

Dokumentacja techniczno-wykonawcza systemu monitorowania instalacji PV



Opracował:

mgr Michał Szczepański
mgr inż. Tomasz Niespodziński

Włocławek, maj 2017r.

SPIS TREŚCI

WSTĘP	3
Rozwiązania technologiczne.....	4
1. Technologia monitoringu instalacji PV z zastosowaniem inteligentnego licznika.....	5
Komunikacja i bieżący monitoring	7
2. Zastosowanie systemu monitoringu z wykorzystaniem optymalizatorów	8
Komunikacja i bieżący monitoring	15
3. Technologia wyposażona w optymalizatory działające w systemie otwartym.	17
Komunikacja i bieżący monitoring	18
Podsumowanie	20

WSTĘP

Monitoring instalacji fotowoltaicznej ma kluczowe znaczenie na etapie eksploatacji. Dzięki sprawnie funkcjonującej instalacji PV uzyskujemy maksymalny poziom efektywności jej pracy co przekłada się na uzyski i oszczędności. Monitoring daje możliwość bieżącego podglądu otrzymywanych uzysków i konfrontowanie z założeniami projektowymi oraz reagować w momencie występowania zjawisk nie pożądanych takich jak: wady fabryczne modułów (hot pointy, mikropęknięcia, błędami montażowymi (mikropęknięcia, przetarcia przewodów, źle zaciśnięte końcówki MC4 itp.).

Posiadając na bieżąco dostęp do informacji ma możliwość reagowania w szybki i precyzyjny sposób, przedłużając działanie systemu PV na optymalnych parametrach pracy. Niniejsze opracowanie ma za zadanie zaprezentować obecnie najlepsze rozwiązania, które będą miały zastosowanie w planowanej inwestycji.

Rozwiązania technologiczne.

Obecnie dostępne są na rynku trzy możliwe rozwiązania związane z monitoringiem instalacji PV. Najbardziej powszechne rozwiązanie to standard związany z odczytem i monitoringiem instalacji na poziomie falownika. W powyższym opracowaniu nie będzie ono omawiane ze względu na to, iż jest to najniższy poziom sposobu monitorowania pracy instalacji.

W ramach analizy możliwych do zastosowanie rozwiązań planowanej inwestycji w instalację fotowoltaiczną na budynkach 3.1 oraz 3.2 Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego.

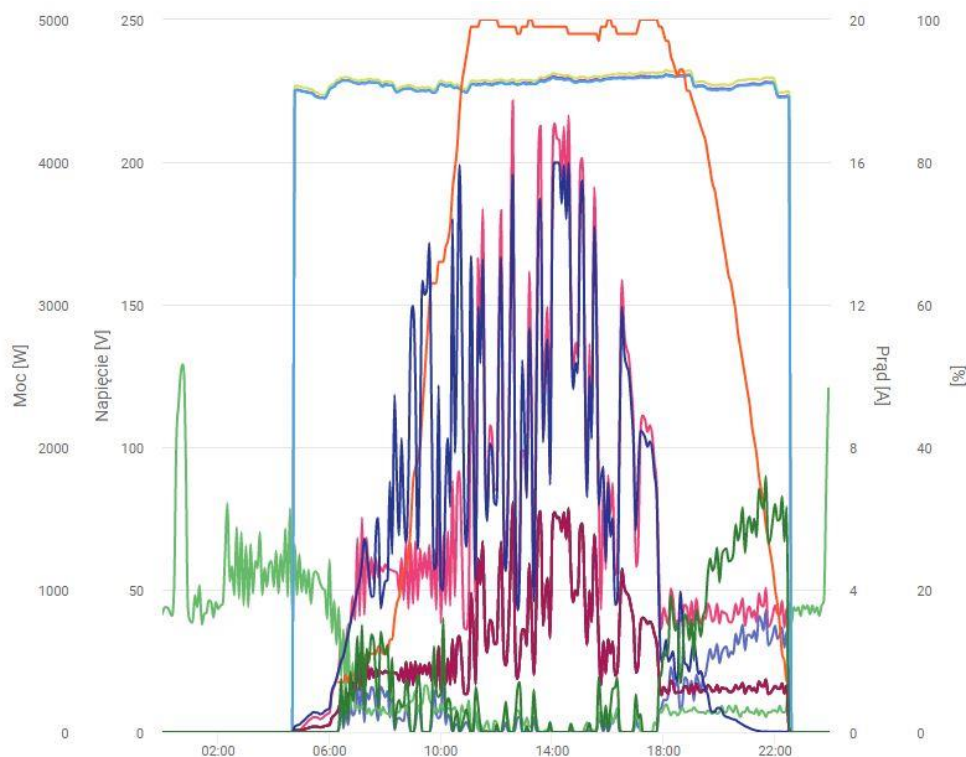
4

- a) System stringowy ze standardowym falownikiem kartą komunikacyjną z zastosowaniem inteligentnego licznika zintegrowanego z systemem komunikacji internetowej poprzez stronę www lub aplikację na smartphona.
- b) System stringowy z zastosowaniem optymalizatorów mocy na pojedynczym lub podwójnym module fotowoltaicznym. Charakter systemu zamkniętego z maksymalizacją uzysków, bezpieczeństwa i monitorowania pracy instalacji na poziomie modułu lub pary modułów fotowoltaicznych. Komunikacja i monitoring za pomocą strony www lub aplikacji na smartphona.
- c) System stringowy z zastosowaniem optymalizatorów mocy na pojedynczym lub podwójnym module fotowoltaicznym. Charakter systemu otwartego z maksymalizacją uzysków, bezpieczeństwa i monitorowania pracy instalacji na poziomie modułu lub pary modułów fotowoltaicznych. Komunikacja i monitoring za pomocą strony www lub aplikacji na smartphona.

1. Technologia monitoringu instalacji PV z zastosowaniem inteligentnego licznika

W standardowym układzie stringowym instalacji PV jesteśmy w stanie monitorować efektywność pracy danej instalacji na poziomie poszczególnych łańcuchów modułów. Monitoring uzyskujemy stosując inteligentny licznik umiejscowiony w punkcie zasilania lub w odgałęzieniu odbiorników, którego możemy użyć w celu uzyskania danych, informacji lub realizacji zadanych przez użytkownika zastosowań:

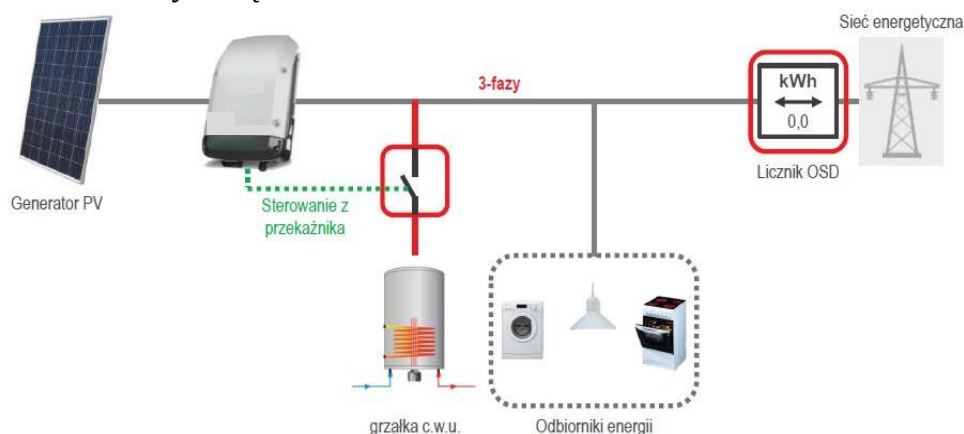
-lokalnego pomiaru produkcji oraz autokonsumpcji energii Wizualizacji przetworzonych danych i szczegółowych analiz, precyzyjnego zarządzania wprowadzaniem energii do sieci poprzez wykorzystanie odpowiedniej platformy wraz z licznikiem, pełniącym rolę analizatora sieci, pozwalającego uzyskać wykresy wskazowo-czasowe napięcia DC oraz AC, prądu dla poszczególnych faz, punktów poboru mocy aktualnego zapotrzebowania mocy, wartości cosinusa φ (składowej związanej z przesunięciem fazowym między pierwszą harmoniczną prądu i napięcia) czy napięcia akumulatora oraz poziomu jego naładowania (SOC) co pozwala dokładnie przeanalizować bilansowanie energetyczne instalacji:



Rys. 1 Przykładowy wykres Analizy Sieci

- Optymalizacji wykorzystania produkowanej energii, zarządzania wraz z jej ograniczeniem bądź przekazaniem dla obwodów gwarantowanych lub buforów ciepła (aktywna regulacja dla założonych progów „optymalizacja zużycia energii na własny użytek”)

Sterowanie przekazywaniem energii odbywa się za pomocą zintegrowanego systemu komunikacji w falowniku z wbudowanym przekaźnikiem sterującym stykami głównymi styczników w obwodach gwarantowanych bądź odbiornikach.

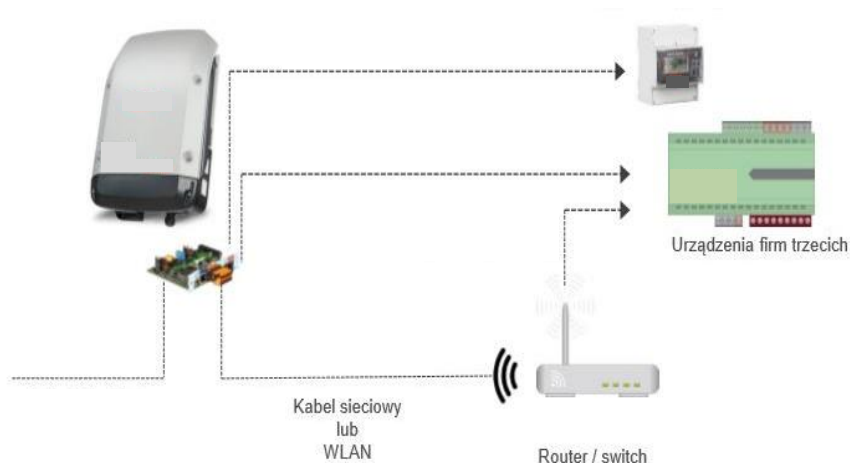


Rys. 2 Przykładowy schemat sterowania przekaźnikowego

- Pozwala on również na kompleksowe rozwiązania z magazynowaniem energii koordynując oraz optymalizując przepływ energii między instalacją fotowoltaiczną a baterią akumulatorów.

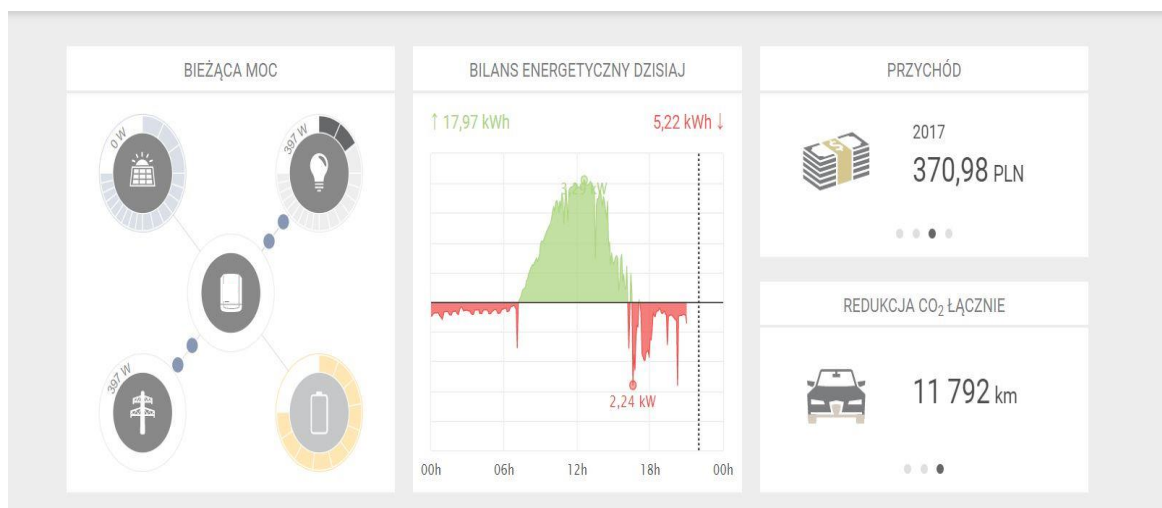
Licznik komunikuje się z falownikiem za pomocą uniwersalnego protokołu, będącym standardem otwartym służącym do zarządzania siecią urządzeń jak np. systemów sterowania temperatury wilgotności itp.

Falowniki posiadają protokół pozwalający na komunikację z urządzeniami firm trzecich pozwalając współpracować z nimi w zakresie kompatybilności ich monitoringu (tworząc wspólne środowisko).



Komunikacja i bieżący monitoring

Bezpłatna platforma internetowa do monitoringu - umożliwia śledzenie, analizowanie oraz porównywanie posiadanych instalacji fotowoltaicznych. Platforma pozwala na uzyskanie danych bieżących jak i archiwalnych, automatycznych porównań wydajności kilku falowników w założonym okresie czasu, automatyczne wykrywanie błędów oraz informowanie o nich użytkownika za pomocą raportu przekazanego drogą mailową. Platforma dysponuje również aplikacją na systemy mobilne do zdalnego monitoringu w każdym miejscu (komórka, tablet).



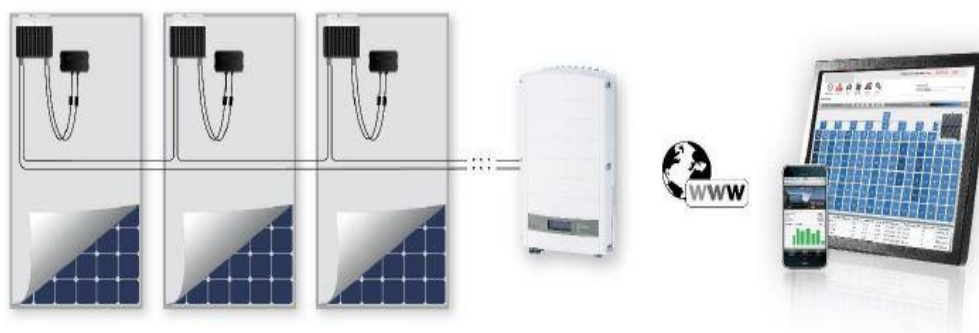
Rys.1 Przykładowe zastosowanie platformy internetowej do monitoringu instalacji PV

Platforma dysponuje również bazą tworzonych na bieżąco danych, które mogą być wykorzystywane dla indywidualnych analiz danych :

- Moc (również mierzona na pojedynczym MPPT falownika) otrzymywanej na bieżąco z produkcji fotowoltaicznej , napięciu po stronie DC jak i AC również z uwzględnieniem dla danych faz oraz w punktach MPPT falowników , prądach uwzględnionych na poszczególnych fazach , mocach oddanych do akumulatora, sieci
- Zużycia energii na potrzeby własne (mocy pobranej z akumulatora, sieci), jak również na potrzeby kontroli kosztów energii (zużycia bezpośredniego).

2. Zastosowanie systemu monitoringu z wykorzystaniem optymalizatorów

System ten względem tradycyjnej instalacji fotowoltaicznej, odznacza się tym iż pozwala nam na monitorowanie poszczególnych modułów w łańcuchach, obrazując uzyski energetyczne z dokładnością dzienną uwzględniając mniej wydajne moduły równocześnie zajmując się ich optymalizacją. Sygnalizując powstałe zakłócenia oraz błędy, które mogą być sprawniej rozpoznawane i usuwane w stosunkowo krótkim okresie czasu zapobiegając przestojom pracy instalacji równocześnie minimalizując koszty eksploatacji oraz serwisu. Pozwala on na swobodę w projektowaniu, poprzez możliwość wykorzystania miejsc, w których pojawia się ryzyko powstania zacienienia pozwalając na dobranie elastycznej konfiguracji wraz z pełnym wykorzystaniem dachu wraz z jego zacienionymi częściami, różnych mocach w jednym łańcuchu czy rozmieszczeniu połączonych modułów na różnych połaciach dachu.



Rys. 1 Przykładowy schemat instalacji z wykorzystaniem optymalizatorów

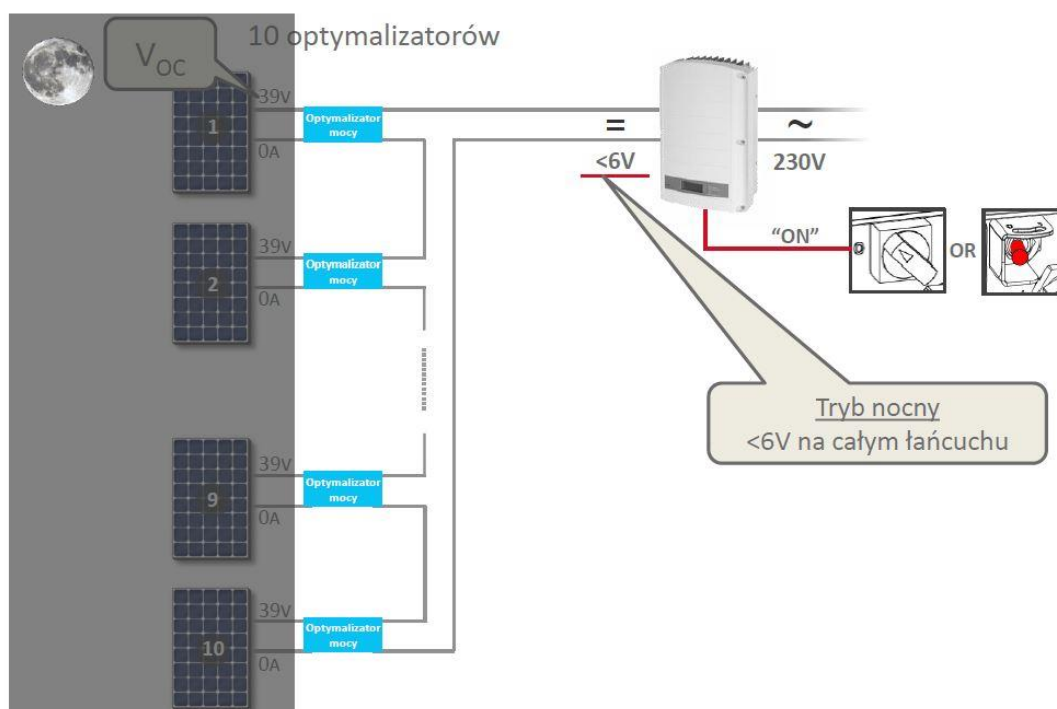
System składa się z uproszczonego falownika oraz połączonych modułów wraz z optymalizatorami mocy, które pełnią rolę indywidualnych przetworników elektrycznych maksymalizujących energię z każdego modułu komunikując się z bazującą na chmurze platformą monitorującą pracę instalacji. Posiada on również zabezpieczenia DC, które zapobiega pożarom (poprzez wyłączanie falownika przy zbyt wysokiej temperaturze, aktywnego unikania łuków elektrycznych) jak i obniżaniu napięcia stałego do bezpiecznego poziomu, kiedy falownik jest wyłączony (np. w celu przeprowadzania prac konserwacyjnych w instalacji bądź dokonywania przeglądów).

Jednym z zadań optymalizatora jest śledzenie punktu MPP (z ang. Maximum Power Point – maksymalny punkt mocy) składającego się z iloczynu prądu oraz napięcia , w którym wytwarzana jest największa moc , gdzie w przypadku zwykłych systemów najsłabsze ogniwo (występujący w nim najniższy prąd) wyznacza uzysk energii w całym łańcuchu.

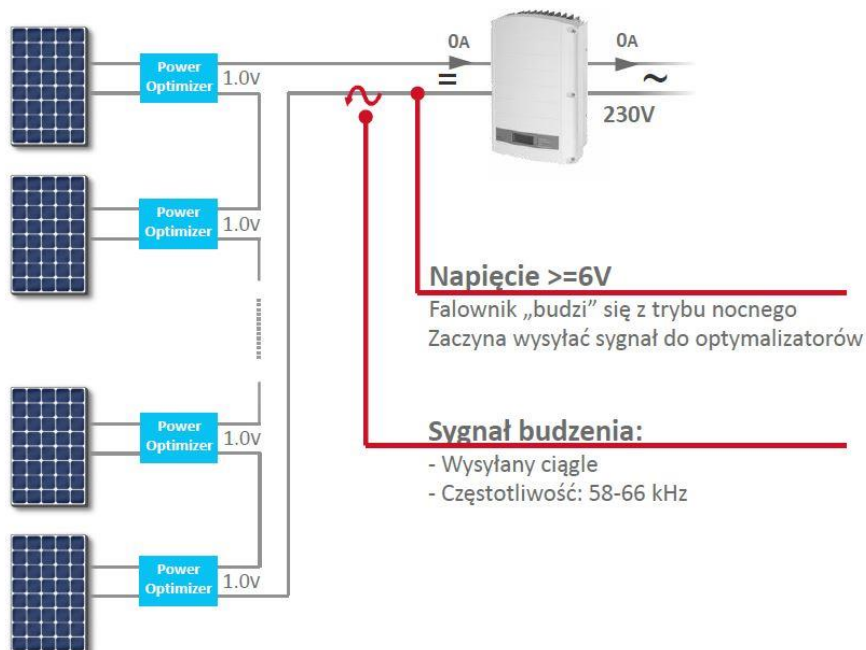
Pozwala to na dopasowanie krzywej Prądowo-Napięciowej na poziomie poszczególnego modułu pomijając straty powstałe przez możliwe zacienienia, zabrudzenia, zaniżenia efektywności modułów (wynikających z procesu starzenia się bądź ich różnych temperatur) nie zmniejszając mocy pozostałych modułów w łańcuchu oraz generując maksymalną możliwą moc.

System może posiadać różne tryby pracy:

1. Tryb Nocny – utrzymuje poziom bezpiecznego napięcia na całym łańcuchu modułów wynoszącym $>6V$.

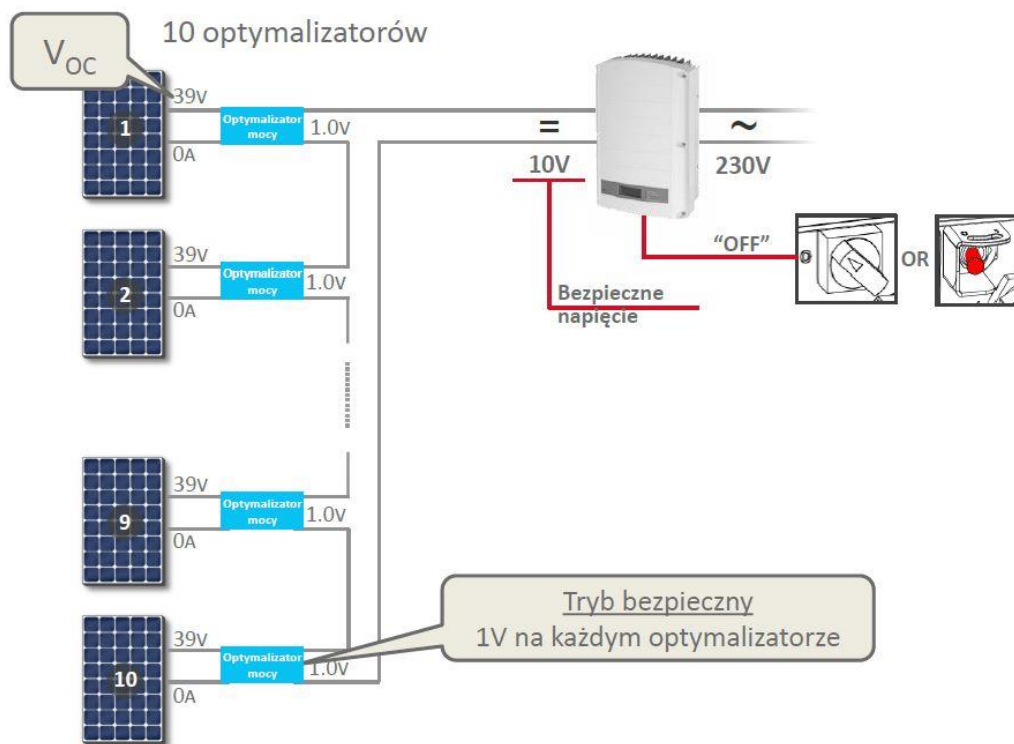


2. Tryb Budzenia – przy napięciu \geq falownik „budzi” się z trybu nocnego wysyłając sygnał ciągły o częstotliwości 58-66 kHz przygotowując instalację do rozpoczęcia pracy

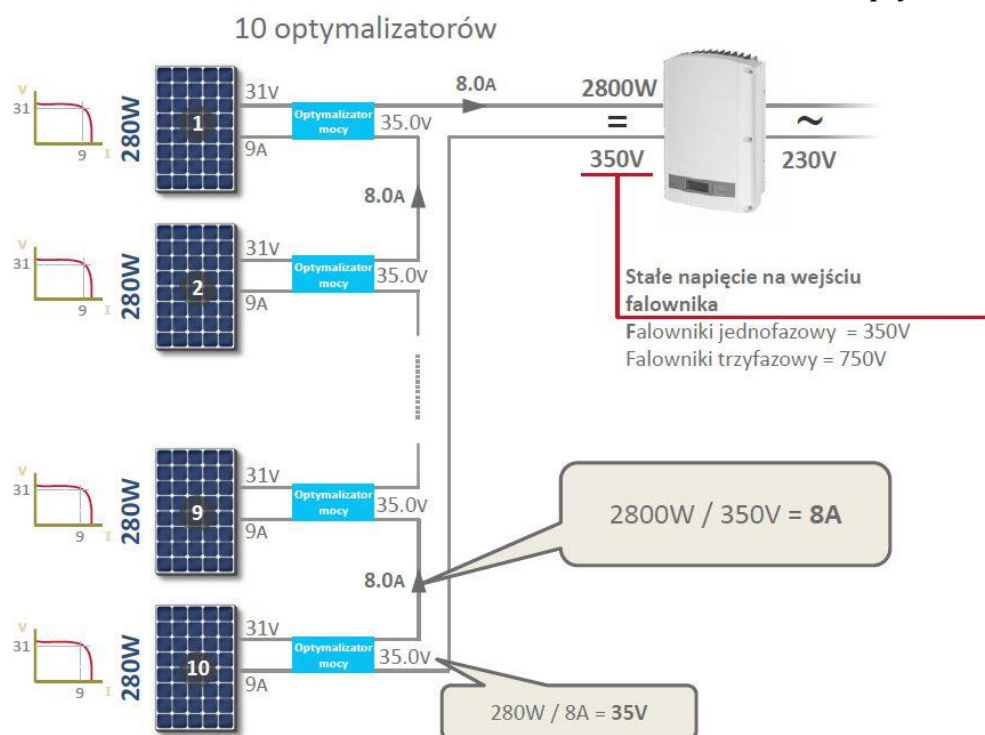


10

3. Tryb Bezpieczny – następuje po wyłączeniu falownika bądź wyłącznika przeciwpożarowego skutkuje on obniżeniem napięcia na każdym łańcuchu do wartości 1V

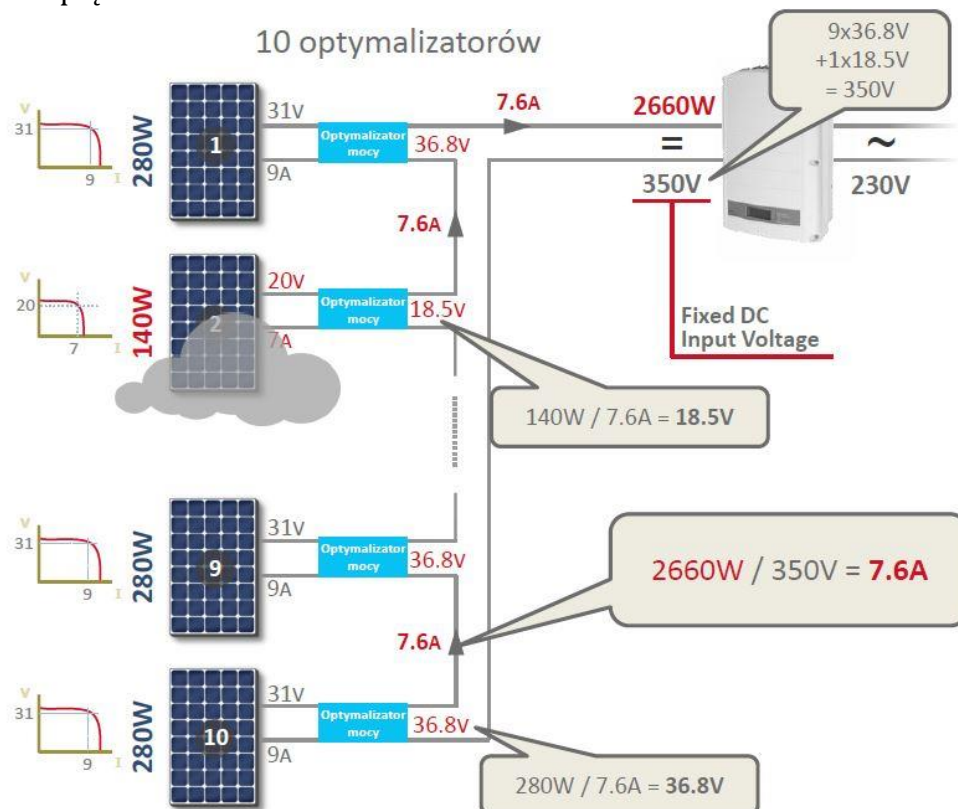


4. Tryb normalnej pracy - w normalnych warunkach bez konieczności zastosowania optymalizacji

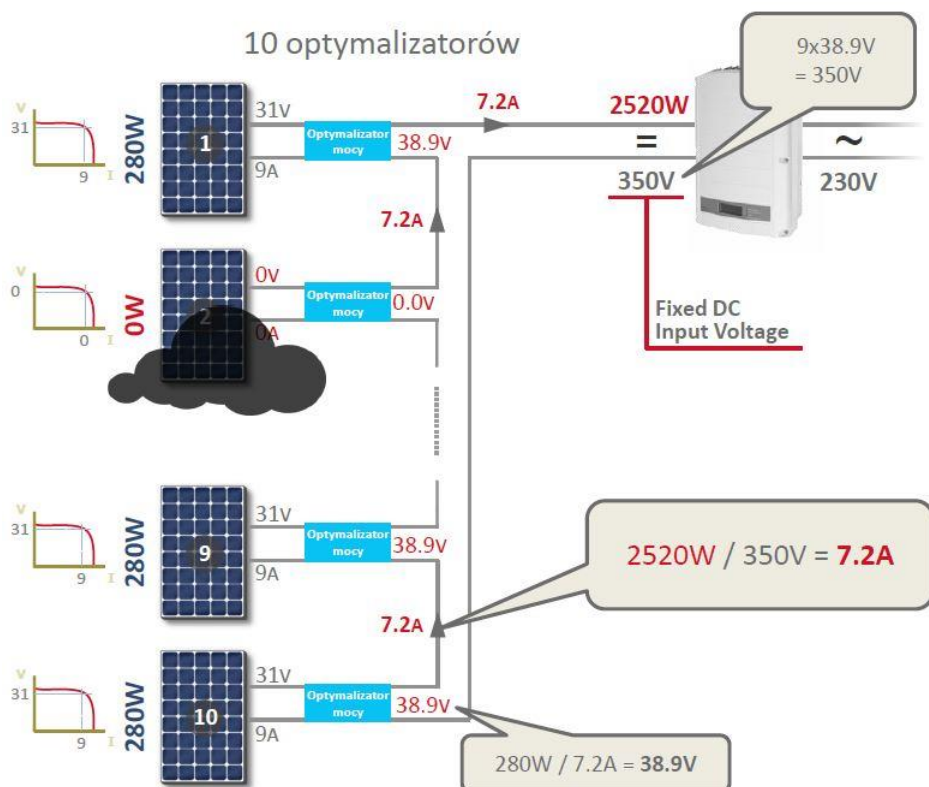


11

5. Tryb pracy przy zaciemnionym module – w tym trybie optymalizatory utrzymują na pozostałych modułach maksymalne możliwe wartości prądu oraz napięcia



6. Tryb przy wyłączonym module (maksymalnie zacięnionym) – wyłączony moduł zostaje „pominięty w łańcuchu”



Sposób montażu optymalizatorów mocy:



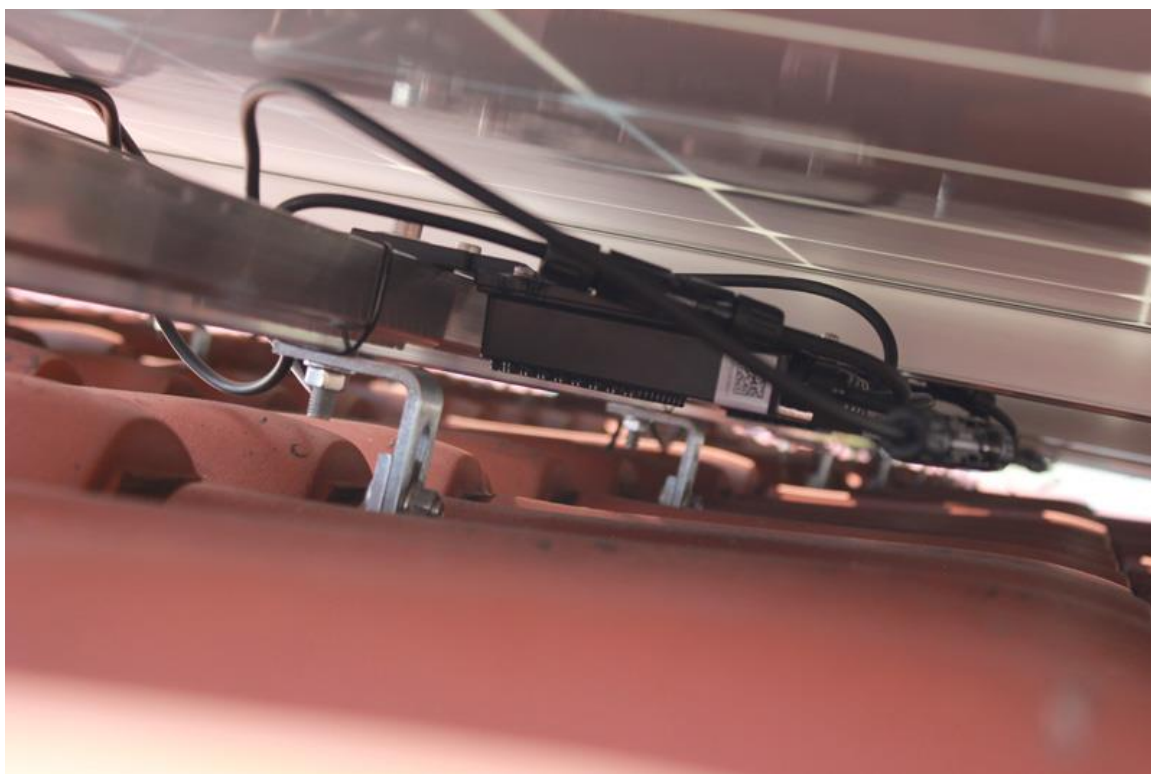
Rys. 1 Połączenie szeregowe optymalizatorów.



Rys. 2. Montaż optymalizatora do szyny montażowej.



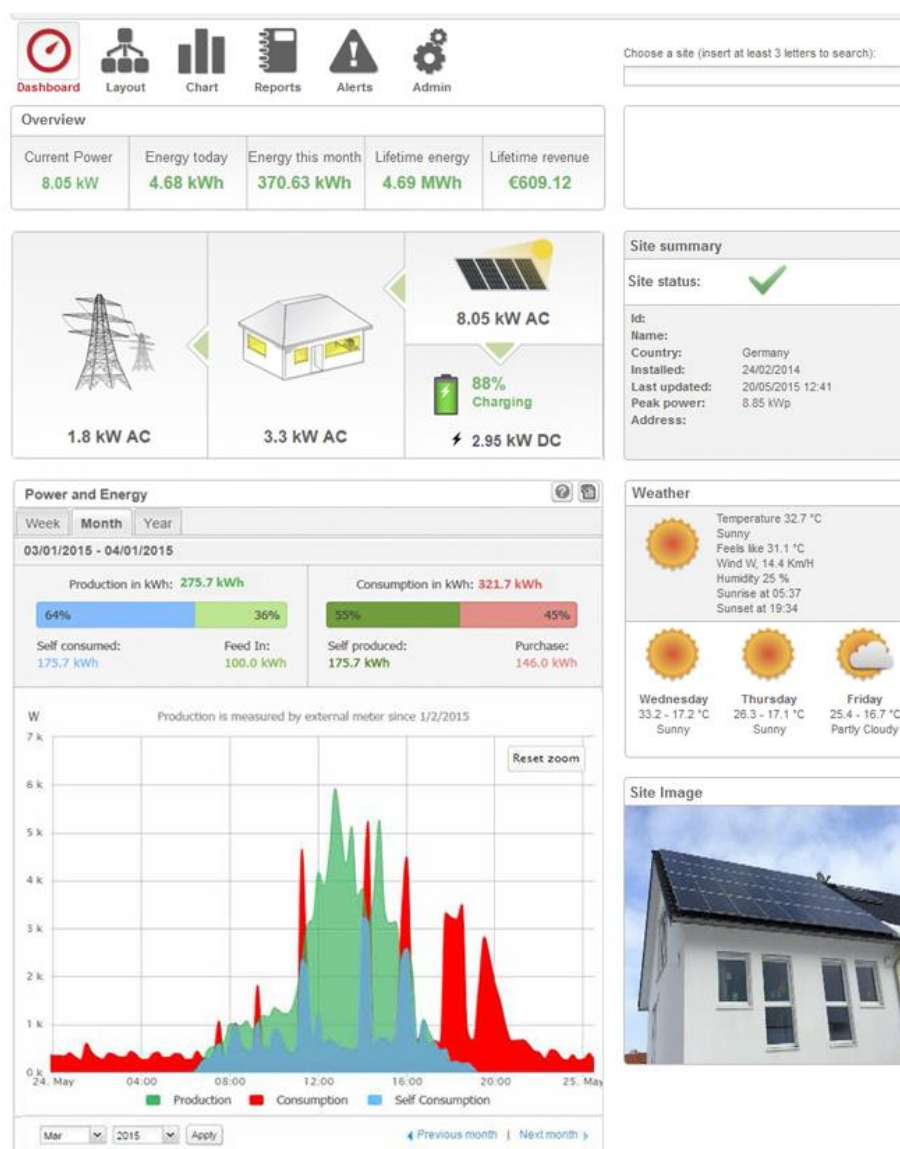
Rys. 3 Sposób podłączenia optymalizatora z modułem PV.



Rys. 4. Widok optymalizatora pod modułem PV.

Komunikacja i bieżący monitoring.

Platforma Monitorowania – jest platformą osadzoną na „chmurze” zapewnia monitorowanie wydajności na poszczególnych łańcuchach modułów obrazując również optymalizację. Platforma daje możliwość monitoringu systemów dla obiektów mieszkalnych jak i systemów komercyjnych. Zapewnia również zdalny monitoring za pomocą odpowiedniej aplikacji.

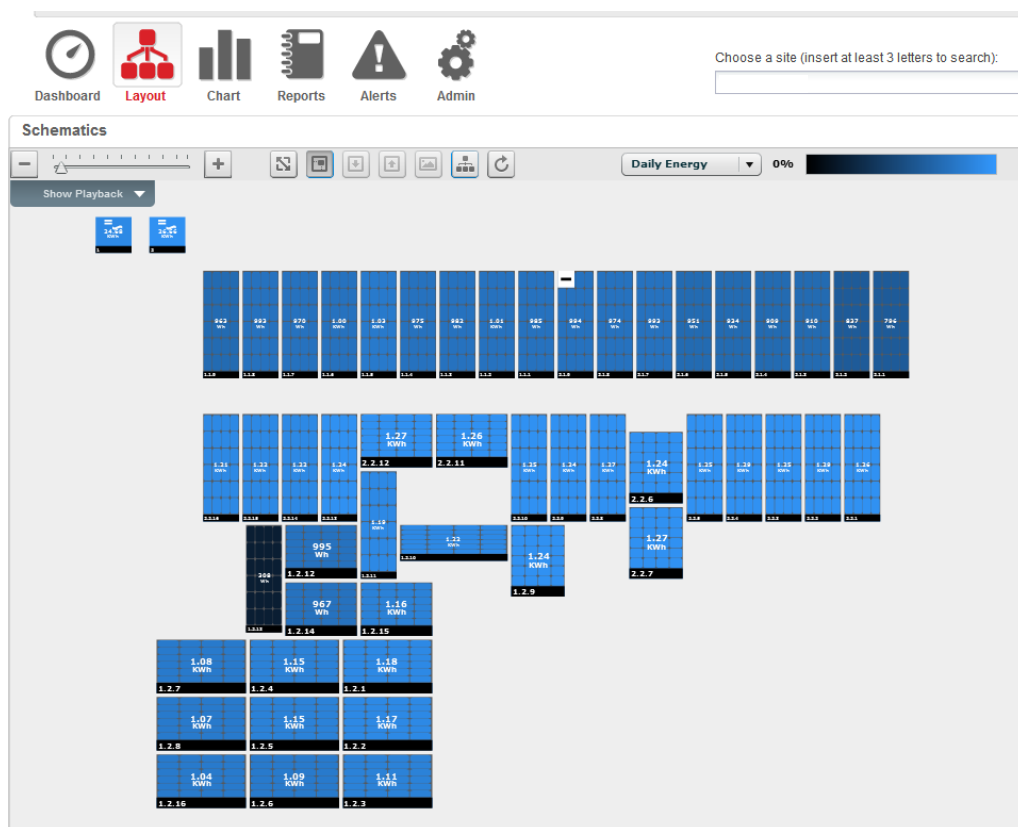


Rys 1. Przykładowe wykorzystanie platformy monitorowania.

System monitoringu pozwala na :

- Śledzenie wydajności technicznej jak i finansowej jednego bądź wielu systemów solarnych obsługiwanych przez użytkownika
- Ukazaniu lokalizacji systemów na mapie
- Przedstawieniu zebranych danych wraz z ich historią, dla celów porównawczych
- Przedstawieniu analizy usterek jak i generowaniu raportów z uwzględnieniem możliwych przyczyn
- Wysyłaniu alertów o przekroczeniu ustalonych krytycznych progów na pocztę elektroniczną
- Ukazaniu wizualizacji pracy systemu solarnego, uzyskanej mocy w danym fragmencie czasu poprzez płynne przedstawienie (np. od świtu do zmierzchu ukazując zacienienia)
- Wizualizację w formie prezentacji dla budynków użyteczności publicznej
- Przedstawieniu danych z 12 miesięcy w rozdzielczości 10 minutowej.

16



Rys. 2 Ukazanie bieżącej produkcji prezentacji cieni oraz zakłóceń pracy z wykorzystaniem monitoringu

3. Technologia wyposażona w optymalizatory działające w systemie otwartym.

Technologia optymalizatorów jest uniwersalnym rozwiązaniem, które pozwala na zastosowanie jej wraz ze wszystkimi dostępnymi falownikami oraz modułami fotowoltaicznymi. System jest systemem otwartym, tworzącym wokół wszystkich elementów wspólne środowisko komunikacyjne. Tym sposobem otrzymujemy maksymalne uzyski w postaci energii relatywnie stosunkowo niskim kosztem.

Pozwala ona na dostosowanie doboru podzespołu dla indywidualnych potrzeb instalacji, które w stosunkowo prosty i łatwy sposób mogą być integrowane z modułem fotowoltaicznym. Oferowane rozwiązanie pozwala na zastosowanie optymalizatora tylko w miejscach, gdzie moduły są zacienione lub grozi im spadek uzysku.

17



Rys. 1 Przykładowe zastosowanie optymalizatorów

Optymalizatory komunikują się z odpowiednią platformą w chmurze za pomocą bramki komunikacyjnej podłączonej do jednostki zarządzającej.

Zacienienie



Zacienienie + Monitoring



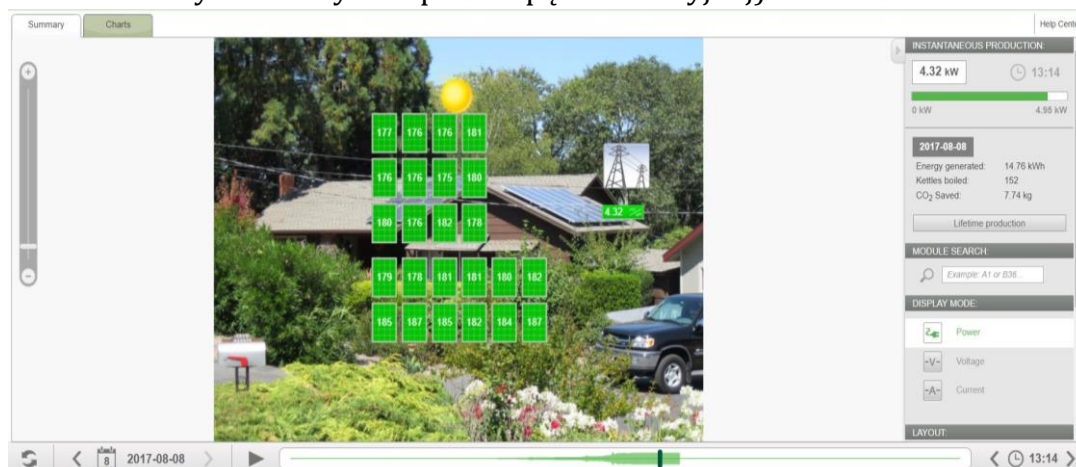
Rys. 1 Przykładowe zastosowanie systemu optymalizacji

System zapewnia niezawodną łączność z siecią bezprzewodową każdego inteligentnego modułu fotowoltaicznego, maksymalnie komunikując się ze 120 modułami oraz połączeniem z innymi bramkami, zapewnia wzmocnienie sygnału w przypadku awaryjnego rozłączenia instalacji.

Komunikacja i bieżący monitoring.

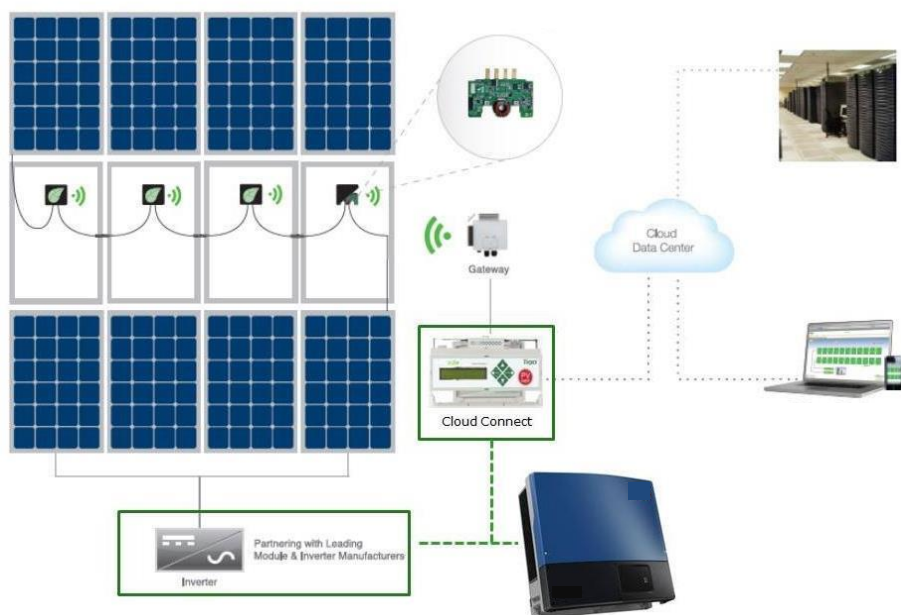
Platforma monitoringu – zapewnia ona monitorowanie systemu solarnego na poziomie poszczególnych modułów zapewniając najwyższej klasy dokładność. Ukazuje ona łatwe zidentyfikowanie problemów dotyczących instalacji takich jak :

- Awaria diód w modułach bądź dołączonych do systemu optymalizerach.
- Możliwe zacienienie modułów , zabrudzenie obniżające sprawność poszczególnych modułów w łańcuchu.
- Identyfikuje możliwe błędy instalatora w okablowaniu popełnione podczas montażu (zła jakość wykonanych połączeń, błędna polaryzacja, ukazanie strat mocy zaistniałych w postaci pętli indukcyjnej).



Rys. 1 Monitoring instalacji (ukazanie mocy na poszczególnych modułach w trakcie pracy instalacji).

Platforma monitoringu pozwala na analizę wartości takich jak: napięcie, moc i wartość płynącego prądu na poszczególnych modułach zintegrowanych z systemem. Oprogramowanie pozwala na informowaniu użytkownika o zaistniałych problemach poprzez wysyłanie raportów i alertów pocztą elektroniczną lub wiadomością SMS. Alarmy uruchamiane są w przypadku przekroczenia krytycznych progów założonych przez właściciela instalacji bądź instalatora. Pozwala to unikać przestojów w pracy systemów oraz zapobiegać występowania awarii.



Rys.2 Przykładowy schemat instalacji z zastosowaniem monitoringu

Podsumowanie

Zastosowanie w instalacji optymalizatorów mocy to obecnie najbardziej efektywny system monitoringu instalacji fotowoltaicznej zapewniający zwiększenie uzysków instalacji na poziomie 15% względem tradycyjnego rozwiązania inwerterowego. Dzięki możliwości monitorowania pracy poszczególnego modułu (lub dwóch) daje to olbrzymią możliwość bieżącego przeglądu pracy instalacji, reagowania w przypadku występowania wad i błędów na poziomie modułu i połączeń kablowych.

Dzięki zastosowaniu nowoczesnych sposobów komunikacji internetowej mamy możliwość bieżącego podglądu pracy instalacji, danych historycznych i możliwością dokonywania złożonych analiz związanych z produkcją i zużyciem energii elektrycznej. Jest to obecnie najlepsze dostępne rozwiązanie na rynku.