[1 Opis rozwiązań projektowych 2](#_Toc531860951)

[2 Moduły fotowoltaiczne 4](#_Toc531860952)

[2.1 Moduły fotowoltaiczne samoodśnieżające MPVS 5](#_Toc531860953)

[2.2 Moduły szklane samoodśnieżające MS 6](#_Toc531860954)

[2.3 Moduły fotowoltaiczne dachowe MPVD 6](#_Toc531860955)

[3 Falownik fotowoltaiczny 7](#_Toc531860956)

[4 Optymalizator mocy 10](#_Toc531860957)

[5 System automatycznego samoośnieżania modułów zadaszenia 10](#_Toc531860958)

[5.1 Budowa systemu automatycznego samoodśnieżania 11](#_Toc531860959)

[5.2 Sposób działania systemu samoodśnieżania 11](#_Toc531860960)

[6 Rozdzielnica zbiorcza RGPV 12](#_Toc531860961)

[7 Okablowanie 12](#_Toc531860962)

[7.1 Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC) 12](#_Toc531860963)

[7.2 Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC) 12](#_Toc531860964)

[8 Konstrukcja 12](#_Toc531860965)

[8.1 Konstrukcja systemowa do montażu modułów fotowoltaicznych dachowych PV-D 12](#_Toc531860966)

[8.2 Instalacja fotowoltaiczna z modułami PV stanowiącymi wypełnienie dachowego świetlika słupowo-ryglowego 14](#_Toc531860967)

[9 Informacje i wytyczne dla wykonawcy 15](#_Toc531860968)

[10 Informacje dla Inwestora 15](#_Toc531860969)

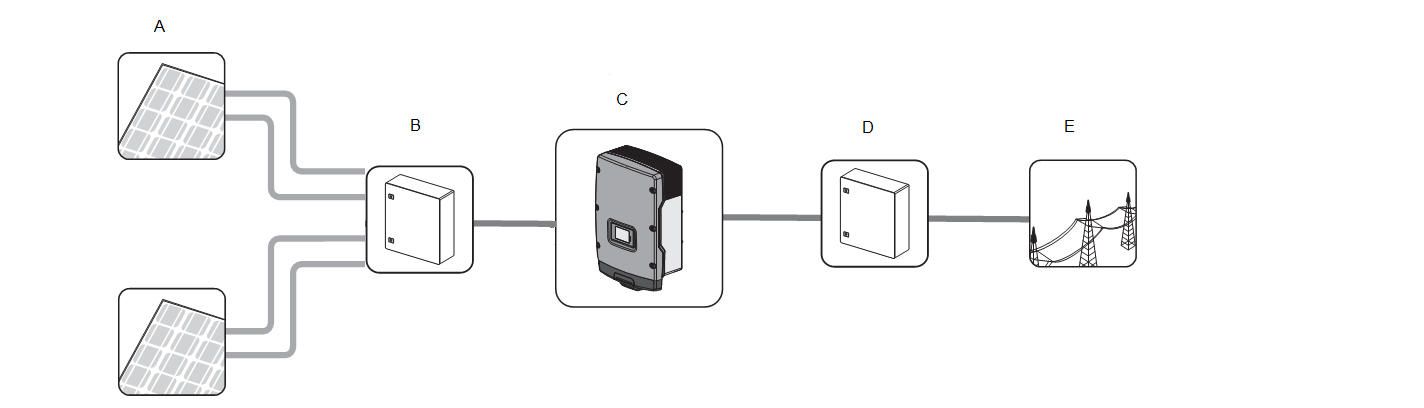
# Opis rozwiązań projektowych

Obiekt zostanie wyposażony w instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy 57,36kWp. Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej został przedstawiony na rysunku PV-01F.

Instalację fotowoltaiczną stanowić będą:

* moduły fotowoltaiczne dachowe montowane na konstrukcji systemowej bezinwazyjnej (balastowej) na dachu (MPVD);
* samoodśnieżające moduły fotowoltaiczne szkło-szkło zintegrowane z zestawem szybowym dwukomorowym montowane w systemowej konstrukcji słupowo-ryglowej wypełnienie świetlika dachowego (MPVS);
* samoodśnieżające moduły zintegrowane z zestawem szybowym dwukomorowym montowane w systemowej konstrukcji słupowo-ryglowej wypełnienie świetlika dachowego (MS);
* beztransformatorowe 3-fazowe falowniki fotowoltaiczne;
* optymalizatory mocy współpracujące z modułami PV oraz falownikami;
* rozdzielnica zbiorcza instalacji fotowoltaicznej prądu stałego RGPV
* zabezpieczenia po stronie AC i DC
* okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC).

Poniższy rysunek pokazuje w obrazowy sposób połączenie systemu fotowoltaicznego do sieci operatora energetycznego.



Schemat zasadniczy połączenia systemu fotowoltaicznego:

A – Grupy modułów fotowoltaicznych (tzw. łańcuchy modułów)

B – Rozdzielnice DC wraz ze zintegrowanymi zabezpieczeniami

C – Falownik fotowoltaiczny DC/AC

D – Rozdzielnica zbiorcza instalacji fotowoltaicznej RGPV.

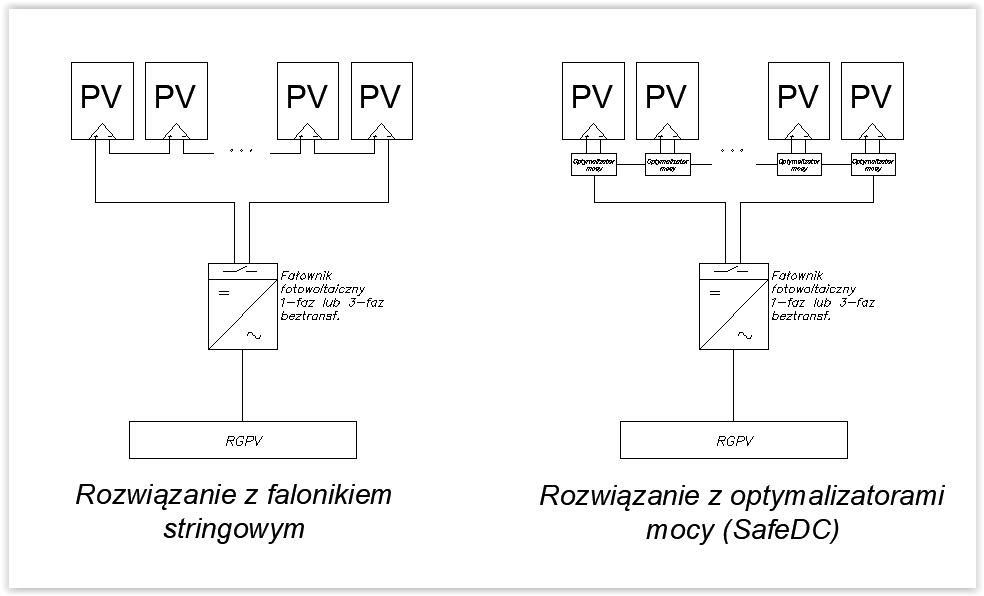
E – Siec odbiorcza obiektu / Sieć operatora dystrybucyjnego.

Ze względu, że część instalacji fotowoltaicznej stanowią moduły zintegrowane BIPV (Building Integrated Photovoltaics) instalacja fotowoltaiczna zostanie zaprojektowana w oparciu na technologie SafeDC.

Zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie  
warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” – wyłącznik  
przeciw-pożarowy ma odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników z  
wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest  
niezbędne podczas pożaru.

Tradycyjne rozwiązanie falowników stringowych kiedy moduły fotowoltaiczne łączone równolegle i szeregowe podłączają się bezpośrednio do inwertora w przypadku zadziałania głównego wyłącznika przeciwpożarowego tracą zasilanie falownika z sieci AC (Operatora sieci dystrybucyjnego) znajdzie się w stanie bez napięciowym i falowniki przejdą w tryb stand-by (zabezpieczenie od pracy wyspowej). W wyniku zadziałania systemu P.POŻ budynku, falowniki wyłączą się i nie będą generować napięcie AC do sieci wewnętrznej budynku, Natomiast po stronie DC występują napięcie obwodu otwartego szeregu modułów które może sięgać nawet 1000 Vdc. Takie napięcie przekracza napięcie bezpieczne DC, w związku z czym pod czas akcji pożarowej instalacja fotowoltaiczna, w tym przypadku instalacja BIPV budynku tworzy wysokie zagrożenie dla życia użytkownika oraz ekip ratowniczych.

Zaproponowane rozwiązanie w technologii SafeDC opiera się na zastosowaniu optymalizatorów mocy dla każdego modułu lub grupy modułów. Idee podłączenia optymalizatorów mocy przedstawiono na poniższym rysunku:



W przypadku odłączenia zasilania AC falownika w systemie SafeDC (np. za pomocą wyłącznika przeciwpożarowego) lub po ustawieniu przełącznika wł./wył. falownika w położeniu wył., napięcie DC spada do bezpiecznego napięcia 1 V dla  każdego optymalizatora, tym samym zachowując napięcie na instalacji BIPV budynku na bezpiecznym poziomie <=60V DC.

Dodatkowo jeżeli podczas pożaru nie zostanie wywołane zadziałanie wyłącznika p.poż inwerter i optymalizatory wyłączą się gdy będą pod wpływem ekstremalnie wysokiej temperatury lub gdy wystąpi łuk elektryczny na skutek uszkodzenia przewodu prądu stałego.

# Moduły fotowoltaiczne

Poniższa tabela przedstawia zestawienie modułów fotowoltaicznych.

*Tabela 1 – zestawienie modułów fotowoltaicznych*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lokalizacja | Wysokość | Szerokość | Moc jednostkowa | Ilość modułów | Moc łączna modułów PV | Powierzchnia modułów |
| **mm** | **mm** | **Wp** | **szt** | **kWp** | **m2** |
| MPVS | 1130 | 2000 | 230 | 88 | 20,24 | 198,88 |
| MS | 1050 | 1550 | 0 | 6 | 0 | 9,77 |
| 1050 | 1600 | 0 | 45 | 0 | 70,56 |
| MPVD | 997 | 1801 | 320 | 116 | 37,12 | 208,29 |
| SUMA | | | | **252** | **57,36** | **487,49** |

Rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych zostało przedstawione na rysunku A01.1 w części architektonicznej.

Zastosowane moduły szkło-szkło są szybą bezpieczną w rozumieniu przepisów budowlanych. Moduły fotowoltaiczne typu szkło-szkło nie są narażone na rozszczelnienie ramki które jest powodem delaminacji i nie posiadają tylnej warstwy stosunkowo łatwej do niewidocznego uszkodzenia, przez którą może dojść do przebicia narażającego zdrowie i życie użytkowników. Dodatkowym atutem jest mniejsza zdolność do nagrzewania się (większa pojemność cieplna szkła w stosunku do back sheet) co skutkuje wyższą efektywnością ogniw, całej instalacji i mniejszym stopniem degradacji ogniw. Laminacji modułów należy dokonać przy zastosowaniu folii PVB. Ze względu na trwałość, zmniejszenie spadku mocy instalacji w kolejnych latach nie dopuszcza się zastosowanie modułów fotowoltaicznych z wykorzystaniem butylu oraz zastosowania folii EVA do laminacji modułów fotowoltaicznych.

*Tabela 2 – Parametry techniczne zaprojektowanego pojedynczego modułu PV szkło-szkło:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Typ ogniw w module PV** | KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE 5BB  (technologia „front-contact”) | Ogniwa „back-contact” | Karta katalogowa |
| **Moc znamionowa modułu PV** | Zgodnie z zestawieniem modułów | mniej niedopuszczalne | Karta katalogowa |
| **Tolerancja mocy** | +5W | Niedopuszczalne stosowanie modułów z ujemną tolerancją mocy | Karta katalogowa |
| **Barwa ogniw fotowoltaicznych** | Ciemno-granatowa, niebieski | Niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Wymiary ogniwa** | 156mm x 156mm | +1mm  -0% | Karta katalogowa |
| **Ognioodporność** | Frontowa i tylna warstwa modułu niepalna – materiał zaliczony do kategorii materiałów niepalnych i nie wydzielających dymu ani uwalniania płonących cząstek/kropli | niedopuszczalna | Oświadczenie producenta |
| **Flash test** | Wymagany dla każdego modułu | niedopuszczalna | Świadectwo badań – Flash Test dla każdego typu modułu dostarczany wraz z ofertą |
| **LID** | 3% | większa niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Utrata wydajności w ciągu 25 lat** | 12 lat – 10%  25 lat - 17% | większa niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Folia laminacyjna** | PVB | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Wymiary** | Zgodnie z zestawieniem modułów | +5mm -5mm | Karta katalogowa |
| **Współczynnik temperaturowy modułów** | -0,4 %/oC | +0%  -% brak ograniczeń | Karta katalogowa |
| **Temperatura** | -40 do +85°C | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Max. Napięcie DC** | 1 000V | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Odporność na prąd wsteczny** | Min. 14A | niedopuszczalna | Oświadczenie producenta |
| **Normy, certyfikaty** | PN-EN 61730: 2007; 2012; 2013; 2014 | równoważna | Certyfikat |
| PN-EN 61215: 2005 | równoważna | Certyfikat |
| IEC 61701 | równoważna | Certyfikat |
| IEC 62716 | równoważna | Certyfikat |

Producent modułów fotowoltaicznych musi posiadać Certyfikat Quality Bond lub równoważny wydany przez dostawcę silikonu, potwierdzający poprawność wykonania szklenia strukturalnego przy użyciu silikonu odpornego na UV.

W celu potwierdzenia jakości oferowanych produktów wymagane jest aby Producent modułów fotowoltaicznych posiadał certyfikaty ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001 w zakresie rozwoju i prototypowania modułów, produkcji modułów fotowoltaicznych lub równoważne.

Parametry techniczne modułów dachowych (MPVD) zostały przedstawione w dalszej części opracowania.

## Moduły fotowoltaiczne samoodśnieżające MPVS

Na dachu budynku w konstrukcji słupowo-ryglowej świetlika zostaną zamontowane 88 szt. bezramkowych modułów fotowoltaicznych, wykonane w technologii szkło-szkło z krzemowymi, monokrystalicznymi ogniwami fotowoltaicznymi 5BB z przednią metalizacją (ang. Front-Contact) zintegrowanego z zestawem szybowym dwukomorowym. Parametry techniczne modułów fotowoltaiczny zostały przedstawione w Tabeli 1, Tabeli 2 oraz Tabeli 3.

*Tabela 3 – Parametry techniczne zaprojektowanego pojedynczego modułu MPVS:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Grubość laminatu modułu fotowoltaicznego** | 15 mm | +0,5mm  -0,5mm | Karta katalogowa |
| **Szyba tylna** | ESG barwiona w masie w kolorze grafitowym | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Przezierność (wypełnienie ogniwami PV)** | 50% | +10%  -10% | Karta katalogowa |
| **Szyba dodatkowa** | Szyba grzewcza | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Folia laminacyjna** | PVB | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Kompozycja zestawu szybowego** | 15mm+PV / 16Ar / 6 ESG / 16Ar / 44.2 | według obliczeń wytrzymałościowych | Karta katalogowa |

## Moduły szklane samoodśnieżające MS

Na dachu budynku w konstrukcji słupowo-ryglowej świetlika pomiędzy częścią biurową a produkcyjną zostaną zamontowane 48 szt. bezramkowych modułów samoodśnieżających, zintegrowanych z zestawem szybowym dwukomorowym. Parametry techniczne modułów fotowoltaiczny zostały przedstawione w Tabele 1, Tabele 2 oraz Tabele 4. Ze względu na stałe zacienienie świetlika oraz geometrie budynku – zestawy szybowy dwukomorowy należy wykonać w technologii samoodsnieżającej – pozwoli to na zwiększenie udziału światła naturalnego w okresie zimowym a dodatkowo pozwoli w bezpieczny sposób zapobiec zaleganie śniegu w świetliku niskim bez konieczności mechanicznego odśnieżania.

*Tabela 4 – Parametry techniczne zaprojektowanego pojedynczego modułu MS:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Grubość laminatu modułu** | 10 mm | +0,5mm  -0,5mm | Karta katalogowa |
| **Szyba tylna** | ESG barwiona w masie w kolorze grafitowym | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Szyba przednia** | Szyba grzewcza | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Folia laminacyjna** | PVB | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Kompozycja zestawu szybowego** | 10mm / 16Ar / 6 ESG / 16Ar / 44.2 | według obliczeń wytrzymałościowych | Karta katalogowa |

## Moduły fotowoltaiczne dachowe MPVD

Na dachu budynku zostaną zamontowane 116zt. modułów fotowoltaicznych o mocy 320 Wp każdy, wykonane w technologii szkło-szkło z krzemowymi, monokrystalicznymi ogniwami fotowoltaicznymi 5BB z przednią metalizacją (ang. Front-Contact).

Parametry techniczne modułów fotowoltaiczny zostały przedstawione w Tabeli 1 oraz Tabeli 5.

Parametry modułów fotowoltaicznych przeznaczonych dla dachów przedstawiono w poniższej tabeli

*Tabela 5 – Parametry techniczne zaprojektowanego pojedynczego modułu MPVD:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Typ ogniw w module PV** | KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE 5BB  (technologia „front-contact”) | Ogniwa „back-contact” | Karta katalogowa |
| **Moc znamionowa modułu PV** | 320 Wp | mniej niedopuszczalne | Karta katalogowa |
| **Tolerancja mocy** | +5W | Niedopuszczalne stosowanie modułów z ujemną tolerancją mocy | Karta katalogowa |
| **Barwa ogniw fotowoltaicznych** | Ciemno-granatowa, niebieski | Niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Wymiary ogniwa** | 156mm x 156mm | +1mm  -0% | Karta katalogowa |
| **Flash test** | Wymagany dla każdego modułu | niedopuszczalna | Świadectwo badań – Flash Test dla każdego typu modułu dostarczany wraz z ofertą |
| **LID** | 3% | większa niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Utrata wydajności w ciągu 25 lat** | 12 lat – 10%  25 lat - 17% | większa niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Szyba przednia** | 3,2 mm | +0%  -% brak ograniczeń | Karta katalogowa |
| **Wymiary** | 997 x 1801 | +5mm -5mm | Karta katalogowa |
| **Współczynnik temperatowy nodulów** | -0,4 %/oC | +0%  -% brak ograniczeń | Karta katalogowa |
| **Dioda bocznikująca** | 3 szt. | mniej niedopuszczalne | Karta katalogowa |
| **Temperatura** | -40 do +85°C | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Max. Napięcie DC** | 1 000V | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Odporność na prąd wsteczny** | Min. 14A | niedopuszczalna | Oświadczenie producenta |
| **Normy, certyfikaty** | PN-EN 61730: 2007; 2012; 2013; 2014 | równoważna | Certyfikat |
| PN-EN 61215: 2005 | równoważna | Certyfikat |
| IEC 61701 | równoważna | Certyfikat |
| IEC 62716 | równoważna | Certyfikat |

W celu potwierdzenia jakości oferowanych produktów wymagane jest aby Producent modułów fotowoltaicznych posiadał certyfikaty ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001 w zakresie rozwoju i prototypowania modułów, produkcji modułów fotowoltaicznych lub równoważne.

# Falownik fotowoltaiczny

Zadaniem falowników fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej energii przez moduły fotowoltaiczne na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej obiektu.

W przypadku odłączenia zasilania AC falownika (za pomocą wyłącznika AC w instalacji)  lub po ustawieniu przełącznika wł./wył. falownika w położeniu wył., napięcie DC spada do  bezpiecznego napięcia 1 V dla  każdego optymalizatora.

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych falowników.

Falownik musi posiadać wbudowany rozłącznik DC, umożliwiający pomiar izolacji po stronie DC oraz posiadać zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją. Obudowa falownika musi posiadać stopień ochrony minimum IP65. Falowniki musza być wyposażone w manualny rozłącznik po stronie generatora DC na czas serwisu oraz system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej.

Falowniki muszą spełniać kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.

Zastosowane falowniki muszą spełniać wymogi następujących dyrektyw oraz norm:

Zastosowane falowniki muszą spełniać wymogi następujących dyrektyw oraz norm:

- dyrektywy 2014/35/EU, 2014/30/UE, RoHS 2011/65/EU;

- normy EN 62109-1; 62109-2; 61000-6-2; 610006-3

Falowniki fotowoltaiczne zostaną zamontowane na dachu obiektu. Falowniki fotowoltaiczne należy zamontować zgodnie z zaleceniami i uwagami producenta. Nad falownikami fotowoltaicznymi wykonać zadaszenie ograniczające odziaływaniu słońca oraz deszczu na jednostki. Falowniki fotowoltaiczne zaprojektowano na ścianie północnej nadbudowy, co dodatkowo zapobiega bezpośredniemu padaniu promieniowania słonecznego. Parametry dobranych falowników fotowoltaicznych zostały przedstawione w poniższej tabele.

*Tabela 6 – Parametry techniczne dobranego falownika 17kW:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Moc maksymalna AC** | 17 000 W | mniej niedopuszczalne | Karta katalogowa |
| **Napięcie wyjściowe AC - faza do fazy / faza do przewodu zerowego (napięcie znamionowe)** | 380 / 220 ; 400 / 230 | W przypadku zastosowania falowników jednofazowych należy zastosować 3 jednostki o takie mocy wyjściowej AC | Karta katalogowa |
| **Moc maksymalna DC** | 22 950 W | Nie mniej niż łączna moc modułów PV | Karta katalogowa |
| **Max. napięcie wejściowe** | 900 V DC | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Częstotliwość sieci AC / zakres** | 50/60 Hz ± 5 | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Maks. prąd wyjściowy** | 266A | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Max. wydajność / wydajność wg norm EU** | 98% / 97,7% | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Gwarancja** | 12-25 lat | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków** | TAK | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)** | max 2,5 W | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Interfejsy:** | RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM | niedopuszczalna | Karta katalogowa |

*Tabela 7 – Parametry techniczne dobranego falownika 12,5kW:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Moc maksymalna AC** | 12 500 W | mniej niedopuszczalne | Karta katalogowa |
| **Napięcie wyjściowe AC - faza do fazy / faza do przewodu zerowego (napięcie znamionowe)** | 380 / 220 ; 400 / 230 | W przypadku zastosowania falowników jednofazowych należy zastosować 3 jednostki o takie mocy wyjściowej AC | Karta katalogowa |
| **Moc maksymalna DC** | 16 850 W | Nie mniej niż łączna moc modułów PV | Karta katalogowa |
| **Max. napięcie wejściowe** | 900 V DC | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Częstotliwość sieci AC / zakres** | 50/60 Hz ± 5 | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Maks. prąd wyjściowy** | 20A | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Max. wydajność / wydajność wg norm EU** | 98% / 97,6% | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Gwarancja** | 12-25 lat | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków** | TAK | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)** | max 2,5 W | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Interfejsy:** | RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM | niedopuszczalna | Karta katalogowa |

*Tabela 8 – Parametry techniczne dobranego falownika 25kW:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Moc maksymalna AC** | 25 000 W | mniej niedopuszczalne | Karta katalogowa |
| **Napięcie wyjściowe AC - faza do fazy / faza do przewodu zerowego (napięcie znamionowe)** | 380 / 220 ; 400 / 230 | W przypadku zastosowania falowników jednofazowych należy zastosować 3 jednostki o takie mocy wyjściowej AC | Karta katalogowa |
| **Moc maksymalna DC** | 37 250 W | Nie mniej niż łączna moc modułów PV | Karta katalogowa |
| **Max. napięcie wejściowe** | 900 V DC | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Częstotliwość sieci AC / zakres** | 50/60 Hz ± 5 | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Maks. prąd wyjściowy** | 40A | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Max. wydajność / wydajność wg norm EU** | 98,3% / 98% | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Gwarancja** | 12-25 lat | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków** | TAK | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)** | max 4 W | niedopuszczalna | Karta katalogowa |
| **Interfejsy:** | RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM | niedopuszczalna | Karta katalogowa |

# Optymalizator mocy

Działanie optymalizatorów mocy polega na szukaniu punktu mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu PV. Optymalizator pozwala utrzymać stałe napięcie w łańcuchu umożliwiając stała wydajność falownika. Każdy optymalizator wyposażony jest w SafeDC, który automatycznie odłącza napięcie modułu, gdy dojdzie do wyłączenia sieci lub falownika.

*Tabela 9 – Parametry techniczne dobranego optymalizatora mocy 370 W (dla modułów MPVD):*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Nominalna moc wejściowa** | 370 W | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. napięcie wejściowe** | 60 V | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Zakres napięcia MPPT** | 8-60 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. prąd wejściowy** | 11 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. sprawność** | 99,5 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. prąd wyjściowy** | 15 | Nie gorsze | Oświadczenie producenta |
| **Max. napięcie wyjściowe** | 60 | Nie gorsze | Świadectwo badań – Flash Test dla każdego typu modułu dostarczany wraz z ofertą |
| **Wymiar** | 128x152x28 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Waga** | 655 | Nie gorsze | Karta katalogowa |

*Tabela 10 – Parametry techniczne dobranego optymalizatora mocy 500 W (dla modułów MPVS):*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETR** | **WARTOŚĆ** | **DOPUSZCZALNA ODCHYŁKA** | **SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA** |
| **Nominalna moc wejściowa** | 500 W | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. napięcie wejściowe** | 80 V | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Zakres napięcia MPPT** | 8-80 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. prąd wejściowy** | 10,1 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. sprawność** | 99,5 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Max. prąd wyjściowy** | 15 | Nie gorsze | Oświadczenie producenta |
| **Max. napięcie wyjściowe** | 60 | Nie gorsze | Świadectwo badań – Flash Test dla każdego typu modułu dostarczany wraz z ofertą |
| **Wymiar** | 128x152x36 | Nie gorsze | Karta katalogowa |
| **Waga** | 750 | Nie gorsze | Karta katalogowa |

# System automatycznego samoośnieżania modułów zadaszenia

Projektowany system samoczynnego odśnieżania modułów fotowoltaicznych oraz modułów szklanych ma na celu:

- wykluczenie strat produkcji energii;

- zmniejszenie obciążenia zadaszenia przez zalegający śnieg;

- zwiększyć oświetlenie naturalne schodów w okresie zimowym.

## Budowa systemu automatycznego samoodśnieżania

System samoodśneiżania składają się:

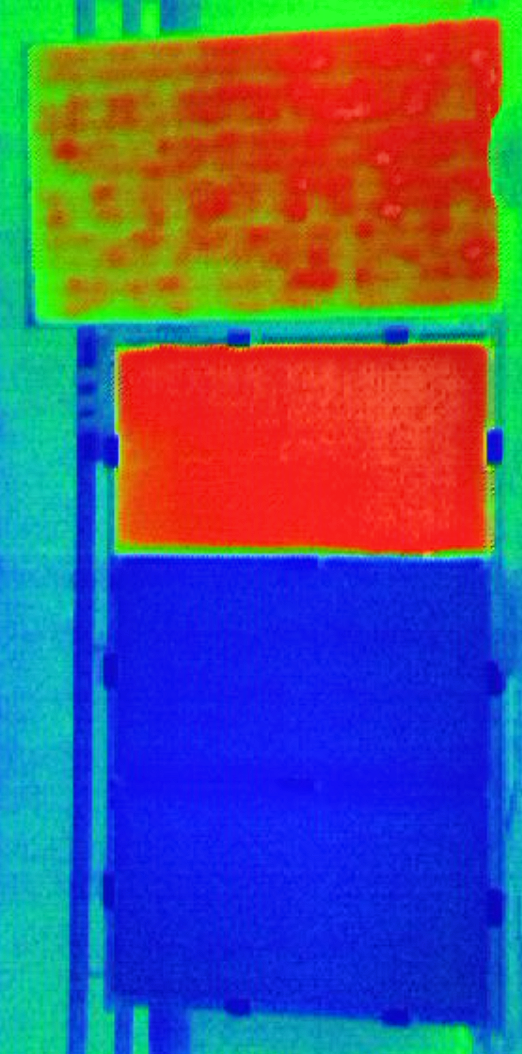
- warstwa grzejna (powłoka rezystancyjna) umieszczona na wewnętrznej szybie modułu,

- układ sterowania (sterownik PLC, cyfrowe moduły DO, DI, interfejs komunikacyjny, moduł ethernet’owy,),

- układ zasilania warstwy grzejnej (powłoki rezystancyjnej) modułów.

## Sposób działania systemu samoodśnieżania

Działanie zintegrowanego modułu grzewczego jest następujące: do przewodów zasilających podłącza się źródło napięcia elektrycznego zmiennego AC wartości 400V. Na skutek przyłożonego napięcia elektrycznego przez warstwę przewodzącą tlenku cyny (IV) dotowanego fluorem SnO2:F przepływa prąd elektryczny wydzielając ciepło na rezystancji tej warstwy szkła. Wydzielone ciepło przenika poprzez część frontową do warstwy szronu, lodu lub śniegu. W wyniku tego oddziaływania warstwa szronu, lodu lub śniegu topi się odsłaniając umieszczone pod spodem ogniwo fotowoltaiczne.



*Widok termowizyjny modułu PV z systemem samoodśnieżania*

W projektowanej instalacji system samoczynnego odśnieżania będzie zapewniał równomierny rozkład temperatury na powierzchni modułu fotowoltaicznego. Parametrem określającym równomierność rozkładu temperatury jest parametr względnego odchylenia standardowego (RSD) tego rozkładu. Parametr ten obliczany jest na podstawie danych zebranych z punktów pomiarowych rozmieszczonych na powierzchni modułu. W początkowym okresie grzania modułu najwyższe wartości RSD nie będą większe niż 40%. Wymagana wartość podana jest od momentu uruchomienia do chwili osiągnięcia przez moduł temperatury roboczej. Przeprowadzone pomiary muszą wykazać jego homogeniczność.

Ze względu na postępującą degradację, zwiększone ryzyko uszkodzenia ogniw i zwiększoną utratę sprawności ogniw fotowoltaicznych do odladzania / odszraniania modułów PV nie dopuszcza się zastosowania drutów oporowych i mat grzejnych pod panelem, polaryzacji tzw. „prądem wymuszonym” oraz podania prądu wstecznego na moduł.

Projektowana instalacja będzie zapewniać możliwość odbioru wyprodukowanego w ogniwach prądu w trakcie odśnieżania warstwy frontowej modułu PV. Oba procesy tj. produkcji prądu oraz odladzania / odszraniania będą zachodzić jednocześnie i niezależnie od siebie. Projektowana instalacja będzie zapewniać możliwość odbioru wyprodukowanego w ogniwach prądu elektrycznego w trakcie pełnienia funkcji grzewczych.

Zastosowanie funkcji grzewczej nie będzie obniżać trwałości instalacji (20-25 lat) i będzie zapewniać długotrwałą, właściwą pracę modułów fotowoltaicznych jako źródła pozyskania prądu elektrycznego z energii promieniowania słonecznego z jednoczesną funkcją odśnieżania / odraszania modułów.

# Rozdzielnica zbiorcza RGPV

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (rozdzielnicy głównej) powinna zostać zamontowana zbiorcza rozdzielnica obiektowa RGPV. Projektowana obudowa rozdzielnicy RGPV powinna posiadać stopień ochrony IP30 oraz wykonana z materiału przewodzącego (I klasa izolacji).

# Okablowanie

## Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych zaprojektowano z wykorzystaniem dedykowanych złączek dla instalacji solarnych typu MC4.

Parametry techniczne złącz przewodów systemu fotowoltaicznego:

* Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 63A
* Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V
* Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40⁰C - +85⁰C
* Stopień ochrony: IP65

Okablowanie między poszczególnymi kolektorami PV (grupą/stringami modułów PV) a inwerterami zaprojektowano przy wykorzystaniu kabli solarnych o poniższych parametrach:

* napięcie znamionowe: 06/1 kV
* pojedyncza wiązka
* podwójna izolacja
* przekrój : 4 mm2 ,
* żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,

## Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)

Między falownikami a rozdzielnicą RGPV zaprojektowano przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej oraz poszczególnych falowników fotowoltaicznych. Przekrój zastosowanego przewodu został dobrany do warunków obciążenia długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z obowiązującą normą.

# Konstrukcja

## Konstrukcja systemowa do montażu modułów fotowoltaicznych dachowych PV-D

Na dachu budynku zaprojektowano moduły fotowoltaiczne w układzie południowym, montowane do stropu w sposób bezinwazyjny (bez naruszenia warstw stropowych). Bazę do montażu konstrukcji stanowią płyty żelbetowe (balast dobrany na podstawie obliczeń wytrzymałościowych) rozmieszczone na warstwach dachu, do których jest przykręcana rama aluminiowa, stanowiąca przegubowy układ prętowy wykonany z profili aluminiowych. Konstrukcja musi zostać tak zaprojektowana aby zapewnić odpowiednią nośność, jakość i długotrwałość. Nie dopuszcza się wykonywania podkonstrukcji kątowej (tzw. ekierek) z kątowników tłoczonych i/lub giętych profili typu C itp. w zakresie głównych ramion. Wszystkie elementy musza składać się z systemowych zamkniętych profili extrudowanych z aluminium. Pozostałe wymogi to:

- Profile tłoczone w polskich tłoczniach aluminium,

- Każdy oferent musi przedstawić certyfikat dla typu produktu 2.1 wg EN 10204,

- Stop aluminium musi spełniać minimalnie poniższe wytyczne co do własności mechanicznych i składu chemicznego



- Stop aluminium (wg EN 573-3) EN AW 6005A stan utwardzenia T6

- W przypadku połączenia ze sobą na krzyż pod kątem prostym, profile pomiędzy sobą musza być mocowane systemowymi łącznikami. W tym celu profile główne musza posiadać specjalnie wyprofilowane rowki w bocznych ściankach.

Wymaga się aby podkonstrukcja nośna pod moduły PV posiadała aktualną, krajową Aprobatę Techniczną ITB. W przypadku braku takowego dokumentu wśród oferentów dopiero w dalszej kolejności jako alternatywę dopuszcza się wyroby, które posiadają tzw. badania typu przeprowadzone przez jednostkę akredytowaną jaką jest Instytut Techniki Budowlanej. Badania typu musza być potwierdzone raportami z badań, które potwierdzają/określają poniższe cechy techniczne wyrobu w minimalnym zakresie, który obejmuje:

- klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.

- Klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999-1-1:2011. W tym zakresie powinna spełniać min klasę B bez powłoki ochronnej i musi być potwierdzenie, że może być stosowana w środowiskach o danej kategorii korozyjności atmosferycznej wg normy PN-EN ISO 12944-2:2001.

- Klasyfikację wyrobów stalowych pod kątem antykorozyjności

- badania wytrzymałościowe połączeń

- badanie obciążenia paneli PV wraz z konstrukcją nośną.

W przypadku zastosowania wyrobów posiadających krajową Aprobatę Techniczną producent musi przedstawić Krajową Deklaracje zgodności, która musi wymieniać podstawowe cechy techniczne wyrobu jakie określa specyfikacja techniczna (AT). Dokumentacja wg art. 10 Ustawy o wyrobach budowlanych nie będzie akceptowana w przypadkach:

- wydania przez Instytut Techniki Budowlanej Krajowej Aprobaty Technicznej, której przedmiotem jest system konstrukcji do mocowania paneli fotowoltaicznych

- opracowania dokumentacji jednostkowego zastosowania bez raportów z badań typu w wyżej wymienionym zakresie

Dopuszcza się jedynie wyroby, które posiadają tzw. badania typu przeprowadzone przez jednostkę jaką jest np. Instytut Techniki Budowlanej odnośnie prób obciążeń przeprowadzonych wraz z konstrukcją nośną w zakresie: odporność zestawu na obciążenie równomiernie rozłożone (śniegiem, parcie i ssanie wiatru ) wg. metody Instytutu Techniki Budowlanej.

Badania typu musza być potwierdzone raportami z badań, które jednoznacznie potwierdzą cechy techniczne w zakresie wytrzymałości na obciążenia wraz z konstrukcją tj.:

- min. 5,4 kN/m2 dla parcia i 2,4 kN/m2 dla ssania

- odporność na uderzenie ciałem miękkim i ciężkim (opona o masie 50 kg) min. kl 2 (300mm) wg metody badań opartej na PN-EN 13049:2004

- odporność na uderzenie ciałem miękkim i ciężkim (kula o masie 3kg kg) min. E=60J wg metody badań opartej na ETAG 034

- odporność na uderzenie ciałem miękkim i ciężkim (worek o masie 50kg) min. E=400J wg metody badań opartej na ETAG 034

Nie dopuszcza się wyrobów, których karty produktów zawierają informację dotyczącą jakichkolwiek odporności na obciążenia bez przedstawienia raportów z badań typu jednostki uprawnionej ITB.

## Instalacja fotowoltaiczna z modułami PV stanowiącymi wypełnienie dachowego świetlika słupowo-ryglowego

Zaprojektowany świetlik nie tylko doświetla wnętrze budynku – jest także elektrownią produkującą prąd.

W zaprojektowanym rozwiązaniu moduły fotowoltaiczne stanowią przezierną, zewnętrzną szybę 2-komorowych, termoizolowanych zestawów szybowych

Moduły fotowoltaiczne są mocowane przy pomocy systemowych zewnętrznych listew dociskowych i maskujących.

Zastosowanie modułów fotowoltaicznych jako wypełnień świetlika poprawia komfort cieplny wewnątrz. Pomieszczenia w budynku są mniej narażone na bezpośrednie promieniowanie słoneczne, mniej się przegrzewają, a co za tym idzie generują dodatkowe oszczędności wynikające z mniejszego zapotrzebowania obiektu na chłód w celu zapewnienia komfortu cieplnego w słoneczne dni. Ponadto zachowują swoje pierwotne przeznaczenie, a wiec doświetlają pomieszczenia wewnątrz.

Przewody odprowadzające wyprodukowany prąd są prowadzone:

- w specjalnie przygotowanych komorach z dostępem od strony wewnętrznej budynku

- w komorze pomiędzy listwa dociskową i maskującą

- w kanale wodnym słupa

# Informacje i wytyczne dla wykonawcy

Prace instalacyjne należy skoordynować z pozostałymi branżami. Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.

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

W celu potwierdzenia jakości oferowanych usług, wymagane jest aby Firma Wykonawcza (montażowa) instalacji fotowoltaicznej posiadała certyfikaty ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001 w zakresie projektowania systemów fotowoltaicznych oraz instalacji i serwisu systemów fotowoltaicznych lub równoważne.

Wszystkie roboty budowlane prowadzone muszą być przez osoby i firmy uprawnione zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót” oraz innymi przepisami szczegółowymi wymienionymi we wcześniejszych punktach niniejszego opisu.

# Informacje dla Inwestora

Z uwagi na charakter planowanej inwestycji - montaż urządzeń fotowoltaicznych, oraz z lokalizacji tych obiektów brak jest jakiegokolwiek oddziaływania na działki sąsiednie. Moduły fotowoltaiczne nie emitują żadnego hałasu, żadnych substancji, nie wibrują, nie zacieniają oraz nie mają żadnego wpływu na zagospodarowanie działek sąsiednich. W żadnym przypadku nie pogarszają warunków użytkowania obiektów znajdujących się na terenie inwestycji oraz na działkach sąsiednich.

**Obszar oddziaływania inwestycji całkowicie zamyka się na działce Inwestora.**