

Spis treści

1	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	2
2	PODSTAWA OPRACOWANIA I NORMY	2
3	DEFINICJE I POJĘCIA	2
4	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA - OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH	3
4.1	Moduły fotowoltaiczne	3
4.2	Falowniki fotowoltaiczne	6
4.3	System montażowy	8
4.4	System zarządzania energią	9
4.5	Ochrona przeciwprzepięciowa	13
4.4.	Rozdzielnice RDC	13
4.6	Rozdzielnica fotowoltaiczna RGPV	13
4.7	Zabezpieczenie przed wpływem do sieci	14
4.8	Okablowanie	14
4.8.1	Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)	14
4.8.2	Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)	15
4.8.3	Trasy kablowe	15
4.9	Obliczenia uzysku energii	15
5	WYTYCZNE DLA BRANŻ	16
5.1	Branża elektryczna	16
5.2	Branża teletechniczna	16
5.3	Branża konstrukcyjna	16
6	INFORMACJE I WYTYCZNE DLA WYKONAWCY	17
7	INFORMACJE DLA INWESTORA	17
8	ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW	17
9	KARTY KATALOGOWE	18
9.1	Moduły fotowoltaiczne	18
9.2	Falownik	18
10	SPIS RYSUNKÓW	18

OPIS TECHNICZNY

1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku szpitala w miejscowości Wadowice przy ulicy Karmelickiej.

2 PODSTAWA OPRACOWANIA I NORMY

- PN-HD 60364-7-712:2007 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;
- PN-86/E-05003/01 - Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – wymagania ogólne;

3 DEFINICJE I POJĘCIA

- **Ogniwo PV** – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;
- **Moduł PV** – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;
- **Kolektor PV** – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;
- **Łańcuch PV** - obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;
- **Skrzynka połączeniowa kolektora PV** – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- **Przewód główny DC systemu PV** – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;
- **Falownik PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- **STC, Standard Test Conditions STC (Standard Test Conditions)** w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;
- **NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)** - jest zdefiniowane jako temperatura osiągnięta przez pojedyncze ogniwo PV w układzie be obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków :
 - promieniowanie na powierzchnie Ogniwa PV = 800 W/m²
 - temperatura powietrza = 20°C
 - prędkość wiatru = 1 m/s
 - sposób montażu = nie zasłonięta tylna część panelu

- **Sprawność systemów solarnych ($\eta\%$)** - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m^2 (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000 W/m^2 , temp. 25°C). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV.

4 INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA - OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH

Obiekt zostanie wyposażony w instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy nieprzekraczającej 43,3 kWp. Instalacja fotowoltaiczna zostanie połączona z instalacją elektryczną obiektu. Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest z układem zabezpieczającym przed wypływem energii do sieci elektroenergetycznej – całość energii wykorzystana na potrzeby własne budynku.

Schemat ideowy został przedstawiony na rysunku SPE-01-03.

Instalację fotowoltaiczną stanowić będą:

- moduły fotowoltaiczne umieszczone na dachu,
- falowniki fotowoltaiczne,
- rozdzielnica fotowoltaiczna prądu stałego (RDC) i prądu zmiennego (RGPV),
- trasy kablowe,
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC),
- układ zabezpieczający przed wypływem do sieci,
- System Zarządzania Energią.

Rozdzielnica prądu stałego (RDC) i falowniki znajdować się będą wewnątrz budynku поблизу modułów. Pozostałe urządzenia tj. rozdzielnica prądu zmiennego (RGPV) umieszczona zostanie w piwnicy w pobliżu rozdzielnicy głównej.

Usytuowanie modułów fotowoltaicznych zostało przedstawiono na rysunku SPE-01-04.

4.1 Moduły fotowoltaiczne

Projekt obejmuje moduły fotowoltaiczne zintegrowane z dachem obiektu wykorzystujące krzemowe ogniwa monokrystalicznych z tylną metalizacją (bez widocznych przednich elektrod). Moduły fotowoltaiczne powinny posiadać odpowiednie przygotowane otworowanie do montażu na konstrukcji wsporczej oraz zatopienie krawędzi szkła. Zastosowane moduły są szybą bezpieczną w rozumieniu przepisów budowlanych.

Folia PVB jest materiałem preferowanym w produkcji bezpiecznego szkła warstwowego jakim są m.in. moduły fotowoltaiczne. Właściwości bezpiecznego szkła warstwowego z zastosowaniem folii PVB wynikają z mechanicznych własności tej folii oraz bardzo wysokiej odporności na rozerwanie złącza PVB/szkło w wypadku rozbicia szyby.

Folia PVB jest materiałem najczęściej stosowanym na przekładki w szkłe warstwowym, stosowanym w budownictwie oraz w szybach dla motoryzacji. Wynika to z bardzo dobrych właściwości mechanicznych, jakie materiał ten wykazuje w normalnych warunkach eksploatacyjnych, a także z bardzo dobrych właściwości związanych z bezpieczeństwem wyrobu.

Podstawowe zalety modułów szkło/szkło z folia PVB:

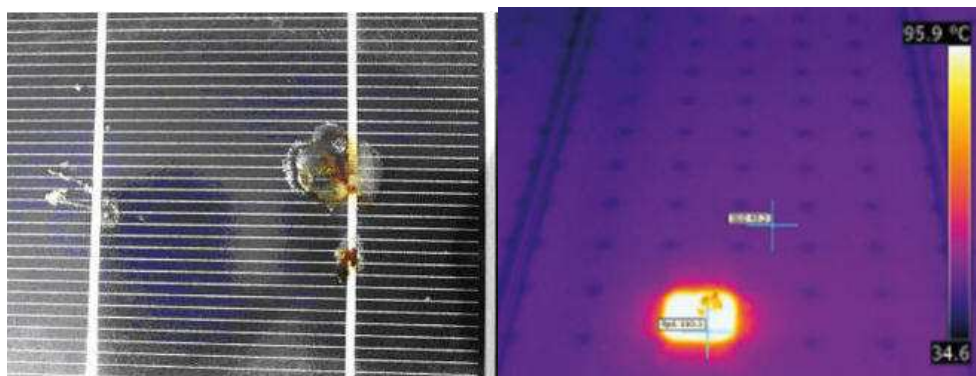
1. Na modułach m.in. elewacyjnych, w wyniku działania promieniowania słonecznego dochodzi do znacznego ich nagrzewania. Temperatura może dochodzić nawet do kilkudziesięciu stopni, zatem bardzo istotne są parametry foli takie jak temperatura wiązania i temperatura upłynnienia. Zarówno jeden jak i drugi parametr lepszy posiada folia PVB w stosunku do EVA, co przekłada się na większe bezpieczeństwo użytkowania (temp. wiązania dla foli PVB wynosi 140 oC, gdy dla foli EVA tylko 100 oC, temp. upłynnienia dla foli PVB wynosi 90,4 oC, gdy dla foli EVA tylko 80,5 oC)
2. Folia PVB posiada wyższe parametry wytrzymałościowe tj. wytrzymałość na rozciąganie dla foli PVB wynosi 339 kG/cm², gdy dla foli EVA tylko 290 kG/cm², a z kolei wydłużenie foli PVB wynosi 455% kG/cm², gdy dla foli EVA aż 2340%. Powyższe współczynniki sprawiają że moduły laminowane z folia PVB posiadają wyższą wytrzymałość.
3. Biorąc pod uwagę parametry optyczne bardzo istotne z punktu widzenia generacji prądu przez moduły, folia PVB posiada współczynnik zmętnienia na poziomie 0,4%, gdy folia EVA 0,6% - 3%, a zatem folia PVB posiada znacznie mniejsze zmętnienie, co w efekcie przekłada się na wyższą produkcję energii
4. Folia EVA posiada tendencje do przebarwiania się, co jest związane ze stopniową degeneracją warstwy pod wpływem promieniowania UV. Zmiana zabarwienia powoduje inną absorpcję ciepła (im ciemniejsza folia tym większa absorpcja), w wyniku czego proces się nasila. Zmiana barwy od przezroczystej do żółtej, a nawet brązowej powoduje spadek wydajności modułu od 5 do nawet 40%.



*Fot. Przykłady przebarwień modułów PV przy 18 letnim okresie użytkowania
(<http://www.instsani.pl/510/problemy-w-pracy-paneli-pv>)*

5. W modułach PV mogą powstawać tzw. gorące miejsca (ang. hot spots). Miejsca o zwiększonej rezystancji najsilniej nagrzewają się w czasie dodatkowego zacinienia uszkodzonego modułu. Płynący w tym czasie prąd zwarciový może powodować wzrost temperatury do wartości znacznie przekraczającej wytrzymałość folii EVA (nawet

do 250C). Dochodzi wtedy do jej lokalnego przebarwienia, a w skrajnym przypadku przepalenia. Na powierzchni panelu tworzy się wyraźnie widoczny ślad (fot).



Fot. Hot spots na panelu fotowoltaicznym, po prawej zdjęcie termiczne uszkodzonego ogniwa (<http://www.instsani.pl/510/problemy-w-pracy-paneli-pv>)

W skrajnym, ekstremalnym przypadku, przy silnym nasłonecznieniu i długotrwałym zacienieniu wadliwych elementów wzrost temperatury może być na tyle duży, że dojdzie do samozapalenia się chroniącej ogniwa od spodu warstwy tworzywowej tzw. backsheet. Efekty możemy oglądać powyżej.

Uwzględniając powyższe uwagi 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.

Parametry modułów fotowoltaicznych:

<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>	<u>DOPUSZCZALNA ODCHYLENIA</u>	<u>SPOSÓB UDOKUMENTOWANIA</u>
Typ ogniwa w module PV	Monokrystaliczne back-contact	Niedopuszczalna	Karta katalogowa
Sprawność ogniwa	22,5 %	+% brak ograniczeń -0%	Karta katalogowa
Temperaturowy współczynnik mocy	-0,32 %/°C	Nie gorszy	Karta katalogowa
Flash test	Wymagany dla każdego modułu	niedopuszczalna	Świadectwo badań ‘ Flash Test’ dostarczany wraz ofertą
LID	Nie podlegają degradacji LID	większa niedopuszczalna	Karta katalogowa
Utrata wydajności w ciągu 25 lat	10 lat – 10% 25 lat - 15%	większa niedopuszczalna	Karta katalogowa
Szyba przednia modułu PV	4 mm ESG (o małej zawartości żelaza)	+% brak ograniczeń -0% wg obliczeń wytrzymałościowych	Karta katalogowa
Szyba tylna modułu PV	4 mm ESG	+% brak ograniczeń -0% wg obliczeń wytrzymałościowych	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
Folia laminacyjna	PVB lub jonomerowa	niedopuszczalne	Oświadczenie producenta
Wymiary	Względem rysunków rozmieszczenia	+50mm -50mm	Karta katalogowa
<u>ZASADY UŻYTKOWANIA</u>			
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. 9A	niedopuszczalna	Oświadczenie producenta

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, który należy dostarczyć wraz z ofertą.

Wymaga się aby zastosowane moduły posiadały certyfikaty/deklaracje producenta zgodne z normą PN-EN 61730: 2007; 2012; 2013; 2014, PN-EN 61215: 2005, IEC 61701, IEC 62716, lub równoważne i zostały przedłożone przez wykonawcę na etapie przetargu (wraz z ofertą).

W celu potwierdzenia jakości 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.

4.2 Falowniki fotowoltaiczne

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

Falownik po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) synchronizować się będzie z siecią OSE (Operatora Systemu Energetycznego). Po zaniku napięcia OSE falowniki będą przechodzić automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) 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 zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych falowników.

Falowniki będą posiadać:

- manualny rozłącznik po stronie generatora DC na czas serwisu
- wewnętrzną ochronę przepięciową strony DC klasy I+II
- system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej

Tab. 1 Parametry falownika trójfazowego 7kW:

Dane techniczne falownika 7kW	Falownik transformatorowy
Wejście (Prąd stały - DC)	
Max. napięcie wejściowe	600 V
Zakres napięcia wejściowego MPP / znamionowe napięcie wejściowe	230 V... 500 V
Liczba niezależnych wejść MPP / pasm na wejście MPP	1
Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50 Hz, 60 Hz / 45 Hz-65 Hz
Maks. prąd wyjściowy	10,2 A
Regulowany współczynnik cos ϕ	0,75-1 ind./poj.
Liczba faz zasilających / podłączonych faz	3/3 + N + PE
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	95,9% / 95,1%
Wyposażenie	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	5lat , opcjonalnie 10/15/20
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Waga	49,2 kg
Rozłącznik DC	Zintegrowany
Temperatura pracy	-40 °C ... +60 °C
Wymiary	1263 x 434 x 250 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 1 W
Interfejsy:	WLNA, Ethernet, Modbus TCP, 6 wejść cyfrowych, 4 cyfrowe wejścia/wyjścia, Datalogger

Tab. 2 Parametry falownika jednofazowego 1,5kW:

Dane techniczne falownika 1,5kW	Falownik transformatorowy
Wejście (Prąd stały - DC)	
Max. napięcie wejściowe	600 V
Zakres napięcia wejściowego MPP / znamionowe napięcie wejściowe	230 V... 500 V
Liczba niezależnych wejść MPP / pasm na wejście MPP	1
Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Napięcie znamionowe AC	1 / N / PE; 230
Częstotliwość sieci AC / zakres	50 Hz, 60 Hz / 45 Hz-65 Hz
Maks. prąd wyjściowy	15,2 A
Regulowany współczynnik cos ϕ	0,75-1 ind./poj.
Liczba faz zasilających / podłączonych faz	1 + N + PE
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	95,7% / 95,0%
Wyposażenie	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	5lat , opcjonalnie 10/15/20
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Waga	23,8 kg
Rozłącznik DC	Zintegrowany
Temperatura pracy	-40 °C ... +60 °C
Wymiary	673 x 434 x 250 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 1 W

Interfejsy:	WLNA, Ethernet, Modbus TCP, 6 wejść cyfrowych, 4 cyfrowe wejścia/wyjścia, Datalogger
-------------	--

4.3 System montażowy

Zastosowano system balastowy, bezinwazyjny, panele pionowo, dach płaski ($\alpha \leq 5^\circ$). Zastosowany system montażu nie jest połączony z konstrukcją dachu. Każdy pojedynczy panel obciążyć należy masą równą 56kg/panel - betonowym bloczkiem o masie 25kg 120x250x380mm tj. 3xbloczek na panel, beton zwykły klasy C30/37 odporny na cykliczne zamarzanie/rozmarzanie.

Trójkąty wsporcze wraz z wspornikiem balastowym i szynami w wykonaniu aluminiowym i stali nierdzewnej.

Niezawodność konstrukcji instalacji realizowane jest poprzez jej ciężar własny i zastosowane obciążenie (bloczki betonowe). Ponadto, należy wykonać kontrolę położenia instalacji po wystąpieniu ekstremalnych, nieprzewidywalnych i nagłych podmuchów wiatrów, ponieważ nie można wykluczyć przesunięć w wyniku ponadnormatywnych obciążeń spowodowanych działaniami atmosferycznymi.



Rys.1. Montaż kolejnych paneli PV.



Rys.2. Osadzenie balastu (bloczki obciążeniowe betonowe).

4.4 System zarządzania energią

System Zarządzania Energią (skrót SZE) jest pakietem programowym klasy HMI / SCADA umożliwiającym realizację komputerowych systemów wizualizacji, nadzoru i sterowania procesów przemysłowych oraz użytkowych.

SZE jest to system sterowania, monitoringu i raportowania zjawisk specyficznych dla sieci elektrycznych, gazowych, wodnych, generatorów fotowoltaicznych, itp.

SZE oparty jest o komputer serwerowy dopasowanych do potrzeb klienta i wielkości instalacji. Trzon Centralnego Systemu Zarządzania Energią stanowi stacja serwerowa, do której sterowniki obiektowe wysyłają aktualne dane pomiarowe. Serwer jest jednostką nadrzędną, agregującą i przetwarzającą dane. Zawiera narzędzia do wizualizacji danych procesowych. Sterownik obiektowy (oraz interfejs) stanowią warstwę obiektową, odpowiadającą za wymianę informacji o technologicznych parametrach instalacji ze stacją nadrzędną/serwerową. System musi być wyposażony w serwer SQL, który jest odpowiedzialny za zbieranie danych i przechowywanie do celów raportowych.

Wykorzystując protokół TCP/IP i sieci Ethernet można także monitorować i zarządzać obiektami poprzez łącza LAN i WAN. Używając oprogramowania z poziomu centrów nadzoru można uzyskać dostęp do instalacji w czasie rzeczywistym, analizując alarmy i dane o funkcjonowaniu systemu. System haseł i zabezpieczenia systemowe przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP gwarantują, że tylko osoby uprawnione, znające hasło będą miały dostęp do danej instalacji.

System Zarządzania Energią musi posiadać topologię rozproszoną co gwarantuje wysoką stabilność pracy.

System Zarządzania Energią musi wizualizować, nadzorować i sterować m.in. parametrami:

- pracy falowników fotowoltaicznych;
- paneli fotowoltaicznych;
- ciepłomierzy, liczników energii, analizatorów sieci energetycznej itp.;
- pracy budynków (w tym central wentylacyjnych, central klimatyzacyjnych, węzłów ciepłowniczych, systemów bezpieczeństwa SSWIN, CCTV, itp.);
- linii technologicznych (np. clean-room, systemy transportowe liniowe, itp.);
- kontroluje moc elektryczną dostarczaną do obiektu w zakresie ilości i jakości (sterowanie $\text{tg}\varphi < 0.4$ lub export/import „0” -> $P3f < 0$);
- Transmisja, przetwarzanie i archiwizacja danych w bazie SQL na obiekcie zdalnym;
- Sygnalizacja sytuacji alarmowych, tj. kradzież modułów fotowoltaicznych lub falownika, awaria falownika, awaria modułu fotowoltaicznego;
- Wizualizacja ON-LINE na stronie WWW parametrów uzysków energetycznych systemu fotowoltaicznego;
- Przekazanie niezbędnych informacji diagnostycznych do stacji operatorskiej systemu zarządzania energią do systemu nadrzędnego SZE;

Zadania automatyki diagnozująco-sterowniczej SZE:

- możliwość oczekiwania na dane przychodzące za pomocą asynchronicznej komunikacji http;
- pokazanie danych dostępnych dla wszystkich użytkowników bez konieczności wprowadzania loginu i hasła – dostęp anonimowy, np. prezentacja danych reprezentatywnych/promocyjnych na wielu monitorach jednocześnie;

- Obsługa wielu dostępnych protokołów komunikacyjnych, tj:
BACnet I/P; DNP3 IP oraz Serial; M Bus Serial over USB; Meta Data Source; Modbus IP; Modbus serial via IP; HTTP Sender/HTTP Receiver; POP3; SNMP; SQL; IEC101, IEC103 Ethernet (celem realizacji niektórych powyższych funkcjonalności wymagane jest dołożenie zewnętrznego urządzenia do translacji warstwy sprzętowej);
 - wykonywanie własnych skryptów w momencie nastąpienia zmian monitorowanych parametrów;
 - możliwość podpięcia strumieni RTSP z kamer IP;
 - automatyczne generowanie raportów z możliwością wysyłania ich na email;
 - tworzenie wizualizacji z wykorzystaniem wstawek HTML-5;
- Sieć odczytu SZE musi być wyposażona w router/ firewall, który izoluje sieć SZE od środowiska zewnętrznego.
- Monitoring pracy falowników;
 - Monitoring pracy paneli fotowoltaicznych;

System Zarządzania Energią musi posiadać moduły:

- - Real Time Data Monitoring: Dane mogą być przeglądane w Liście Zmiennych, Lista punktów szczegółowych lub niestandardowych stron HTML. Z poziomu każdej nowoczesnej przeglądarki dane będą dostępne w czasie rzeczywistym wraz z możliwością prezentacji danych historycznych. Wszystkie zdefiniowane punkty danych są wylistowane na rozwijanej liście zmiennych. Dowolny punkt może być dodany do listy obserwowanych zmiennych, każda lista obserwowanych zmiennych może być udostępniona dla innego użytkownika. Listy obserwowanych zmiennych mają być przechowywane w bazie konfiguracyjnej SQL. Każdy punkt danych odczytywany z obiektu posiada własny stempel czasu odczytu. Każdą listę zmiennych obserwowanych można skopiować i modyfikować w trakcie trwania pracy aplikacji (ang. RunTime). Lista obserwowanych musi umożliwiać generowanie wykresów oraz zestawiania wybranych punktów danych na wykresach. Musi być opcja usuwania punktów danych z listy obserwowanych zmiennych. Musi być możliwość przejścia z listy obserwowanych zmiennych, po kliknięciu na punkt danych, do szczegółowego widoku danego punktu danych z wstępnie wyświetloną historią oraz statystykami, wykresami oraz możliwością definiowania własnych notatek. Każdy punkt danych może być zgrupowany w hierarchie punktów danych. Brak limitu poziomów hierarchizacji punktów danych. Generowane wykresy (na podstawie wybranych punktów danych z listy obserwowanych) muszą mieć możliwość przybliżania określonego wycinka danych za pomocą zaznaczenia kursorem myszy.
- - Zbieranie danych: odbieranie danych z wielu protokołów w odstępach poniżej sekundy lub innych dłuższych definiowalnych przez Użytkownika. System musi mieć możliwość synchronizowania własnego zegara czasu rzeczywistego do wewnętrznego systemu NTP lub dowolnego zdalnego systemu NTP. Każde źródło danych można dowolnie deaktywować/aktywować. System musi umożliwiać dopisanie własnego protokołu komunikacyjnego opartego o warstwę TCP/IP. Aplikacja HMI musi posiadać wbudowany web serwis pogodowy, do śledzenia pogody.
- - Wysoko wydajna baza danych: Wbudowana wysokiej wydajności baza SQL zoptymalizowana dla danych historycznych. To znacznie zmniejsza obciążenie systemu i pozwala na przechowywanie ogromnych zestawów danych szybko dostępnych i

archiwizowanych. System musi umożliwiać bezpośredni dostęp do bazy danych z poziomu systemu bez ograniczeń systemowych.

- - Bezpieczeństwo: wszystkie dane są przechowywane na serwerze Inwestora, brak wycieku danych do firm zewnętrznych. Baza danych może być replikowana na innym serwerze lokalnym Inwestora celem archiwizacji danych. Możliwość pracy systemu webServera z certyfikatem Inwestora przez protokół HTTPS. System webServera musi dawać możliwość definicji poziomów dostępu z rozróżnieniem poziomu dostępu do każdego punktu danych lub źródła danych dla maksymalnie 65000 użytkowników. Możliwość de-aktywacji konta użytkownika, bez konieczności kasowania konta w przypadku zmiany polityki bezpieczeństwa Inwestora.

- - Uprawnienia użytkowników i grupy: Uprawnienia użytkownika są w pełni konfigurowalne przez administratorów systemu, użytkownicy są przypisani do grup uprawnień. Grupy mogą mieć bardzo elastyczne poziomy uprawnień od read-only na pełny dostęp dla każdego punktu danych osobno. Uprawnienia grupy można również kontrolować, do jakich funkcji i danych użytkownicy mają dostęp. Każdy użytkownik może pracować we własnym języku natywnym. Administrator ma możliwość kopiowania uprawnień z jednego użytkownika na drugiego użytkownika.

- - Plansze graficzne: Plansze graficzne oferują prosty i łatwy sposób na wykorzystanie zdjęć, grafiki i animacji do tworzenia kokpitów i HMI. Za pomocą przeciągnij i upuść w trybie online szybko, modyfikujemy zawartość strony. Strona JSP pozwala na pisanie własnych podstron skryptów przy użyciu HTML i JavaScript, które używają chwilowych i historycznych danych. Pozwala to na pełne dostosowanie pulpitów na aplikacje mobilne, HMI i GUI. Dostępność bibliotek wykresów, przycisków, oraz animacji. Możliwość tworzenia własnych grafik przy pomocy HTML5. Możliwość działania planszy graficznej w trybie telewizyjnym dla anonimowych użytkowników, którzy znają link dostępowy. Można definiować, który użytkownik i z jakim poziomem będzie miał dostęp do danej planszy graficznej.

- - Monitoring wewnętrznej wydajności systemu: Utrzymanie działania dużego systemu z maksymalną wydajnością wymaga dobrej oceny na temat procesu wewnętrznego. System musi mieć narzędzia do pomiarów wewnętrznych i dostrajanie wydajności wewnętrznej i przechwytywanie błędów, które pomogą w długoterminowej analizie wydajności. Wbudowany moduł alarmów, który zbiera wszystkie zdarzenia systemowe i zapisuje do bazy SQL, tj.: zalogowanie użytkownika z czasem logowania, restart systemu, przeciążenie procesora, monitoring zajętości dysku (uruchamiany jako harmonogram), zapis i wykonanie sterowania przez użytkownika, brak odczytu z źródła danych, niepoprawne dane z punktu danych, nie udana próba logowania, itp. Każdy wpis do dziennika zdarzeń posiada stempel czasowy. Musi istnieć możliwość wyszukiwania i zatwierdzania alarmów pojedynczo lub grupowo z własnym komentarzem wraz z przeglądaniem zdarzeń i alarmów historycznych.

- - RESTful API: SZE musi zawierać kompletny REST API, które może być bazą dla aplikacji innych firm, aplikacji mobilnych i stron HTML. Zawarte w module niestandardowe panele muszą mieć zestaw definicji bibliotek do współpracy z API. Zestaw musi obejmować dużą ilość bibliotek wykresów i innych predefiniowanych widgetów gotowych do użycia. Serwer musi mieć możliwość udostępniania wewnętrznych punktów danych dla aplikacji trzecich w protokole przemysłowym m.in. tj. BacNet IP, Modbus TCP/IP i SNMP.

- - Zautomatyzowane raporty mailowe: Tworzenie i planowanie raportów do przeglądania online lub udostępniania na e-mail. Możliwość pobierania danych w formacie CSV/XLS do szybkiego przesyłania do arkuszy kalkulacyjnych lub innych programów do analizy danych. Raporty mogą być wysyłane do dowolnie zdefiniowanej grupy mailingowej. Raporty mogą być wywoływane wg harmonogramu czasowego lub poprzez zdarzenie systemowe lub inne zdefiniowane w systemie.

- - Obsługa zdarzeń: System musi posiadać detektory wartości dla punktów danych. Musi istnieć możliwość wykrywania przekroczeń progów wartości punktów, braków zmian w określonym czasie, brak aktualizacji odczytowej/zapisu, granic brzegowych wartości z wagą przekroczenia (ang. CUSUM - cumulative sum control chart). System musi umożliwiać wykrywanie zdarzeń złożonych przy użyciu operatorów matematycznych. System musi wykrywać zdarzenia obsługi dla źródeł danych tj.: inicjalizacja źródła, błędne pakiety protokołu transmisji, błędy urządzenia transmitującego. Wykrywanie zdarzeń dla protokołów asynchronicznej transmisji danych, tj. przekroczenie kolejki zapytań, błędy pakietów transmisji, wyłączone punkty danych. Użytkownik może być powiadomiony o każdym zdarzeniu na email lub poprzez bramkę GSM za pomocą komunikatu serwisowego. System może dodatkowo wykonać proces awaryjny wystawiania punktu danych do wartości bezpiecznej. Bramkę GSM wraz z aktywną kartą SIM musi dostarczyć Inwestor.

- - Zaplanowane wydarzenia: System umożliwia definiowanie zaplanowanych zdarzeń informacyjnych, które przypominają użytkownikowi o czynnościach obsługowych. Wystąpienie każdego zdarzenia może powodować wysłanie na email lub poprzez bramkę GSM komunikatu serwisowego, wykonania zadanej receptury procesu lub awaryjnego wystawiania punktu danych do wartości bezpiecznej.

- - Logik i Automatyka: użytkownik może pisać skrypty do sterowania urządzeniami, obliczyć nowe punkty danych, oraz wyświetlać dane na żywo, w czasie rzeczywistym. Użytkownik ma możliwość pisania własnych skryptów w języku JavaScript w trakcie RunTime systemu. System umożliwia podgląd zmiennych tymczasowych (kontekstowych) podprogramów napisanych przez użytkownika w trybie DEBUGOWANIA, śledzenia programu.

- - Raporty: System umożliwia definiowanie własnego raportu danych np. o uzyskach z instalacji źródeł odnawialnych oraz raport energetyczny o zużyciu energii przez obiekty. System umożliwia definiowanie współczynników emisyjności spalin wg standardu KOBIZE lub IEC.

- - Ustawienia systemu: System umożliwia Import/Export swojej konfiguracji oraz bazy danych na wypadek awarii. Ustawienia systemu zezwalają na definiowanie poziomów alarmów sprawdzających. System musi posiadać przeglądarkę plików systemu operacyjnego celem dostępu do zapisów zdarzeń serwerowych. Przeglądarka plików systemu operacyjnego będzie dostępna tylko dla Administratora systemu.

Szafy sterująco-diagnostyczne SZE będą zaprojektowane w oparciu o sterowniki swobodnie programowalne. Główne cechy użytkowe tych sterowników:

- modułowa budowa sterowników montowanych na szynę DIN lub do płyty montażowej,
- możliwość wgrania kodów źródłowych aplikacji do pamięci sterownika, kod źródłowy aplikacji sterowników musi być udostępniony dla Inwestora,
- możliwość wykonania wizualizacji w ramach standardowego oprogramowania, możliwość jego implementacji bezpośrednio na sterowniku (dostęp do wizualizacji ze sterownika także przez przeglądarkę internetową)

- sterowniki PLC/Embedded mogą mieć system operacyjny Windows IoT lub Linux
- możliwość podłączenia do sterownika standardowego monitora HDMI
- możliwość podłączenia do sterownika po USB standardowych urządzeń tj. klawiatura, myszka, pamięć przenośna itp.

STEROWNIKI obiektowe SZE

Sterownik powinien mieć odpowiednią moc obliczeniową oraz mieć wbudowany system nadzoru w formie aplikacji wizualizacyjnej z funkcją archiwizowania danych. Sterownik mają również zostać wyposażone w gotową do użycia aplikację wizualizacyjną z wbudowanym konfiguratorem. Do poprawnej pracy systemu wymaga się stałego podłączenia do Internetu (WAN).

W przypadku przerwy w dostawie Internetu system musi po powrocie sieci Internet zaktualizować brakujące dane z ostatnich 24 godzin do systemu nadrzędnego. Sieć powinna być wyizolowana za pomocą routera/ firewall, który izoluje sieć odczytu danych od środowiska zewnętrznego. Serwer lokalny powinien mieć możliwość inicjacji połączenia wychodzącego VPN-SSL do serwera centralnego celem serwisu.

4.5 Ochrona przeciwprzepięciowa

Ochrona przeciwprzepięciowa projektowanego systemu fotowoltaicznego zostanie zrealizowana poprzez ochronnik przeciwprzepięciowy typu I+II zainstalowany w rozdzielnicy RDC i falownikach.

Wszystkie części przewodzące obce zostaną przyłączone do instalacji wyrównania potencjałów.

4.4. Rozdzielnice RDC

Moduły fotowoltaiczne zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą rozłączników bezpiecznikowych z wkładkami o charakterystyce gPV, ochronników przeciwprzepięciowych oraz rozłącznika DC.

Wszystkie urządzenia zabezpieczające zostaną umieszczone w skrzynce połączeniowo-ochronnej DC (rozdzielnicy RDC). Projektowana obudowa rozdzielnic RDC będzie hermetyczna (IP65) i będzie wykonana z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

Rozdzielnica prądu stałego umieszczona zostanie wewnątrz budynku, możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych.

4.6 Rozdzielnica fotowoltaiczna RGPV

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (rozdzielnicy głównej) projektuje się montaż zbiorczej rozdzielnicy obiektowej RGPV.

Rozdzielnica RGPV zamontowana zostanie w pobliżu rozdzielnicy głównej.

4.7 Zabezpieczenie przed wpływem do sieci

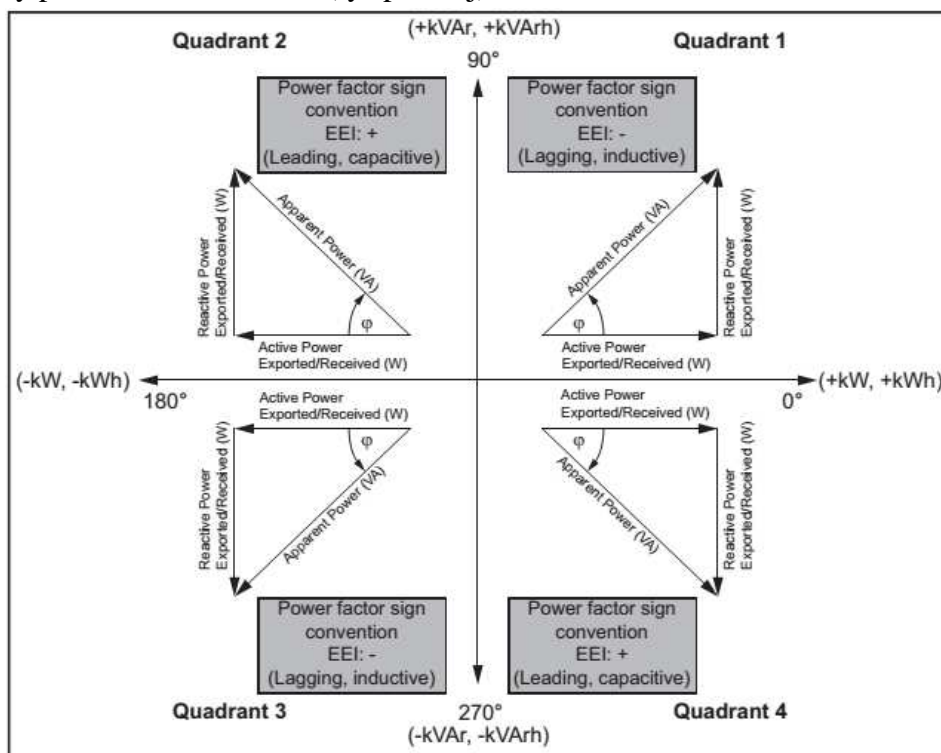
Energia produkowana przez instalację PV zostanie doprowadzona do rozdzielnic zbiorczej instalacji fotowoltaicznej RGPV, a następnie do rozdzielnic głównej obiektu RGnN. W rozdzielnic RGPV zostanie zamontowany zespół urządzeń zabezpieczających uniemożliwiający wpływ wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej dostawcy energii.

System mierzy ilość energii pobieranej całościowo przez budynek w punkcie rozliczeniowym dla budynku na którym jest instalacja PV oraz ilość energii elektrycznej generowanej przez Inwertery.

Podsystem SZE, czyli System Redukcji Energii składa się z trzech podstawowych elementów:

- 1) Falowników fotowoltaiczny wyposażony w kartę komunikacyjną,
- 2) Sterownik Systemu Redukcji energii,
- 3) System Pomiaru sieci elektrycznej komunikujący się bezpośrednio z sterownikiem SRE, System Pomiaru sieci elektrycznej jest zamontowany w rozdzielni głównej na głównym przyłączy do budynku (na tej samej sekcji co instalacja fotowoltaiczna).

System Pomiaru mierzy energię elektryczną w czterech kwadrantach, a wynik analizy jest odczytywany przez sterownik SRE. (rys poniżej).



Należy stosować przekładniki prądowe klasy 0,5.

4.8 Okablowanie

4.8.1 Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)

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

Parametry techniczne złącz przewodów systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30A
- Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C - $+90^{\circ}\text{C}$
- Stopień ochrony: IP65

Okablowanie między poszczególnymi modułami PV (grupą/stringami modułów PV) a falownikami wykonane zostanie za pomocą kabli solarnych o poniższych parametrach:

- napięcie znamionowe: 0,6/1 kV
- pojedyncza wiązka
- podwójna izolacja
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: polwinitowa na 90°C ,
- powłoka: polwinitowa odporna na UV,
- temperatura wg PN-93/E-90400:
 - na powierzchni przewodu: max. 90°C
 - po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do $+90^{\circ}\text{C}$
 - instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do $+90^{\circ}\text{C}$

4.8.2 Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)

Między falownikami a rozdzielnicą główną instalacji fotowoltaicznej (RGPV) oraz rozdzielnicą główną budynku 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.

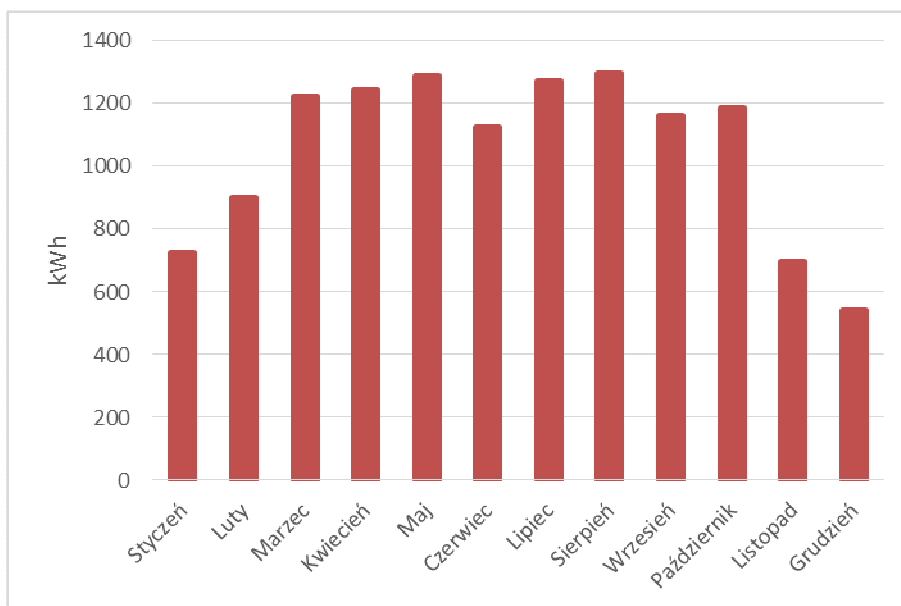
4.8.3 Trasy kablowe

W celu zasilenia urządzeń zewnętrznych oraz doprowadzenia energii z modułów fotowoltaicznych do falowników wykonane zostaną trasy kablowe.

Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego będą uszczelnione certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

4.9 Obliczenia uzysku energii

Obliczenia zostały przeprowadzone dla uśrednionych danych na podstawie obrazów satelitarnych wykonanych przez CM-SAF. Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych. Na osiągi będzie miała wpływ pogoda podczas badanego okresu czasu.



Wykres przedstawiający prognozę produkcji energii elektrycznej w skali roku.

Przewiduje się pozyskanie w skali roku z całego systemu energii o łącznej wartości **31,726 MWh**. Należy zaznaczyć, że obliczenia zostały przeprowadzone dla uśrednionych danych z bazy Ministerstwa Infrastruktury. Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych. Na osiągi będzie miała wpływ pogoda podczas badanego okresu czasu.

5 WYTYCZNE DLA BRANŻ

5.1 Branża elektryczna

- Lokalizację masztów odgromowych należy określić uwzględniając instalację fotowoltaiczną - należy zapewnić jak najmniejsze zacienienie modułów fotowoltaicznych,
 - W rozdzielniczy głównej należy zapewnić odpływ na potrzeby odbioru energii z instalacji fotowoltaicznej oraz na analizator parametrów sieci zgodnie z rysunkiem SPE-01-06,
- Na przyłączy głównym budynku należy zapewnić miejsce do montażu przekładników dedykowanych na potrzeby poprawnego działania automatyki oraz zabezpieczenie zwrotnomocowego instalacji fotowoltaicznej,

5.2 Branża teletechniczna

- Doprowadzić sieć LAN do falowników,
- Doprowadzić sieć LAN do szafy RGPV,

5.3 Branża konstrukcyjna

- Uwzględnić dodatkowe obciążenie dla dachu z uwagi na montaż konstrukcji z panelami fotowoltaicznymi. Waga modułu – 36,5 kg.

6 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 i odbioru robót.

Przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez Inwestora. Dopuszcza się stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i na ich podstawie uzyskania akceptacji Głównego Projektanta i Inwestora.

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

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.

7 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.

Obszar oddziaływania inwestycji całkowicie zamyka się na działce Inwestora.

8 ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW

Lp.	Element	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne szkło-szkło	szt	150
2	Konstrukcja do mocowania modułów wraz z balastem	kpl.	38
3	Falowniki	kpl	7
4	Okablowanie AC	mb	350
5	Okablowanie DC	mb	800
6	Okablowanie inne	mb	340
7	Trasy kablowe	mb	300
8	Rozdzielnice	kpl	1

9	System Zarządzania Energią	kpl	1
10	Zabezpiecz. przed wpływem do sieci	kpl	1
11	Elementy uzupełniające	kpl	1

9 KARTY KATALOGOWE

9.1 Moduły fotowoltaiczne

Patrz punkt 4.1

9.2 Falownik

Patrz punkt 4.2

10 SPIS RYSUNKÓW

- | | |
|---|-----------|
| 1. Rozdzielnica główna zmiana wyposażenia | SPE-01-01 |
| 2. Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej | SPE-01-03 |
| 3. Rozmieszczenie modułów PV | SPE-01-04 |
| 4. Schemat instalacji DC oraz rozdzielnic RDC | SPE-01-05 |
| 5. Schemat rozdzielnic RGPV | SPE-01-06 |