliżu rozdzielnicy pomiarowej (układu pomiarowego) na klatce. Znajdą się w niej Sunny Multigate oraz zabezpieczenia nadprądowe, przeciwprzepięciowe oraz wyłącznik różnicowoprądowy. Rysunek rozdzielnicy RF zobrazowano na załączniku nr 2E.

### 4. Układ pomiarowy

Istniejący układ pomiarowy nie nadaje się do współpracy z siecią fotowoltaiczną dlatego **wykonawca sporządzi i przekaze inwestorowi kompletny wniosek zgłoszenia Instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej.**

Należy zbudować bezpośredni układ pomiarowy oparty na czterokwadrantowym liczniku energii elektrycznej. Liczniki tego typu pozwalają na rejestrację mocy czynnej oraz biernej w obu kierunkach i we wszystkich kwadrantach. Dokładność pomiaru energii czynnej, wg IEC 62053-21, powinna być klasy 1, zaś energii biernej, wg IEC 62053-23 dokładność pomiaru wynosi 1%. Licznik ten powinien posiadać zdolność rejestrowania i przechowywania w pamięci przebiegów obciążenia w programowalnym zakresie, od 1 do 60 minutowym okresie uśredniania oraz zaprogramowania na automatyczne zamykanie okresu obrachunkowego.

#### 5. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Ochroną odgromową objęte zostaną wszystkie moduły fotowoltaiczne PV oraz zostaną one objęte systemem połączeń wyrównawczych. Każdy moduł fotowoltaiczny zostanie przyłączony za pomocą przewodu miedzianego LgY 10 mm<sup>2</sup> z konstrukcją bazową modułu. Projektuje się podłączenie do istniejącej instalacji odgromowej budynków. Konieczne jest podłączenie drugiego przewodu ochronnego (wyrównawczego potencjałów), który uziemi obudowę mikrofalownika.

Chroni to przed prądem dotykowym w razie uszkodzenia przewodu ochronnego w kablach AC.

Dodatkowo przewód uziemiający należy podłączyć do szyny wyrównawczej w rozdzielni głównej.

#### 6. Uziom i połączenie wyrównawcze

Uziemione połączenie wyrównawcze modułów i falownika odpowiada nam za element ochrony:

- przeciwporażeniowej,
- przeciwprzepięciowej,
- odgromowej.

Uziemienie jest bardzo ważnym elementem ochrony instalacji PV, chociaż nieuziemiony moduł też jest urządzeniem bezpiecznym elektrycznie w normalnych warunkach pracy. Uziemione połączenie wyrównawcze poprawia bezpieczeństwo pracy instalacji fotowoltaicznej w takich sytuacjach, jak uszkodzenie modułu w czasie wyładowań atmosferycznych w pobliżu instalacji. Przy instalacji połączenia wyrównawczego musimy pamiętać, że wszystkie uziomy po stronie prądu stałego oraz prądu przemiennego powinny być wspólne. Należy pamiętać, aby nie wykonywać nie uziemionych połączeń wyrównawczych. W najwyższym punkcie każdej elektrowni instaluje się zwody pionowe, mocując je do konstrukcji nośnej. Przyłączenie konstrukcji nośnej instalacji fotowoltaicznej do szyny wyrównawczej potencjałów lub do systemu ochrony odgromowej odbywa się przy użyciu kabla 10mm<sup>2</sup>. Całość należy wykonać zgodnie z normą PN-IEC 62305.

#### 7. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowią będą ograniczniki przepięć DC fabrycznie zbudowane w mikrofalowniku. Panel Sunny Multigate zostanie zabezpieczony ochronnikiem przepięciowym w rozdzielnicy RF (po stronie AC). Dodatkowo ograniczniki przepięć zostanie zbudowany w istniejącej rozdzielnicy licznikowej .

#### 8. Zabezpieczenia jednostek wytwórczych

Jednostka centralna Sunny Multigate posiada wbudowane zabezpieczenia: zerowo-nadnapięciowe, zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zapobiegające pracy

niepełno fazowej (nasz układ pracuje jednofazowo). Dodatkowo Inwerter wyposażony jest w automatykę uniemożliwiającą pracę wyspową. Działanie wszystkich wbudowanych zabezpieczeń odbywać się będzie bezzwłocznie lub z krótką zwłoką czasową poniżej 0,2 s.

#### 9. Automatyka sterująca

Ze względu na rozmiary projektowanego układu fotowoltaicznego (oraz koszty), **system nie został wyposażony w automatykę sterującą ograniczaniem mocy dostarczanej do systemu energetyki zawodowej**. Moc układu została tak dobrana aby wyprodukowana energia nie przekroczyła zużycia ( w rozliczeniu rocznym). Nie mniej **Inwestor powinien zwracać uwagę na rozliczenie energii elektrycznej** w celu ewentualnego ograniczenia oddawanej do systemu energii elektrycznej np. poprzez dodatkowe dociążenie obwodu.

#### 10. Podłączenie Sunny Multigate do sieci informatycznej

W celu komunikacji zdalnej z Sunny Multigate należy układ podłączyć do sieci informatycznej.

Sunny Multigate i mikrofalowniki można skonfigurować za pomocą produktu komunikacyjnego, czyli Sunny Portal, Sunny Explorer.

Aby zarejestrować elektrownię na Sunny Portal, Sunny Multigate należy podłączyć do internetu.

Potrzebny materiał (nie jest dostarczany w zestawie):

- ☐ Kabel sieciowy.

Parametry kabla:

Długość kabla i jego jakość wpływają na parametry komunikacji. Należy przestrzegać następujących zaleceń:

- ☐ Typ kabla: 100BaseTx.

SMA Solar Technology AG zaleca SMA COMCAB-OUTxxx do stosowania na zewnątrz i SMA COMCAB-INxxx do wewnątrz, dostępne w długościach: 100m, 200m, 500m, 1000m.

- ☐ Kategoria kabla: Cat5, Cat5e, Cat6, Cat6a lub Cat7.
- ☐ Rodzaj wtyczki: RJ45 dla Cat5, Cat5e, Cat6 lub Cat6a.
- ☐ Ekranowanie: SF/UTP, S/UTP, SF/FTP lub S/FTP.
- ☐ Liczba par przewodów i przekrój przewodu: minimum 2 x 2 x 0.22 mm<sup>2</sup> dla Cat5, Cat5e, Cat6 lub Cat6a.
- ☐ Maksymalna długość patch-kabla: 50m.
- ☐ Maksymalna długość kabla instalacyjnego: 100m.
- ☐ Kable stosowane na zewnątrz muszą być odporne na promieniowanie UV.

#### 11. Instalacja ochrony od porażeń

Instalację ochrony od porażeń zaprojektowano w oparciu o PN-IEC 60364-4-41.

Układ kablowej sieci zasilającej TN-C. Układ sieci zasilającej w budynku TN-S.

Ochronę podstawową przed dotykiem bezpośrednim realizuje się poprzez izolacje części czynnych (rozdzielnice projektuje się wykonać w II klasie ochronności). Jako ochronę dodatkową zastosowano samoczynne wyłączenia zasilania realizowane poprzez montaż wyłączników topikowych oraz nadmiarowo prądowych.

Rezystancja przewodu ochronnego przyjmujemy  $R \leq 10 \Omega$  (ze względu na zastosowanie ochronników przepięć).

Dodatkowo:

Przewody ochronne PE muszą mieć trwałe i pewne połączenie z elementami tablic rozdzielczych, aparatów elektrycznych i urządzeń, a także słupów oświetleniowych.

Przewodu neutralnego N nie wolno uziemiać.

Przekrój przewodów ochronnych dobrano taki sam jak przewodów fazowych. Przewody ochronne należy prowadzić razem z przewodami fazowymi. Przewodów ochronnych nie wolno zabezpieczać ani przerywać wyłącznikami.

W projektowanym budynku wykonać instalację ekwipotencjalną wewnętrzną. W pobliżu projektowanych tablic elektrycznych wykonać lokalne szyny wyrównawcze i podłączyć ją do przewodu uziemiającego. Do szyny ekwipotencjalnej dołączyć;

- rury ciepłej i zimnej wody, oraz rury centralnego ogrzewania,
- urządzenia i kanały wentylacyjne i klimatyzacyjne,
- metalowe konstrukcje koryt kablowych,
- wszystkie inne metalowe części, na których może znaleźć się napięcie elektryczne.

Przekrój przewodu, którym wykonuje się połączenie wyrównawcze powinien być nie mniejszy niż połowa największego przewodu ochronnego w danej instalacji, lecz nie może być mniejszy niż  $6 \text{ mm}^2$  i nie musi być większy niż  $25 \text{ mm}^2$ . Przewód ochronny PE musi posiadać ciągłość galwaniczną (nie może być rozłączany żadnym wyłącznikiem) Przewód ten powinien mieć izolację w kolorze żółtozielonym. Ochronie podlegają wszystkie części urządzeń elektrycznych, które normalnie nie znajdują się pod napięciem, a przerzut napięcia na to urządzenie w przypadkach awaryjnych może stworzyć niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym.

## 12. Prace budowlane

Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji zamurować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebicjach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie.

Zaleca się mocowanie mikrofalowników do dachowej konstrukcji nośnej modułów PV

Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w rurach ochronnych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego. Wszystkie materiały i roboty związane z realizacją projektu muszą być zgodne z zapisami STWiOR.

### 13. Podsumowanie i wnioski

Projektowany system został dopasowany do potrzeb zużycia energii elektrycznej. Moc systemu została dobrana tak aby instalacja nie produkowała dużych nadwyżek energii. W dni słoneczne produkcja energii będzie się pokrywać z zapotrzebowaniem z okresu wzmożonej pracy obiektu.

Do odbioru dostarczyć protokoły badań,, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt, dokumentację powykonawczą.

### 14. Zestawienie materiałów

| Lp. | Wyszczególnienie                                                    | Typ                                                                                       | Ilość    |
|-----|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny                               | aleo solar S18.260                                                                        | 2 kompl. |
| 2   | Mikrofalownik                                                       | SUNNY BOY 240                                                                             | 2 szt.   |
| 3   | Sterownik                                                           | Sunny Multigate                                                                           | 1 szt.   |
| 4   | Wyłącznik nadprądowy                                                | S301 B4 1P 4A 6000A TX3                                                                   | 1 szt.   |
| 5   | Wyłącznik różnicowo prądowy                                         | P302 40A 100mA 2P A TX3                                                                   | 1 szt.   |
| 6   | Ogranicznik przepięć + zestaw przewodów                             | T2 20KA 1P+N                                                                              | 1 kompl. |
| 7   | Obudowa rozdzielnic RF                                              | XL3 160 rozdz. izolacyjna 2R + drzwi płaskie metal w. 450 + wkładka zamka z kluczem 1242E | 1 kompl. |
| 8   | Przewód po stronie AC                                               | YKY 3x2,5                                                                                 | 35 mb    |
| 9   | Rozłącznik izolacyjny (w rozdzielni licznikowej)                    | FR302 16A 2P                                                                              | 1 szt.   |
| 10  | Ogranicznik przepięć + zestaw przewodów ( w rozdzielni licznikowej) | T1 25kA 1P+N                                                                              | 1 kompl. |
| 11  | Konstrukcja wsporcza aluminiowo-stalowa pod PV                      | Trójkąt Profi U07 - 2,2m                                                                  | 2 kompl. |
| 12  | Kabel DC MC4                                                        | MI-DCM4-10                                                                                | 2 szt.   |
| 13  | Kabel AC 1,4m                                                       | MI-ACCAB14-10                                                                             | 2 szt.   |
| 14  | Fabryczne złączki + zaślepki                                        |                                                                                           | 2 kompl. |
| 15  | Instalacja uziemiająca                                              |                                                                                           | kompl.   |
| 16  | Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty                     |                                                                                           | kompl.   |

### 15. Obliczenia

#### 15.1. Obliczenia po stronie DC

##### 15.1.1. Dobór przewodów elektrycznych

Minimalny przekrój kabli w instalacji od kolektorów dachowych do inwertera

$$A_{min} = \frac{P \times \rho \times l}{V^2 \times \Delta V_{max}} \times 10^6 = [mm^2]$$

l=1,2 m - długość sumaryczna obwodu pomiędzy panelem a mikrofalownikiem

ρ- opór właściwy materiału przewodu: dla miedzi  $1.68 \cdot 10^{-8} [\Omega \cdot m]$

P– 260 W - moc panela w warunkach STC w [W]

V- 31,3 V maksymalne napięcie w obwodzie

$\Delta V_{\max}$  - dopuszczalny spadek napięcia w obwodzie [1%] - 0,01

$10^6$  - przelicznik  $m^2$  na  $mm^2$

$$A_{\min} = \frac{260 \times 1,68 \times 10^{-8} \times 3}{31,3^2 \times 0,01} \times 10^6 = 0,56 [mm^2]$$

Dobrano przewód o przekroju  $4 mm^2$  – warunek spełniony

#### 15.1.2. Dobór zabezpieczenia nadmiarowo prądowego

Ze względu na budowę systemu zabezpieczenie nadmiarowo prądowe po stronie DC fabryczne.

#### 15.2. Obliczenia po stronie AC

##### 15.2.1. Dobór przewodów elektrycznych

Przy doborze przewodów po stronie prądu przemiennego należy kierować się zasadą dopuszczalnego spadku napięcia, który nie powinien przekraczać 1%. Wynika stąd, że falownik powinien być montowany jak najbliżej głównej rozdzielni w budynku. Problem jest o tyle istotny, że zbyt duża obciążalność prądowa przewodów może prowadzić do wzrostu napięcia w miejscu przyłączenia i w skrajnym przypadku wyłączać falownik. Zgodnie z prawem Ohma w miejscu przyłączenia odbiornika do sieci powstaje zawsze spadek napięcia, w przypadku podłączenia generatora - jego wzrost. falownik wprowadza prąd do sieci, więc w jego przypadku mamy do czynienia ze wzrostem napięcia, przy czym jest ono tym większe im większa impedancja sieci i im większy falownik. Na impedancję sieci elektroenergetycznej nie mamy żadnego wpływu. Na opór pomiędzy falownikiem, a siecią tak. Zgodnie z przepisami operatorów sieci EE i wytycznymi VDE 0126-1-1 graniczny wzrost napięcia w miejscu przyłączenia falownika nie powinien przekraczać wartości 253V (sieć niskonapięciowa), przy czym jest to wartość średnia 10 minutowa. Wartość napięcia jest stale mierzona co 3s i w ciągu 10 minut jej średnia nie może przekroczyć 253V. Jeśli będzie wyższa, falownik zostanie odłączony od sieci. Jeśli chwilowy skok napięcia wyniesie 260V, to odłączenie nastąpi natychmiast.

Minimalny przekrój kabli w instalacji od najdalszego mikrofalownika do Sunny Multigate dla układu jednofazowego:

$$A_{\min} = \frac{P \times 2 \times l \times \rho}{U_f^2 \times \Delta U_{\max}} \times 10^6 = [mm^2]$$

gdzie:

P-520 W sumaryczna moc mikrofalownika [W]

l= 30 m - sumaryczna długość linii od mikrofalownika do miejsca przyłączenia [m]

$U_f$  – napięcie fazowe 230V

0,01 dopuszczalna strata napięcia 1%

$\rho$ - opór właściwy materiału przewodu: dla miedzi  $1,68 \cdot 10^{-8} [\Omega \cdot m]$

$\Delta U_{\max}$  - dopuszczalny spadek napięcia w obwodzie [1%] - 0,01

$10^6$  - przelicznik  $m^2$  na  $mm^2$

$$A_{min} = \frac{520 \times 2 \times 30 \times 1,68 \times 10^{-8}}{230^2 \times 0,01} \times 10^6 = 0,99[mm^2]$$

Dobrano przewód o przekroju  $2,5 \text{ mm}^2$  – warunek spełniony

#### 15.2.2. Dobór zabezpieczenia nadmiarowo prądowego

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej: 520W

Napięcie zasilania: 230 V

Prąd maksymalny obciążenia: 2,26 [A]

Wyprowadzenie mocy z rozdzielnic RF do rozdzielnic licznikowej zostanie zrealizowane za pomocą kabla typu YKY 3x2,5 [mm<sup>2</sup>]. Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony rozdzielnic RF stanowić będzie wyłącznik nadprądowy S301 B4 1P 4A. Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKY 3x3,5[mm<sup>2</sup>] układanego w rurze instalacyjnej w izolowanej cieplnie ścianie wynosi 17,5 A.

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

[1]  $I_B < I_N < I_Z$

[2]  $I_2 < 1,45 \times I_N$  gdzie:

- $I_B$  - obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- $I_N$  - prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- $I_Z$  - obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- $I_2$  - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem

$I_B(520 \text{ W}) = 2,26 \text{ [A]}$

$I_N = 4 \text{ [A]}$

$I_Z = 17,5 \text{ [A]}$

$I_2 = 1,45 \times 4 \text{ [A]} = 5,8 \text{ [A]} < I_Z$

$I_B(520\text{W}) = 2,26\text{[A]} < I_N = 4 \text{ [A]} < I_Z = 17,5 \text{ [A]}$  – warunek [1], [2] spełniony