

www.pppion.pl

NIP 727-186-21-48 REGON 471595178

**PRACOWNIA
PROJEKTOWA**

94-128 Łódź
ul. Gimnastyczna 14
tel. (042) 209 32 86
fax.(042) 209 32 87

andrzejkuszstelak@pppion.pl

PROJEKT WYKONAWCZY

BUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO, W SKŁAD KTÓREGO WCHODZI: PRZEDSZKOLE, DOM KULTURY, SZKOŁA PODSTAWOWA Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ PRZY UL. BERYLOWEJ W LUBLINIE – INSTALACJA FOTOWOLTANICZNA (ODPOWIEDZI NA PYTANIA OFERENTÓW)

ELEKTRYKA



INWESTOR:

Gmina Lublin, Plac Króla Władysława Łokietka 1, 20-109 Lublin.

AUTORZY:

ELEKTRYKA:

Projektant: **mgr inż. Agnieszka Pietrzykowska** upr. bud. nr 67/01/WŁ

Sprawdzający: **mgr inż. Piotr Borkiewicz** upr. bud. nr LOD/0767/POOE/07

Łódź, grudzień 2017 r.

Spis treści

Opis rozwiązań projektowych	3
Moduły fotowoltaiczne	3
Moduły fotowoltaiczne ramkowe	4
Dachowe moduły fotowoltaiczne szkło-szkło	5
Osłony przeciwsłoneczne z modułów fotowoltaicznych	7
Falowniki fotowoltaiczne	8
Optymalizator mocy	10
Rozdzielnica RGPV	10
Wyposażenie rozdzielnic RGnN	11
Okablowanie	11
Ochrona przeciwprzepięciowa	11
Zabezpieczenie przed wpływem energii do sieci.	11
Informacje i wytyczne dla wykonawcy	14
Informacje dla inwestora	14
Spis rysunków	14

Opis rozwiązań projektowych

Projektowany obiekt zostanie wyposażony w instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy 152,41 kWp.

Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej został przedstawiony na rysunku PV-01. Instalację fotowoltaiczną stanowią będą:

- moduły fotowoltaiczne szkło-szkło montowane na konstrukcji systemowej balastowej na dachu obiektu;
- moduły fotowoltaiczne ramkowe montowane na konstrukcji systemowej inwazyjnej na dachu obiektu;
- lamele fotowoltaiczne montowane nad oknami jako osłony przeciwsłoneczne na elewacji południowej, wschodniej i zachodniej;
- falowniki fotowoltaiczne z optymalizatorami mocy;
- rozdzielnica fotowoltaiczna prądu przemiennego (RGPV);
- zabezpieczenia po stronie AC i DC
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC).

Jako element instalacji fotowoltaicznej projektuje się system zarządzania energią.

Moduły fotowoltaiczne

Na dachu budynku projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy 112,86 kWp które stanowią:

- 1) moduły fotowoltaiczne bezramkowe szkło-szkło o mocy jednostkowej 285Wp montowane na konstrukcji wsporczej balastowej w układzie południowym (276 szt.);
- 2) moduły fotowoltaiczne ramkowe o obniżonym ciężarze o mocy jednostkowej 285Wp montowane na konstrukcji wsporczej inwazyjnej w układzie południowym (120 szt.);

Na elewacjach budynku projektuje instalacja fotowoltaiczna o mocy 39,55kWp, którą stanowią zadaszenie nad oknami wypełnionych lamelami fotowoltaicznymi o szerokości 380 mm. Na elewacji przewiduje się montaż 540 szt.:

- 72 szt. O mocy jednostkowej 66Wp;
- 468 szt. O mocy jednostkowej 75Wp (4 szt. lamel nie podłączona do falownika fotowoltaicznego ze względu na optymalizację podłączenia elektrycznego modułów do falownika fotowoltaicznego).

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

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, które należy dostarczyć wraz z ofertą.

Moduły fotowoltaiczne ramkowe

Na dachu budynku zostaną zamontowane 120 modułów fotowoltaicznych ramkowych o mocy jednostkowej 285Wp o zmniejszonym ciężarze (6 kg/m²) wykorzystujących krzemowe, monokrystaliczne 5BB ogniwa fotowoltaiczne z przednią metalizacją (ang. Front-Contact).

Moduły fotowoltaiczne z szybą przednią hartowaną chemicznie poza obniżonym ciężarem posiadają podwyższone parametry wytrzymałościowe, właściwości mechaniczne, do których zalicza się: wytrzymałość mechaniczną na ściskanie, rozciąganie, zginanie oraz na uderzenia, odporność na ścieranie i jego twardość. Dodatkowo szkło poddane procesowi wymiany jonowej charakteryzuje się znacznie mniejszym współczynnikiem odbicia, co w rezultacie korzystnie wpływa na poprawę wydajności modułów fotowoltaicznych. Ponadto wyższa o około 8 razy twardość w porównaniu do szkła typu float gwarantuje zwiększoną trwałość. Znacznie wyższa, w stosunku do szkieł hartowanych termicznie, odporność na uderzenia, podwyższona odporność na korozję i znacznie wyższy współczynnik ścieralności pozwalają na montaż modułów fotowoltaicznych w specyficznych warunkach gdzie mamy do czynienia z bardzo dużą wilgotnością oraz gdzie mogą być narażone na ścieranie lub zarysowanie przez zanieczyszczenia w tym np. piasek. Zastosowanie szkła grubości 1mm poprawia najważniejsze parametry wpływające na żywotność modułu oraz ilość generowanej przez niego energii. Sposób montażu modułów ramkowych został przedstawiony na rysunku PV-03.

Parametry modułów fotowoltaicznych przeznaczonych dla dachów o małej nośności przedstawiono w poniższej tabeli

Parametry techniczne pojedynczego ramkowego modułu PV montowanego na dachu:

<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>	<u>DOPUSZCZALNA ODCHYLEKA</u>	<u>SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA</u>
Typ ogniwa w module PV	KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE 5BB (technologia „front-contact”)	KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE (technologia „back-contact”)	Karta katalogowa
Moc znamionowa modułu PV	285 Wp	mniej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Tolerancja mocy	+5W	więcej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Barwa ogniwa fotowoltaicznych	Ciemno-granatowa, niebieski	Niedopuszczalna	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	1mm	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa

PROJEKT BUDOWLANY

BUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO, W SKŁAD KTÓREGO WCHODZI: PRZEDSZKOLE, DOM KULTURY, SZKOŁA
 PODSTAWOWA Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ PRZY UL. BERYLOWEJ W LUBLINIE.

Typ szkła - szyba frontowa	O podwyższonej transmitancji, hartowane/wzmocnione chemicznie metodą wymiany jonowej w celu zwiększenia wytrzymałości mechanicznej i twardości	niedopuszczalna	Karta katalogowa
Wymiary	992 x 1645	+2mm -2mm	Karta katalogowa
Współczynnik temperatowy nodulów	-0,4 %/°C	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa
Odporność na prąd wsteczny	Min. 14A	niedopuszczalna	Oświadczenie producenta
Normy, certyfikaty	PN-EN 61730: 2007; 2012; 2013; 2014	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	PN-EN 61215: 2005	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	IEC 61701	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	IEC 62716	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	UNI 9177	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności

Dachowe moduły fotowoltaiczne szkło-szkło

Na dachu budynku zostaną zamontowane 276szt.bezramkowych modułów fotowoltaicznych o mocy 285 Wp każdy, wykonane w technologii szkło-szkło z krzemowymi, monokrystalicznymi ogniwami fotowoltaicznymi 5BB z przednią metalizacją (ang. Front-Contact). Zastosowanie modułów fotowoltaicznych szkło-szkło pozwoli zmniejszyć ciężar balastu jednocześnie równomiernie rozkładając obciążenia na dach pochodzące od instalacji fotowoltaicznej dachowej.

Zastosowane moduły 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 backsheet) 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.

Sposób montażu dachowych modułów w technologii szkło-szkło został przedstawiony na rysunku PV-02.

Parametry techniczne dachowych modułów szkło-szkło zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Parametry techniczne pojedynczego modułu PV szkło-szkło montowanego na dachu:

<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”)	KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE (technologia „back-contact”)	Karta katalogowa
Moc znamionowa modułu PV	285 Wp	mniej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Tolerancja mocy	+5W	więcej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Barwa ogniw fotowoltaicznych	Ciemno-granatowa, niebieski	Niedopuszczalna	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 mm	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa
Szyba tylna	4 mm	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa
Wymiary	1000 x 1645	+2mm -2mm	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
Współczynnik temperatowy nodulew	-0,4 %/°C	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa
Odporność na prąd wsteczny	Min. 14A	niedopuszczalna	Oświadczenie producenta
Normy, certyfikaty	PN-EN 61730: 2007; 2012; 2013; 2014	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	PN-EN 61215: 2005	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	IEC 61701	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	IEC 62716	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności

	UNI 9177	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
--	----------	------------	-------------------------------------

Oslony przeciwsłoneczne z modułów fotowoltaicznych

Na elewacji budynku zostaną zamontowane 540szt. bezramkowych modułów fotowoltaicznych wykonane w technologii szkło-szkło z krzemowymi, monokrystalicznymi ogniwami fotowoltaicznymi 5BB z przednią metalizacją (ang. Front-Contact).

Zastosowane moduły 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 backsheet) 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.

Sposób montażu fotowoltaicznych osłon przeciwsłonecznych został przedstawiony na rysunku PV-04.

Parametry techniczne przeciwsłonecznych modułów fotowoltaicznych szkło-szkło zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Parametry techniczne pojedynczego modułu PV szkło-szkło montowanego na elewacji jako osłona przeciwsłoneczna:

<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>	<u>DOPUSZCZALNA ODCHYLKA</u>	<u>SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA</u>
Typ ogniw w module PV	KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE 5BB (technologia „front-contact”)	KRZEMOWE MONOKRYSTALICZNE (technologia „back-contact”)	Karta katalogowa
Moc znamionowa modułu PV	66Wp (72 szt.) 75Wp (468 szt. – 4 niepodłączone)	mniej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Tolerancja mocy	+5W	więcej niedopuszczalne	Karta katalogowa
Barwa ogniw fotowoltaicznych	Ciemno-granatowa, niebieski	Niedopuszczalna	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	4 mm	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa

PROJEKT BUDOWLANY

BUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO, W SKŁAD KTÓREGO WCHODZI: PRZEDSZKOLE, DOM KULTURY, SZKOŁA
 PODSTAWOWA Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ PRZY UL. BERYLOWEJ W LUBLINIE.

Szyba tylna	4 mm barwiona w masie (kolor grafitowy)	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa
Wymiary	380 x 1300 (72 szt.) 380x1450 (468 szt.)	+5mm -5mm	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
Współczynnik temperatowy modułów	-0,4 %/°C	+0% -% brak ograniczeń	Karta katalogowa
Odporność na prąd wsteczny	Min. 14A	niedopuszczalna	Oświadczenie producenta
Normy, certyfikaty	PN-EN 61730: 2007; 2012; 2013; 2014	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	PN-EN 61215: 2005	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	IEC 61701	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	IEC 62716	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności
	UNI 9177	równoważna	Certyfikat lub deklaracja zgodności

Falowniki fotowoltaiczne

Zadaniem falownika fotowoltaicznego jest przekształcenie wygenerowanej energii przez moduły fotowoltaiczne na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej. Falownik po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) synchronizować się będzie z siecią OSE (Operatora Systemu Energetycznego). Po zaniku napięcia OSE inwertery będą przechodzić automatycznie w tryb uśpienia aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. Wykrywanie zaniku napięcia sieci OSE odbywać się będzie zgodnie z normą VDE 0126-1-1 (tzw. „zabezpieczenie antywyspowe”).

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego należy dobrać tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych inwerterów.

Zaprojektowane falowniki będą posiadać:

- manualny rozłącznik po stronie generatora DC na czas serwisu,
- system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej.

Parametry falownika trójfazowego 25kW współpracującego z optymalizatorami mocy:

Dane techniczne falownika 25 kW	Falownik beztransformatorowy
Wejście (Prąd stały - DC)	
Moc maksymalna DC	33 750 W
Max. napięcie wejściowe	900 V

PROJEKT BUDOWLANY

BUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO, W SKŁAD KTÓREGO WCHODZI: PRZEDSZKOLE, DOM KULTURY, SZKOŁA
 PODSTAWOWA Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ PRZY UL. BERYLOWEJ W LUBLINIE.

Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Moc maksymalna AC	25 000 W
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V; 220 / 380 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50/60 Hz ± 5
Maks. prąd wyjściowy	38 A
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98,3% / 98%
Wyposażenie	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	12-25 lat
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Waga	48 kg
Temperatura pracy	-20 °C ... +60 °C
Wymiary	775 x 315 x 260 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 4 W
Interfejsy:	RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM

Parametry falownika trójfazowego 15kW współpracującego z optymalizatorami mocy:

Dane techniczne falownika 15 kW	Falownik beztransformatorowy
Wejście (Prąd stały - DC)	
Moc maksymalna DC	20 250 W
Max. napięcie wejściowe	900 V
Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Moc maksymalna AC	10000 W
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V; 220 / 380 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50/60 Hz ± 5
Maks. prąd wyjściowy	23 A
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98% / 97,6%
Wyposażenie	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	12-25 lat
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Waga	33,2 kg
Temperatura pracy	-20 °C ... +60 °C
Wymiary	540 x 315 x 260 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 2,5 W
Interfejsy:	RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM

Parametry falownika trójfazowego 8kW współpracującego z optymalizatorami mocy:

Dane techniczne falownika 8 kW	Falownik beztransformatorowy
Wejście (Prąd stały - DC)	
Moc maksymalna DC	10 800 W
Max. napięcie wejściowe	900 V
Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Moc maksymalna AC	8 000 W
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V; 220 / 380 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50/60 Hz ± 5
Maks. prąd wyjściowy	13,5 A
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98% / 97,6%

PROJEKT BUDOWLANY

BUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO, W SKŁAD KTÓREGO WCHODZI: PRZEDSZKOLE, DOM KULTURY, SZKOŁA PODSTAWOWA Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ PRZY UL. BERYLOWEJ W LUBLINIE.

Wyposażenie	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	12-25 lat
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Waga	18,7 kg
Temperatura pracy	-20 °C ... +60 °C
Wymiary	540 x 315 x 191 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 2,5W
Interfejsy:	RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM

Parametry falownika trójfazowego 7kW współpracującego z optymalizatorami mocy:

Dane techniczne falownika 7 kW	Falownik beztransformatorowy
Wejście (Prąd stały - DC)	
Moc maksymalna DC	9 450 W
Max. napięcie wejściowe	900 V
Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Moc maksymalna AC	7 000 W
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V; 220 / 380 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50/60 Hz ± 5
Maks. prąd wyjściowy	12 A
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98% / 97,4%
Wyposażenie	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	12-25 lat
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Waga	18,7 kg
Temperatura pracy	-20 °C ... +60 °C
Wymiary	540 x 315 x 191 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 2,5W
Interfejsy:	RS485, Ethernet, Zigbee, Wi-Fi, GSM

Optymalizator mocy

Działanie optymalizatorów mocy polega na szukaniu punktu mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu PV lub szeregu kilku modułów. Optymalizator pozwala utrzymać stałe napięcie w łańcuchu umożliwiając stałą wydajność falownika. Każdy optymalizator wyposażony jest w SafeDC, który automatycznie odłącza napięcie modułu, gdy dojdzie do wyłączenia sieci lub falownika. Optymalizatory mocy powinni zostać dobrane do modułów fotowoltaicznych oraz współpracujące z falownikami fotowoltaicznymi.

Rozdzielnica RGPV

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (tablicy głównej RGnN) projektuje się montaż zbiorczej rozdzielniczy obiektowej RGPV. Projektowana obudowa rozdzielniczy RGPV powinna posiadać stopień ochrony IP30(31) oraz wykonana być z materiału przewodzącego (I klasa izolacji). Rozdzielnicza agreguje wszystkie inwertery fotowoltaiczne.

Wyposażenie rozdzielnic RGnN

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu rozdzielnica RGnN zostanie wyposażona w niezbędne aparaty i zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej.

Okablowanie

Między falownikiem a rozdzielnicą główną instalacji fotowoltaicznej (RGPV) oraz rozdzielnią główną RG zostaną poprowadzone przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanego przewodu zostanie dobrany do warunków obciążenia długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523.

Ochrona przeciwprzepięciowa

Usytuowanie ograniczników przepięć powinno być zawsze jak najbliżej chronionego obiektu. Należy zastosować ogranicznik przepięć typu 2.

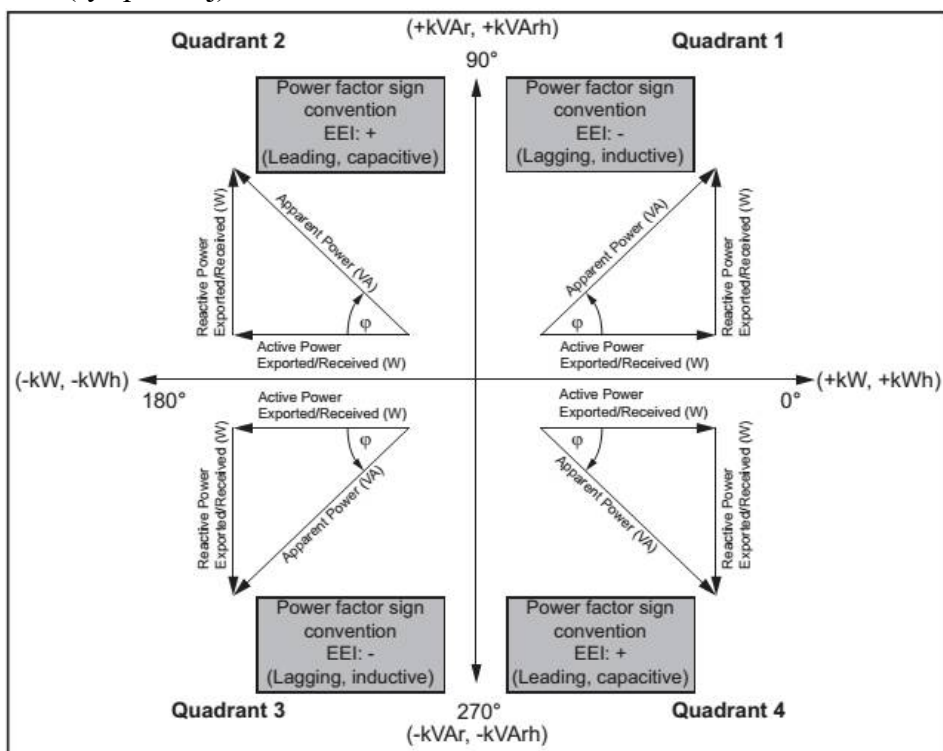
Zabezpieczenie przed wypływem energii do sieci.

Zabezpieczenie przed wypływem energii do sieci (System Redukcji Energi) składa się z trzech podstawowych elementów:

- 1) Inwerter fotowoltaiczny wyposażony w kartę komunikacyjną,
- 2) Komputer sterowniczy Embedded (sterownik PLC),
- 3) Analizator sieci elektrycznej komunikujący się bezpośrednio z Komputerem Embedded (sterownik PLC),

Analizator sieci elektrycznej jest zamontowany w rozdzielni głównej na głównym przyłączy do budynku (na tej samej sekcji co instalacja fotowoltaiczna).

Analizator mierzy energię elektryczną w czterech kwadrantach, a wynik analizy jest odczytywany przez sterownik PLC. (rys poniżej).



Po inicjacji zasilania Sterownik PLC bada sieć energetyczna przez 60sek przy użyciu magistrali komunikacyjnej Ethernet z analizatorem sieci.

Inwertery fotowoltaiczne są połączone wzajemnie wewnętrzną magistralą komunikacyjną, ostatni inwertery udostępnia dane pomiarowe oraz interfejs komunikacyjny (np. TCP/IP). Sterownik PLC nawiązuje w tym czasie połączenie z inwerterami i sprawdza ich gotowość do synchronizacji z siecią energetyczną.

Główny stycznik w rozdzielni energetycznej RGPV (rozdzielnia główna fotowoltaiczna) pozostaje wyłączony do momentu zakończenia inicjacji połączeń sterownika PLC z wszystkimi elementami składowymi. W tym czasie sterownik PLC analizuje ilość energii pobieranej przez obiekt. Zaimplementowany program w sterowniku wie, jaką mocą dysponuje układ oraz na podstawie aktualnych wartości napięcia DC inwerterów określa moc jaką powinny dostarczyć inwertery do sieci elektrycznej.

Sterownik PLC wysyła komendę do inwerterów fotowoltaicznych o wysterowaniu ich na XXX% ich mocy w stosunku do ich mocy znamionowej.

Po wysłaniu komendy musi upłynąć czas odpowiedzi inwerterów o gotowości wysterowania na żądany zakres mocy (najczęściej jest to 2sek).

Sterownik PLC załącza wyłącznik/stycznik w rozdzielni głównej sprzęgający instalację fotowoltaiczną z siecią energetyczną.

Inwertery fotowoltaiczne zaczynają pracować, oddając moc do rozdzielni głównej budynku z wcześniej ustawioną nastawą mocy.

Sterownik PLC analizuje dane otrzymywane od analizatora sieci energetycznej (na przyłączy do obiektu), jeżeli zostanie zaobserwowana zmiana ilości energii pobieranej przez budynek, sterownik wysyła komendę do inwerterów o zmniejszeniu lub zwiększeniu ilości dostarczanej energii.

Czas potrzebny na zmianę nastaw inwertera wynosi od 1 do 10sek (najczęściej 2sek). Związane jest to zmianą pojemności baterii kondensatorów w inwerterach fotowoltaicznych oraz koniecznością przestrojenia układów MPPT (bez wydzielania się ciepła na wewnętrznej elektronice) do nowych nastaw.

Przykładowo budynek pobiera 20kW, a system fotowoltaiczny jest w stanie produkować 30kW. System Redukcji Energii widząc pobór obiektu redukuje proporcjonalnie na wszystkich Inwerterach ilość generowanej energii, tak aby sumarycznie produkowana moc nie przekroczyła wartości pobieranej pomniejszonej o 25%.

Redukcja energii oddawanej do obiektu odbywa się w trzech etapach:

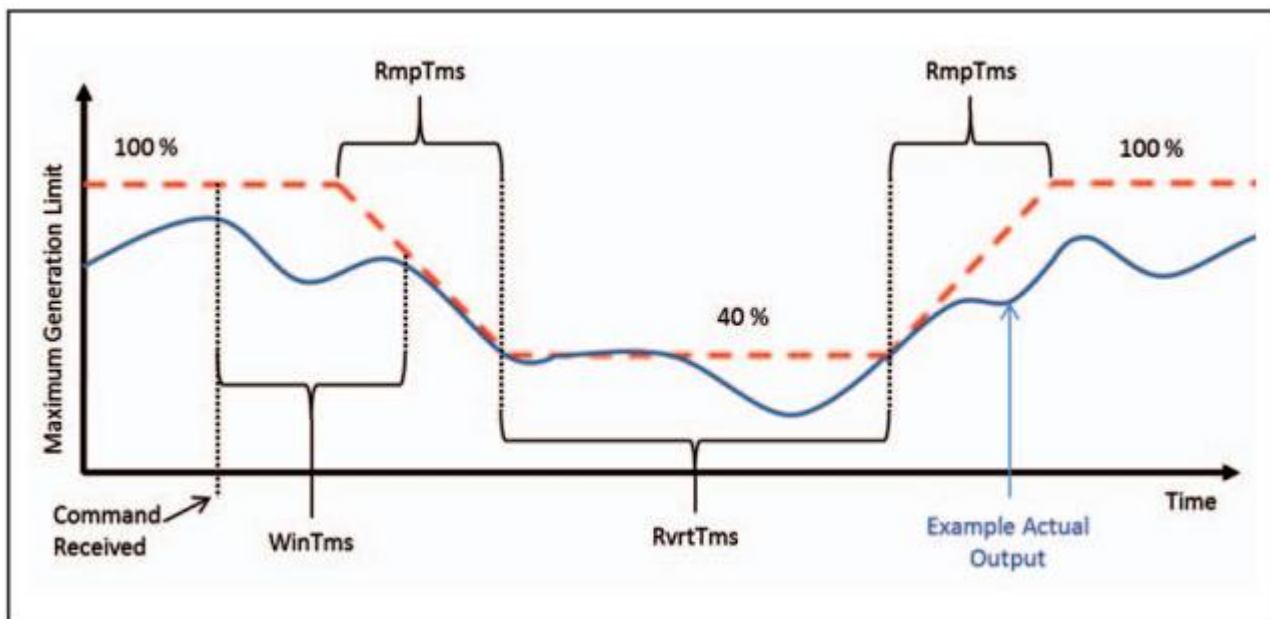
- załączenie dodatkowego obciążenia w obiekcie (np. podgrzewacze wody, pralki, przepompownie, stacje uzdatniania wody, itp.),

- redukcja ilości oddawanej energii przez Inwertery fotowoltaiczne,

- odłączenie całości instalacji fotowoltaicznej w przypadku wykrycia anomalii w generowanej energii lub przekroczenia następujących warunków brzegowych:

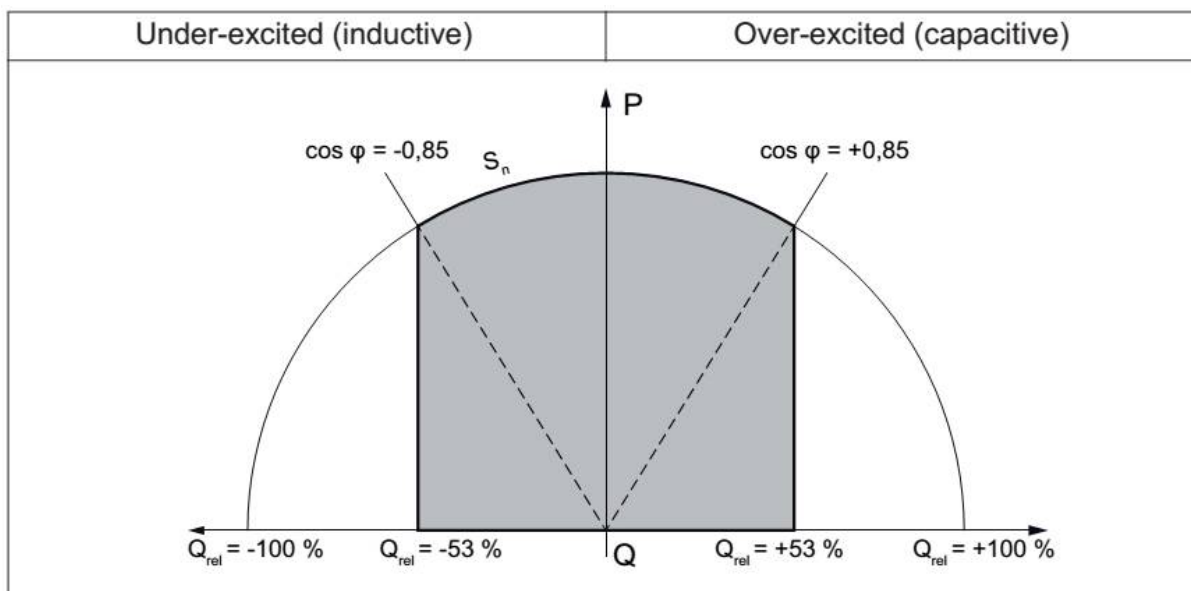
- -zabezpieczenie podnapięciowe: $U=195\text{ V}$, $t=100\text{ms}$,
- -zabezpieczenie nadnapięciowe: $U=253\text{ V}$, $t=100\text{ms}$,
- -zabezpieczenie podczęstotliwościowe: $f=47,5\text{Hz}$, $t=100\text{ms}$,
- -zabezpieczenie nadczęstotliwościowe: $f=51,0\text{Hz}$, $t=100\text{ms}$,
- -zabezpieczenie od pracy wyspowej: $t=200\text{ms}$,
- -ilość oddawanej energii do sieci energetycznej $P_o>0.1\text{kW}$, $t=200\text{ms}$,
- -ponowne przyłączenie do sieci po awaryjnym wyłączeniu: $t_{\text{min}}=300\text{s}$.

Poniżej przedstawiono wykres obrazujący zasadę działania systemu redukcji mocy inwerterów fotowoltaicznych.



System Zarządzania Energią musi zapewniać regulację mocy biernej obiektu. Regulacja mocy biernej musi zapewnić utrzymanie $\text{tg}\phi < 0.4$. System musi mieć możliwość wymuszenia na falownikach oddawanie lub pobieranie przez nich mocy biernej w zakresie $\langle -53\% \text{ do } +53\% \rangle$ mocy znamionowej S_n aktualnie dostępnej na falowniku fotowoltaicznym. Co odpowiada współczynnikowi $\text{cos}\phi$ zmiennym w zakresie $\langle -0.8 \text{ do } +0.8 \rangle$.

Minimalny zakres generacji / poboru mocy biernej przez falowniki został opisany na poniższym rysunku.



Pojęcia regulacji mocy biernej oraz zakresy pomiarowe muszą być zgodne z normami: PN-EN 62053-23, a także IEC 60375.

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.

Przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez Inwestora. Dopuszcza się równoważne rozwiązania (w oparciu, na produktach innych producentów) pod warunkiem spełnienia wszystkich poniższych warunków:

- Spełnienia co najmniej tych samych właściwości technicznych i wizualnych
- Przedstawienia zamiennych rozwiązań na piśmie (dane techniczne, atesty, dopuszczenia do stosowania) na etapie przetargu
- Uzyskaniu akceptacji Inwestora dla zamiennych, równoważnych rozwiązań na etapie przetargu.

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, które należy dostarczyć wraz z ofertą.

Główny projektant oraz Inwestor na każdym etapie realizowania inwestycji może wymagać przedstawienia stosownych dokumentów, badań potwierdzających spełnianie przez wyroby deklarowanych parametrów.

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 zaciniają 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.

Spis rysunków

- EPV1 – Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej.
- EPV2 – Sposób montażu modułów fotowoltaicznych szkło-szkło.
- EPV3 – Sposób montażu modułów fotowoltaicznych ramkowych na dachu.
- EPV4 – Sposób montażu lameli fotowoltaicznych.