

Propozycja systemu fotowoltaicznego dla inwestycji pod nazwą Budowa myjni taboru kolejowego we Wrocławiu i w Przemyśle wraz z analizą opłacalności

Niniejsze opracowanie stanowi opcjonalny załącznik do Programów Funkcjonalno-Użytkowych dla:

- Myjni całorocznej w Przemyśle*
- Myjni całorocznej we Wrocławiu*

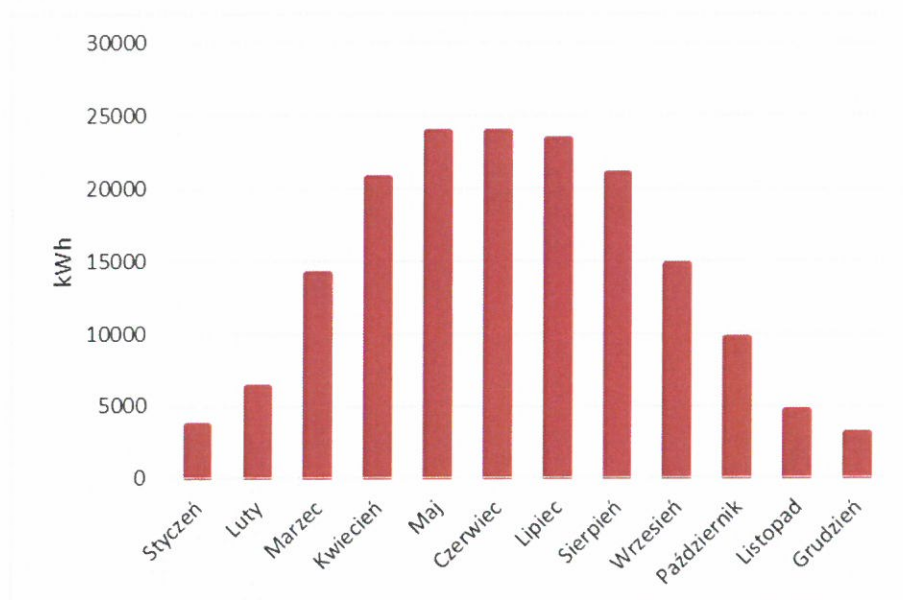
Warszawa, 05.2017

1. Wymagania dotyczące instalacji fotowoltaicznej

1.1. Opis rozwiązań

Projekt zadaszenia powinien przewidzieć montaż świetlika w systemie konstrukcji słupowo-ryglowej, której wypełnienie stanowią będą bezramkowe moduły fotowoltaiczne wykonane w technologii szkło/szkło z funkcją samoodśnieżania

Zakładając całkowite pokrycie dachu myjni, tj. 240 x 9 metrów modułami fotowoltaicznymi, minimalna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wyniesie ok. **190 kWp**, co pozwoli na wyprodukowanie ok. **169 530 kWh/rok**.



Rys. Szacowana produkcja energii elektrycznej w pierwszym roku eksploatacji

Wymagania dotyczące modułów fotowoltaicznych stanowiących wypełnienie świetlika w systemie słupowo-ryglowym.

Na dachu obiektu projektuje się moduły fotowoltaiczne wykonane w technologii szkło-szkło, wykorzystujące:

- ultra-cienkie szkło,
- krzemowe, monokrystaliczne ogniwa fotowoltaiczne 5BB z przednią metalizacją FC (ang. Front-Contact);
- funkcję samo odśnieżania

Projektowane moduły fotowoltaiczne typu szkło-szkło cechuje mniejsza zdolność do nagrzewania się (większa pojemność cieplna szkła w stosunku do modułów fotowoltaicznych z tylną warstwą tzw. „back sheet”) co skutkuje wyższą efektywnością ogniw i mniejszym stopniem degradacji ogniw. Brak aluminiowych ramek wzmacniających/usztywniających w modułach typu szkło-szkło wyklucza ryzyko rozszczelnienia ramki, które może skutkować delaminacją modułów. Ze względu na wyższą trwałość, zmniejszenie spadku mocy instalacji w kolejnych latach wymaga się aby projektowane moduły fotowoltaiczne były laminowane z wykorzystaniem folii PVB. Nie dopuszcza się do zaprojektowania modułów fotowoltaicznych wykorzystujących butyl oraz folii EVA do laminacji modułów fotowoltaicznych. Projektowane moduły są szybą bezpieczną w rozumieniu przepisów budowlanych. W projektowanych modułach typu szkło-szkło, jako szkło zewnętrzne (przednia strona modułu) wymaga się zastosowania ultra-cienkiego szkła o grubości $\leq 1,0$ mm

wzmacnianego metodą wymiany jonowej. Szkło poddane procesowi wymiany jonowej charakteryzuje się znacznie mniejszym współczynnikiem odbicia promieniowania słonecznego.

W projektowanych modułach fotowoltaicznych wymaga się zastosowania ogniw 5-cio bus-barowych (5BB) o uśrednionym współczynniku sprawności kwantowej (konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną) $\geq 85\%$ dla zakresu długości fali od 300 nm do 1100 nm. Wymaga się, aby wykres wydajności kwantowej ogniwa fotowoltaicznego projektowanych modułów był integralną częścią dokumentacji technicznej. Zastosowane ogniwa 5-cio bus-barowych (5BB) ograniczy wpływ mikropęknięć na moc modułu, zmniejszy wpływ zacinienia na uzyski energii elektrycznej oraz pozwoli na zwiększenie produkcji energii elektrycznej w stosunku do starszej technologii ogniw z mniejszą ilością bus-barów.

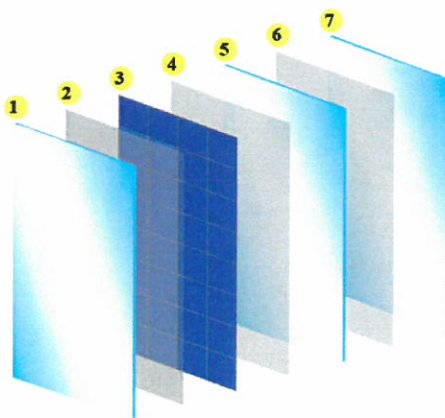
W celu zwiększenia efektywności instalacji fotowoltaicznej tj. rocznych uzysków energii elektrycznej, zmniejszenia ryzyka ponadnormatywnego obciążenia konstrukcji budynku w przypadku przekroczenia normatywnego obciążenia śniegiem przyjętego do obliczeń obciążeń statycznych budynku a w dalszej kolejności w celu zapewnienia funkcji doświetlania wnętrza projektowanego obiektu, wymaga się, aby moduły fotowoltaiczne stanowiące wypełnienie konstrukcji świetlika wyposażone zostały w system automatycznego odśnieżania. Na system samoczynnego odśnieżania składa się:

- warstwa grzejna (powłoka rezystancyjna) napylona na zewnętrznej szybie modułu fotowoltaicznego,
- stacja pogodowa (zespół czujników temperatury, światła, opadu, odbiornik GPS),
- układ sterowania (sterownik PLC, cyfrowe moduły DO, DI, interfejs komunikacyjny, moduł ethernetowy, terminal końcowy),
- układ zasilania warstwy grzejnej (powłoki rezystancyjnej) modułów fotowoltaicznych.

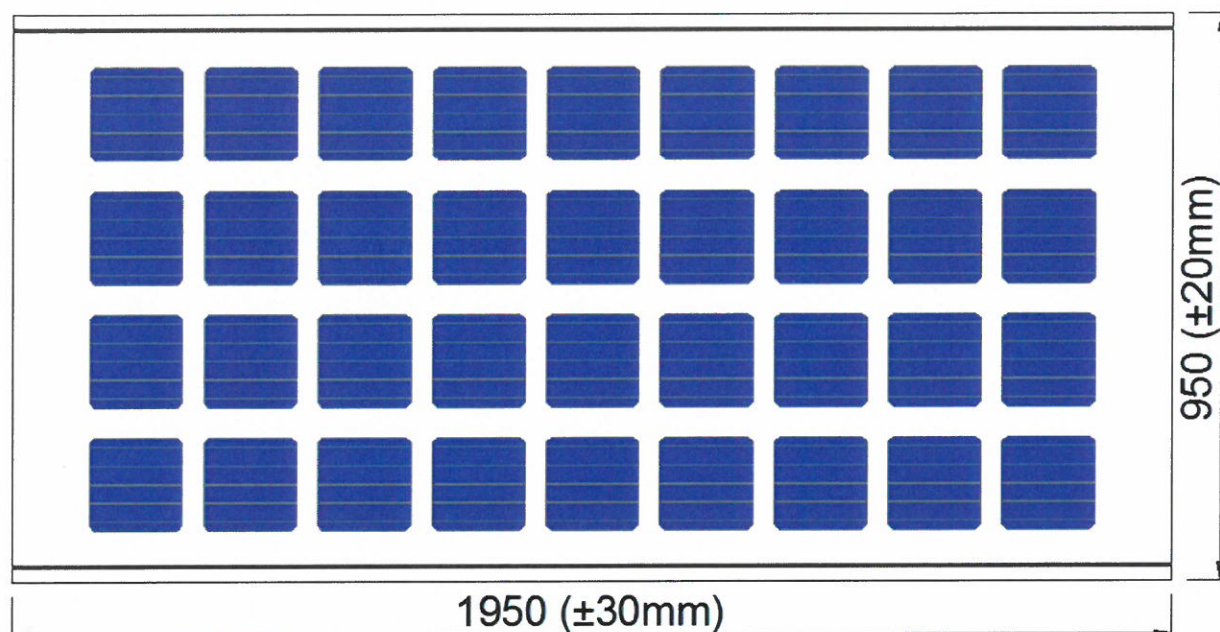
System samoczynnego odśnieżania nie może powodować przyspieszenia degradacji ogniw fotowoltaicznych, zwiększać ryzyka uszkodzenia ogniw i tym samym obniżyć sprawności instalacji o $\geq$ niż 17% w wymaganym okresie 25 lat. Z tego względu do odładzania / odszraniania modułów fotowoltaicznych nie dopuszcza się projektowania drutów oporowych i mat grzejnych pod modułami, polaryzacji tzw. „prądem wymuszonym” oraz podawania prądu wstecznego na moduł. Wymaga się, aby projektowana instalacja zapewniała możliwość odbioru wyprodukowanego w ogniwach prądu w trakcie realizacji funkcji odładzania / odśnieżania warstwy frontowej modułu fotowoltaicznego. Oba procesy tj. produkcji prądu oraz odładzania / odszraniania muszą zachodzić jednocześnie i niezależnie od siebie.

1.2. Moduły fotowoltaiczne

Projektowany moduł fotowoltaiczny będzie charakteryzował się następującymi warstwami:



gdzie: 1 – szkło wzmocnione metodą wymiany jonowej, 2- folia PVB, 3 – ogniw, 4 – folia PVB, 5 – szkło ESG, 6 – folia PVB, 6 – szkło TCO ESG



Rys. Widok modułu fotowoltaicznego szkło/szkło

Zestawienie wymaganych parametrów modułów fotowoltaicznych szkło-szkło stanowiących wypełnienie świetlika hali myjni.

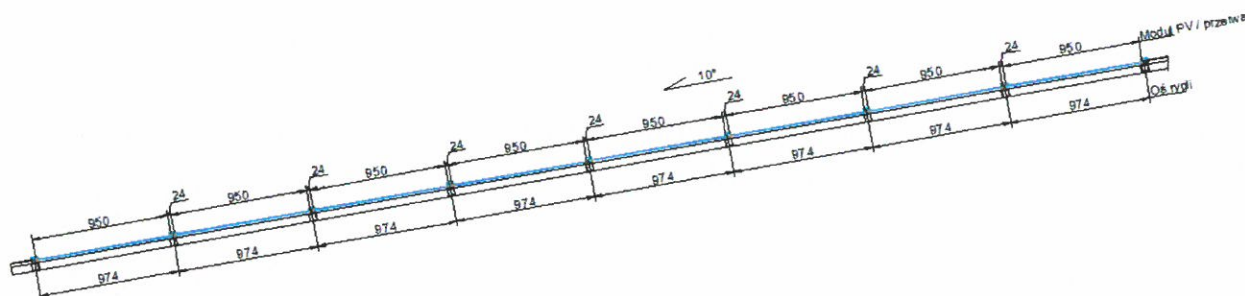
<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>	<u>DOPUSZCZALNA ODCHYLENIA</u>	<u>SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA</u>
Typ ogniw w module PV	KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE 5BB (technologia „front-contact”)	Ogniwa „back-contact”	Karta katalogowa
Moc znamionowa modułu PV	175 Wp	mniej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Tolerancja mocy	+5W	Niedopuszczalne stosowanie modułów z ujemną tolerancją mocy	Karta katalogowa
Barwa ogniw fotowoltaicznych	Ciemno-granatowa	Niedopuszczalna	Karta katalogowa
Wymiary ogniwa	156mm x 156mm	+1mm -0%	Karta katalogowa
Sprawność ogniw	21,0 %	+% brak ograniczeń -0%	Karta katalogowa
Współczynnik temperatowy nodułów	-0,4 %/°C	+0% -% brak ograniczeń	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 dostarczany wraz z dostawą modułów
LID	3%	większa niedopuszczalna	Karta katalogowa
Utrata wydajności w ciągu 25 lat	12 lat – 10% 25 lat - 17%	większa niedopuszczalna	Karta katalogowa
Szyba przednia	0,85mm wzmocniona metodą wymiany jonowej	wzg. obliczeń wytrzymałościowych	Karta katalogowa
Szyba środkowa	4 mm ESG	wzg. obliczeń wytrzymałościowych	Karta katalogowa
Szyba tylna dodatkowa	3,2 mm TCO ESG	+% brak ograniczeń -0%	Karta katalogowa
Przezierność modułu	50%	+5% -5%	Oświadczenie producenta
Folia laminacyjna modułu	PVB	niedopuszczalne	Oświadczenie producenta
Przewody odprowadzające wygenerowany prąd	min. 2x $\Phi 4\text{mm}^2$, biegun dodatni oraz ujemny, długość min 2x0,7m	niedopuszczalna	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

W celu potwierdzenia ofertowania produktu zgodnego ze stawianymi wymaganiami wymaga się dostarczenia wszystkich dokumentów określonych w kolumnie sposób udokumentowania na etapie przetargu (wraz z ofertą).

1.3. Konstrukcja świetlika

Świetlik zlokalizowany na dachu hali myjni oraz wiaty projektuje się w systemie konstrukcji słupowo-ryglowej. Wymaga się zamocowanie uszczelki systemowych, umożliwiających ułożenie modułów w sposób, który zapewni szczelność konstrukcji. Rozstaw pomiędzy słupami wzdłuż linii spływu wody nie może być większy niż metr. Detale wykonania konstrukcji świetlika oraz sposób zamocowania modułów fotowoltaicznych pokazano na poniższych rysunkach.



Rys. Przekrój poprzeczny konstrukcji dachu hali myjni z wypełnieniem fotowoltaicznym szkło-szkło

1.4. Instalacja elektryczna

Instalację elektryczną stanowić będą:

- a) falowniki fotowoltaiczne współpracujące z modułami fotowoltaicznymi;

Falowniki fotowoltaiczne mają zapewnić odczyt produkowanej energii przez portal WWW oraz posiadać 2MPPT. Nie dopuszcza się zastosowanie falowników o współczynniku zniekształcenia 3% i więcej oraz posiadających sprawność poniżej 98%. Pobór energii przez falownik w nocy powinno wynosić <1W. Falownik powinien posiadać wbudowany rozłącznik DC, umożliwić pomiar izolacji po stronie DC oraz posiadać zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją. Obudowa falownika powinna posiadać stopień ochrony minimum IP65. Falowniki powinny spełniać kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych. Urządzenie powinno mieć możliwość pomiaru sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całociowo. Odczyt wyprodukowanej energii będzie agregowany w Systemie Zarządzania Energią oraz wyświetlany na stacjach klienckich z interfejsem WWW (przeglądarką internetową).

- b) rozdzielnice fotowoltaiczne prądu stałego (RDC);

W skrzynkach RDC powinny zostać zainstalowane ochronniki przeciwprzepięciowe typu II, rozłączniki bezpiecznikowe z wkładkami topikowymi dedykowanymi dla instalacji fotowoltaicznych oraz rozłączniki DC z wyzwalaczami wzrostowymi.

- c) rozdzielnice zbiorcze po stronie AC (RGPV);
- d) wyposażenie rozdzielnic głównej RG na potrzeby instalacji fotowoltaicznej i zasobu energii elektrycznej;

W rozdzielniczy głównej RG mają zostać zamontowane przekładniki prądowe na kablach zasilających RG, oraz czterokwadrantowy przetwornik parametrów sieci. Zadaniem tych urządzeń będzie ciągłe analizowanie informacji o energii produkowanej przez instalację fotowoltaiczną, oraz o energii dostarczanej przez lokalnego dystrybutora. W przypadku wykrycia przez komputer nieprawidłowości w otrzymanych informacjach (nad/podnapięcie, nad/podczęstotliwość, itp.) ma on odłączyć instalację PV od instalacji elektrycznej budynku za pomocą stycznika mocy.

- e) okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC)
- f) elementy ochrony przeciwprzepięciowej i przeciwporażeniowej

1.5. System zarządzania energią instalacji fotowoltaicznej

W celu monitorowania poprawnej pracy instalacji fotowoltaicznej wymaga się zastosowania Systemu Zarządzania Energią dalej zwany SZE. Umożliwi on prezentację ON-LINE oraz na stacjonarnym monitorze uzysku energetycznego z Instalacji fotowoltaicznej, ilości zaoszczędzonego CO₂ w stosunku do konwencjonalnej metody produkcji energii (węgiel kamienny) oraz innych parametrów wg potrzeb użytkownika.

Zadania automatyki diagnostująco-sterowniczej „SZE”:

- Monitoring pracy falownika;
- Monitoring pracy modułów fotowoltaicznych;
- Transmisja, przetwarzanie i archiwizacja danych w bazie SQL na obiekcie zdalnym;
- Sygnalizacja stanów awarii falownika, lub nieprawidłowych parametrów pracy podłączonych łańcuchów PV;
- Wizualizacja ON-LINE na stronie WWW parametrów uzysków energetycznych systemu fotowoltaicznego;
- Wizualizacja parametrów uzysków energetycznych systemu fotowoltaicznego na monitorze umieszczonym we wskazany przez użytkownika miejscu;
- Przekazanie niezbędnych informacji diagnostycznych do stacji operatorskiej systemu zarządzania energią do systemu nadrzędnego SZE;
- Regulacja mocy oddawanej przez falowniki do sieci energetycznej budynku, (jeżeli wymagane);
- Regulacja współczynnika mocy elektrycznej (kompensacja współczynnika $\cos\varphi$) w zakresie dysponowania mocą przez falowniki dla instalacji fotowoltaicznej;
- Sygnalizacja do SZE dyspozycji /rezerwy mocy o możliwości załączenia dodatkowych urządzeń; i uniemożliwiający wypływ wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej dostawcy energii.