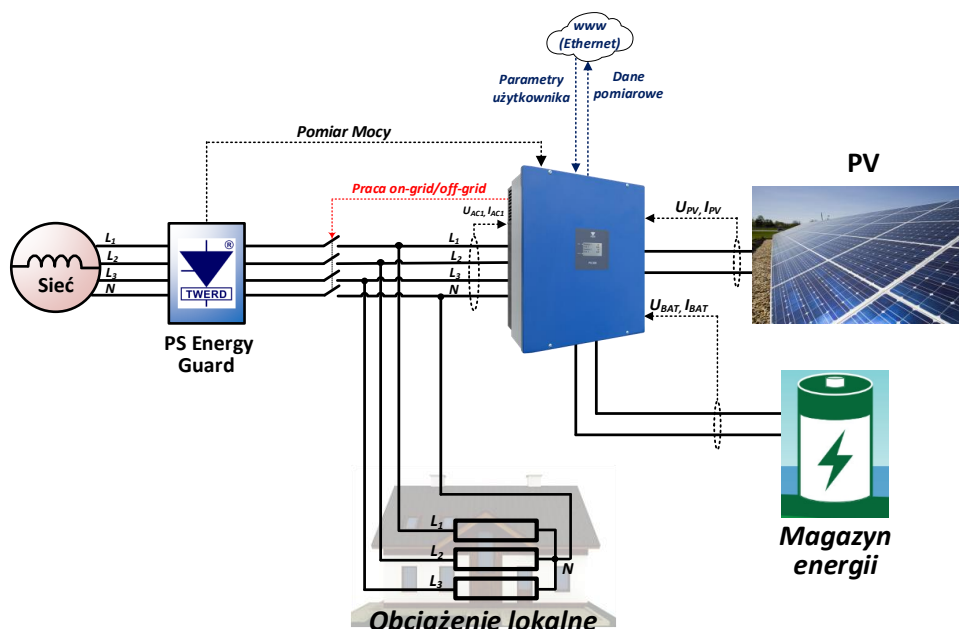


## Aktywne zarządzania mocą poprzez moduł PS Energy Guard

Obecnie coraz powszechniejsze staje się zastosowanie modułów magazynowania energii w przydomowych instalacjach fotowoltaicznych, pozwalających stworzyć rozproszony system użytkowania energii elektrycznej. Rozwiązaniem, dzięki któremu możliwe jest aktywne zarządzanie energią w takim systemie, składającym się z instalacji odnawialnych źródeł energii (OZE), magazynu energii oraz dodatkowych urządzeń wykonawczych w postaci np. ładowarki pojazdów elektrycznych, jest moduł pomiarowy **PS Energy Guard**. Moduł, zaznaczony na schemacie na rys. 1, służy do monitorowania bilansu energii w punkcie przyłączenia (PPE), a poprzez komunikację z urządzeniami wykonawczymi (przekształtnikami) umożliwia realizację różnych scenariuszy ich pracy dotyczących wykorzystania dostępnej energii elektrycznej.

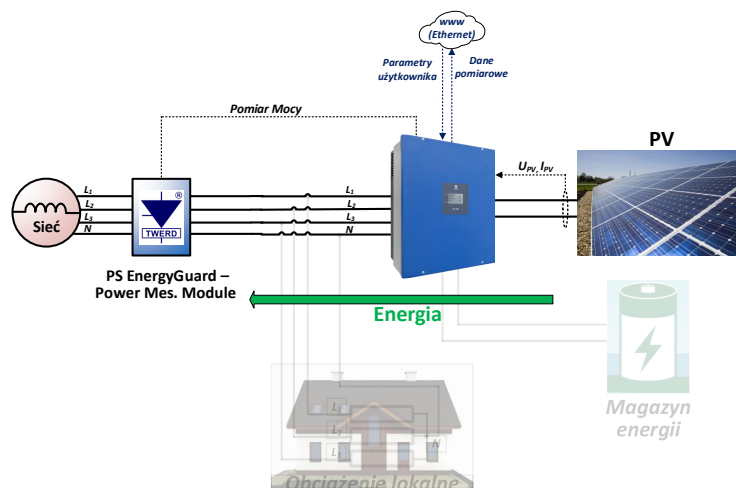


Rys. 1. System rozproszony składający się z instalacji fotowoltaicznej oraz magazynu energii, z wydzielonym obciążeniem lokalnym wykorzystujący moduł pomiarowy PS Energy Guard

Modułu **PS Energy Guard** może zostać wykorzystany w trybach pracy „on-grid” oraz „off-grid”. W trybie „on-grid” urządzenia wykonawcze oraz obciążenie lokalne są podłączone do sieci zasilającej. W ramach tego trybu możliwe jest zarządzanie energią w celu minimalizacji jej zużycia z sieci, utrzymywania mocy chwilowej pobieranej z sieci na zadanym poziomie (tak, aby go nie przekroczyć) oraz optymalizacja wykorzystania energii dostępnej z OZE (np. instalacji PV). W trybie pracy „off-grid” obciążenie lokalne oraz instalacja OZE wraz z magazynem energii pracują odłączone od sieci zasilającej. W tym trybie priorytetem jest zasilanie odbiorów lokalnych energią dostępną z OZE oraz magazynu energii, opcjonalnie nadwyżki energii mogą służyć do ładowania magazynu. Dzięki zastosowaniu modułu **PS Energy Guard** możliwe jest przełączanie się między trybami pracy bez przerwy w zasilaniu odbiorów lokalnych. W zależności od konfiguracji systemu można wyróżnić następujące tryby i scenariusze pracy.

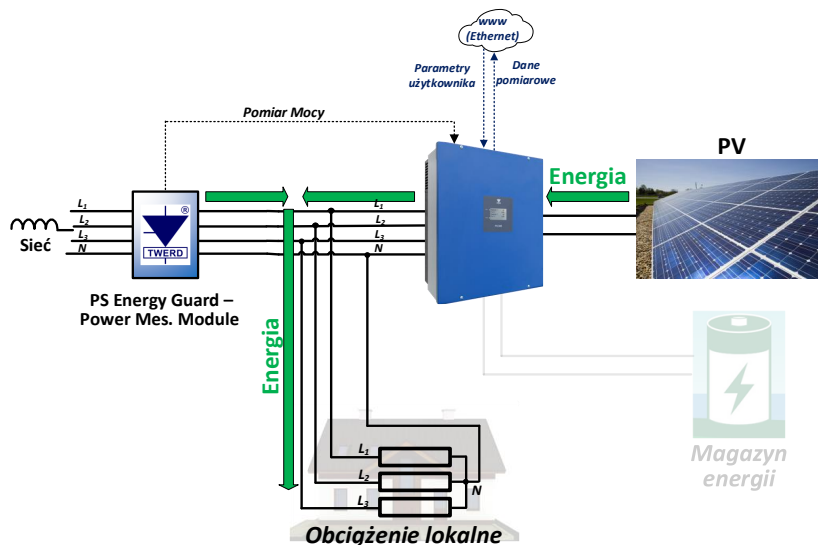
## I. Praca w trybie „on-grid”

- a. Generacja energii do sieci zasilającej – w tym trybie energia wyprodukowana przez instalację OZE (np. PV) przekazywana jest do sieci zasilającej. Użytkownik ma możliwość określenia mocy przyłącza i poziomu maksymalnej mocy pochodzącej z OZE, która może być oddawana do sieci i nie może zostać przekroczona. Ponadto dostępny jest ciągły monitoring stanu pracy instalacji i podgląd wyprodukowanej energii.

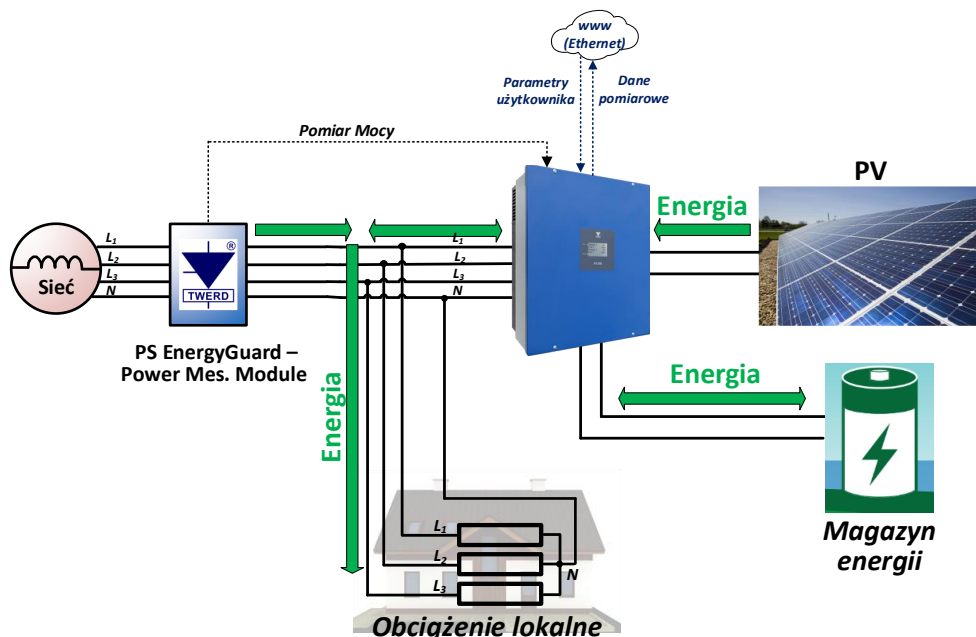


Rys. 2. Konfiguracja systemu w trybie „on-grid” umożliwiająca generację energii do sieci zasilającej

- b. Minimalizacja zużycia energii elektrycznej – w tym trybie monitorowany jest poziom energii pobieranej z sieci, a system zarządzany jest w taki sposób, aby w miarę dostępnej energii z OZE (i baterii) minimalizować zużycie energii z sieci elektroenergetycznej. Konfigurację takiego systemu przedstawiono na rys. 3. Układ może zostać rozszerzony w moduł magazynu energii. Konfigurację takiego systemu przedstawiono na rys. 4. W takim układzie magazyn energii pełni rolę bufora, do którego przekazywany jest nadmiar energii pochodzącej z instalacji PV lub który zasila obciążenie lokalne w chwilach zwiększonego zapotrzebowania.

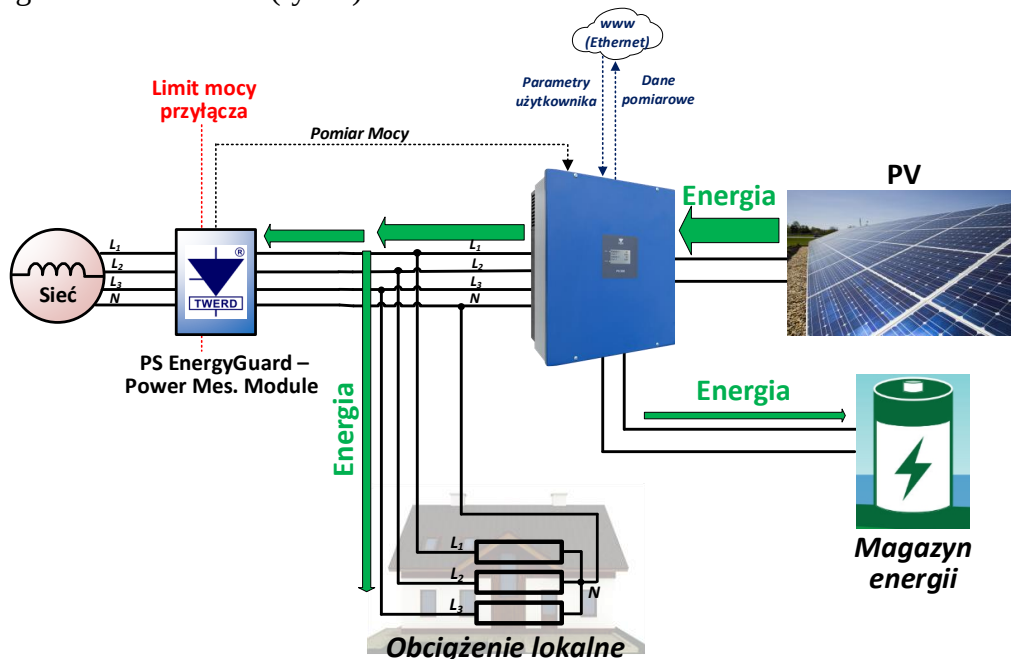


Rys. 3. Konfiguracja systemu w trybie „on-grid” umożliwiająca minimalizację poboru energii elektrycznej w oparciu o odczyty PS Energy Guard



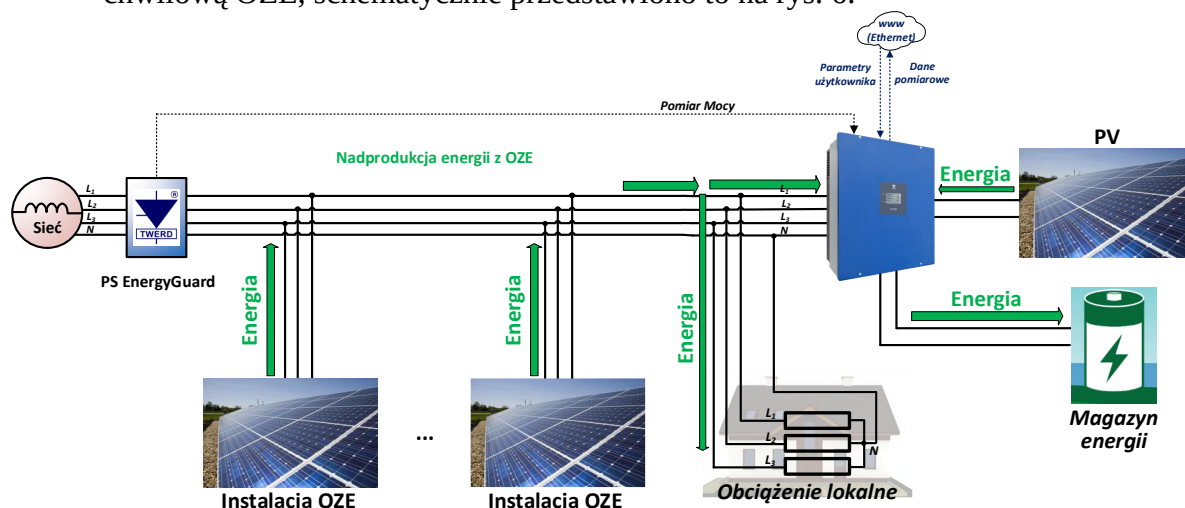
Rys. 4. Konfiguracja systemu w trybie „on-grid” umożliwiająca minimalizację poboru energii elektrycznej w oparciu o odczyty PS Energy Guard wspierana magazynem energii

- c. Limitowanie mocy przyłącza – kolejnym scenariuszem pracy w trybie „on-grid” jest limitowanie mocy chwilowej pobieranej przez obciążenie lokalne (np. ładowarkę EV) lub oddawanej przez instalację OZE w zależności od mocy przyłącza użytkownika. W chwili produkcji energii z OZE przekraczającej dopuszczalną moc przyłącza i zapotrzebowanie odbiorów lokalnych dostępna energia wykorzystywana jest do ładowania magazynu energii, lub ostatecznie ograniczana jest energia generowana z OZE (rys. 5).



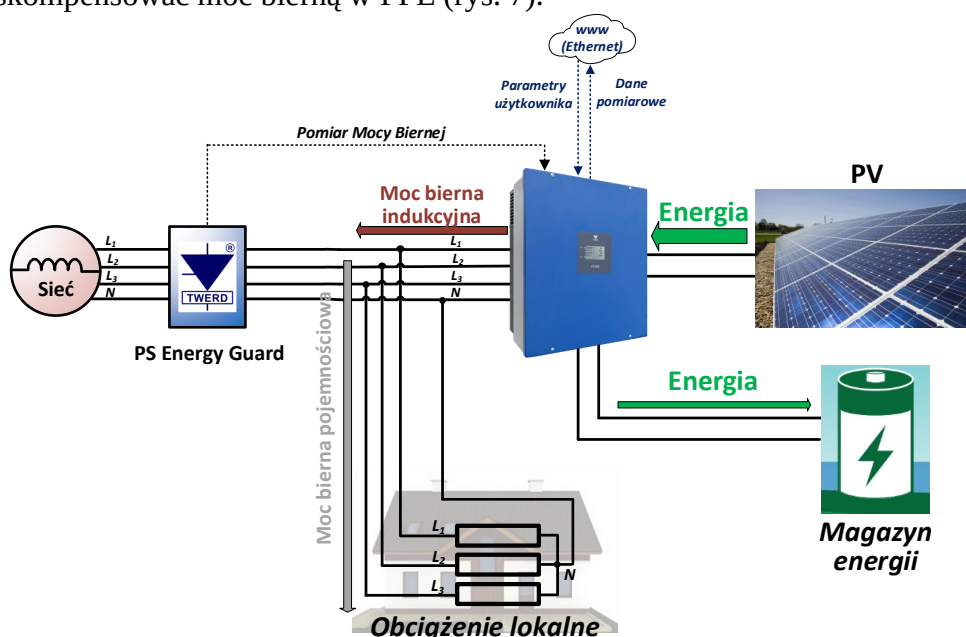
Rys. 5. Konfiguracja systemu w trybie „on-grid” realizująca limitowanie mocy przyłącza w oparciu o odczyty PS Energy Guard, wspierane magazynem energii

- d. Optymalizacja wykorzystania energii z OZE (stabilizacja sieci) – w kolejnym scenariuszu moduł **PS Energy Guard** monitoruje jakość napięcia po stronie sieci elektroenergetycznej. W chwili nadprodukcji energii z OZE, w celu zapobiegnięcia konieczności wyłączenia się instalacji OZE z powodu podniesienia się napięcia sieci lub wzrostu jej częstotliwości układ może zwiększyć obciążenie (poprzez załączenie odbiorów lokalnych i/lub modułu magazynowania energii) oraz ograniczyć moc chwilową OZE, schematycznie przedstawiono to na rys. 6.



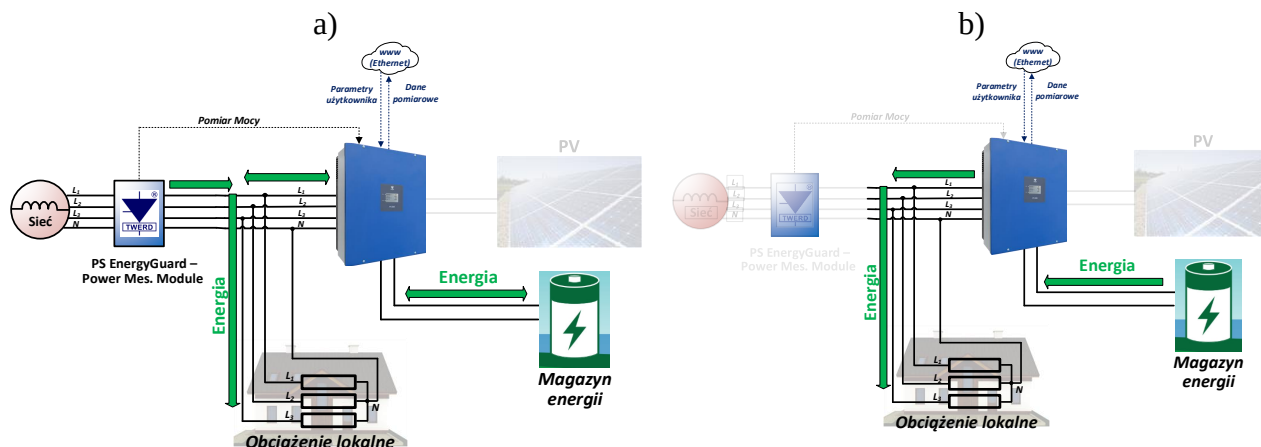
Rys. 6. Konfiguracja systemu w trybie „on-grid” realizującego optymalizację wykorzystania energii z OZE w oparciu o odczyty PS Energy Guard

- e. Kompensacja mocy biernej (PV+ magazyn) – kolejną funkcjonalnością realizowaną przez moduł **PS Energy Guard** jest pomiar mocy biernej w punkcie przyłączenia PPE. Informacja o przekroczeniu mocy biernej przekazywana jest do inwertera OZE, który zadaje odpowiednią moc bierną (pojemnościową lub indukcyjną), tak aby skompensować moc bierną w PPE (rys. 7).



Rys. 7. Kompensacja mocy biernej dzięki zastosowaniu modułu PS Energy Guard

- f. Pracę w trybie awaryjnego zasilania (UPS) – w tym trybie obciążenie lokalne zasilone jest z sieci, podobnie jak bateria, która może być okresowo rozładowywana w celu utrzymywania jej parametrów pracy (rys. 8a). W chwili zaniku napięcia sieci obciążenie lokalne zasilane jest z magazynu energii do momentu powrotu napięcia zasilającego lub rozładowania baterii (rys. 8b).

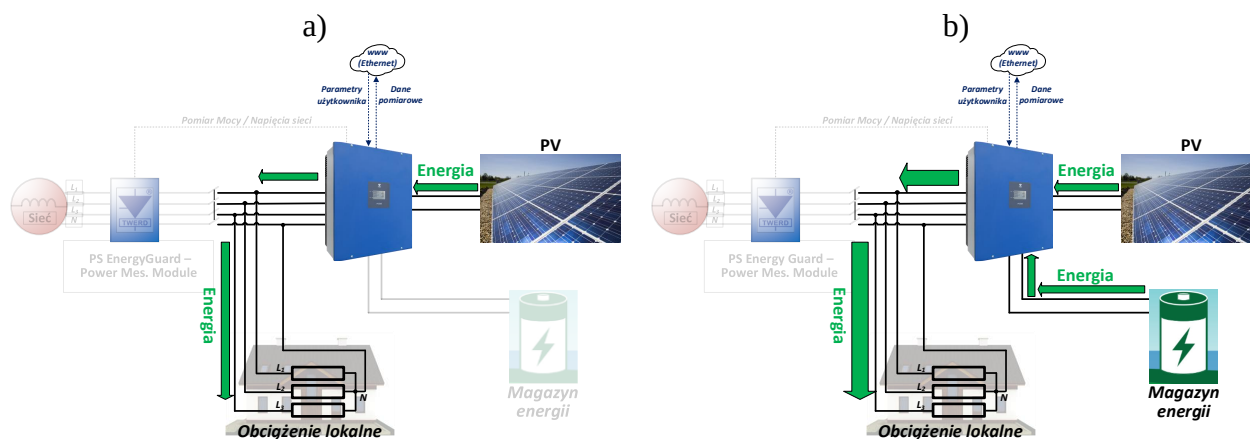


Rys. 8. Praca z magazynem energii w trybie awaryjnego zasilania

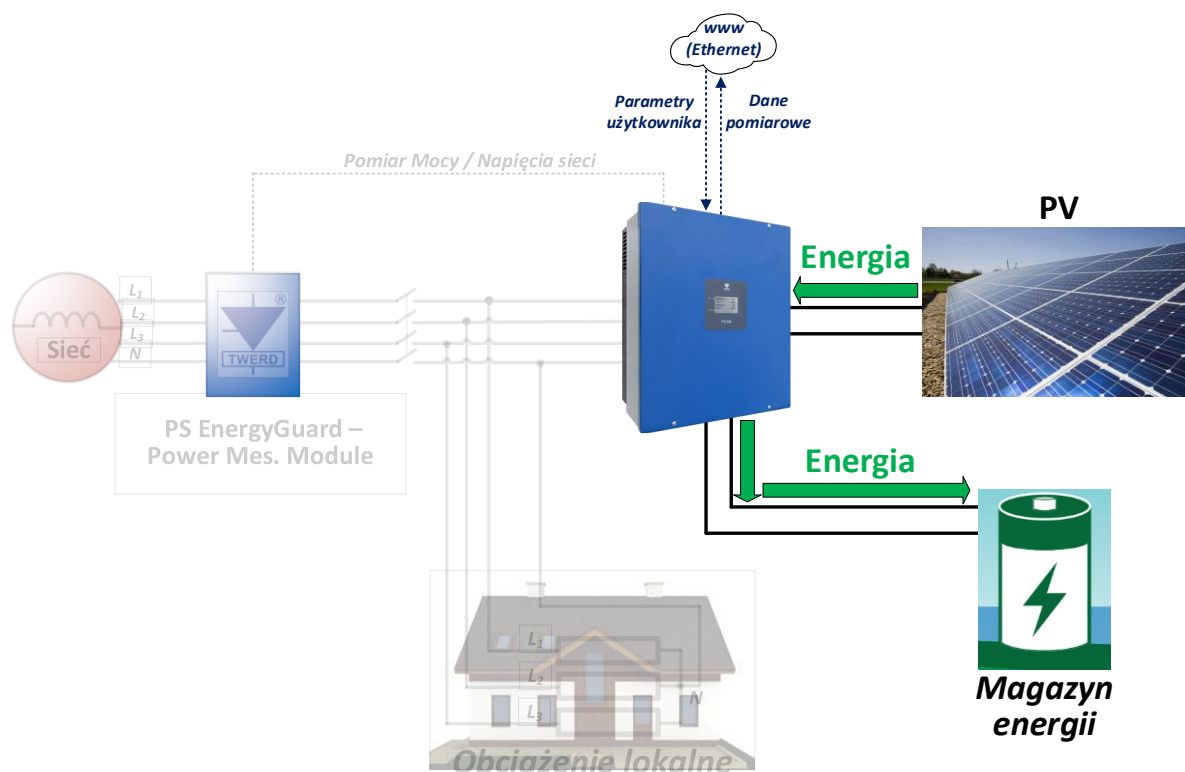
## II. Praca w trybie „off-grid”

Zasilanie odbiorów lokalnych – w tym trybie pracy obciążenie lokalne oraz inwerter są odłączone od sieci zasilającej, a w zależności od konfiguracji układu priorytetem jest zasilanie odbiorów lokalnych. Może się to odbywać przy wykorzystaniu energii dostępnej z OZE (rys. 9a) opcjonalnie wsparte magazynem energii (rys. 9b).

Opcjonalnie możliwa jest również konfiguracja systemu, gdzie energia dostępna z OZE wykorzystywana jest na potrzeby ładowania magazynu energii. Taką konfigurację układu przedstawiono na rys. 10.



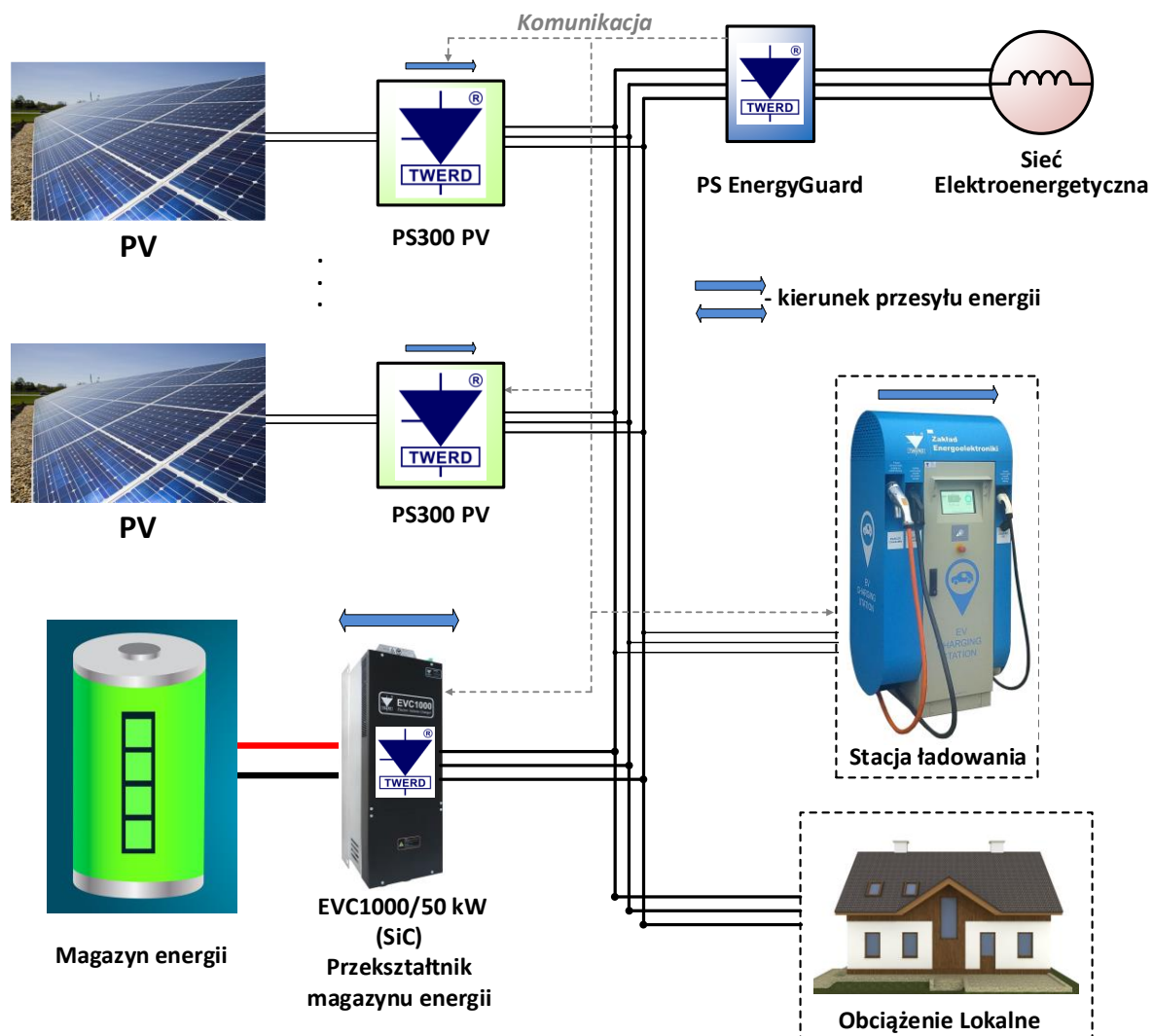
Rys. 9. Konfiguracja systemu pracującej bez sieci zasilającej, gdzie priorytetem jest zasilanie odbiorów lokalnych w przypadku: a) pracy z OZE, b) wsparcia układu magazynem energii



Rys. 10. Konfiguracja systemu na potrzeby ładowania magazynu energii przez OZE

### III. Praca w złożonych systemach z przemysłowymi magazynami energii i stacjami ładowania pojazdów elektrycznych

Moduł **PS Energy Guard** może również zostać zastosowany w złożonych systemach rozproszonych z zainstalowanymi magazynami energii oraz układami ładowania pojazdów elektrycznych. Dzięki aktywnemu pomiarowi mocy w punkcie przyłączenia (PPE) możliwe jest wsparcie procesu ładowania pojazdu elektrycznego energią z magazynu, co pozwala na uzyskanie dużej mocy ładowania przy ograniczonej mocy przyłącza. Możliwe jest również wykorzystanie dostępnej energii OZE na potrzeby ładowania magazynu energii oraz pojazdów, co pozwala na minimalizację poboru energii z sieci elektroenergetycznej. Przykładową konfigurację takiego systemu przedstawiono na rys. 11.



Rys. 11. Złożony system rozproszony z modulem pomiarowym PS Energy Guard oraz urządzeniami wykonawczymi produkcji ZE TWERD Sp. z o.o.

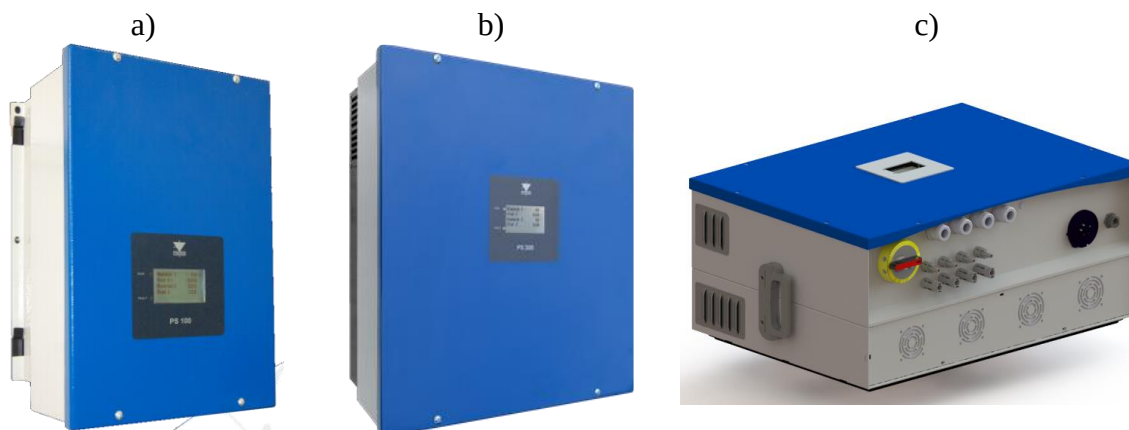


Rys. 12. Widok modułu pomiarowego PS Energy Guard (szerokość DIN-9).



Budowa systemu rozproszonego wykorzystującego energię z OZE oraz magazyn energii jest możliwa dzięki zastosowaniu urządzeń wykonawczych (inwerterów, przekształtników) produkcji ZE TWERD Sp. z o.o. W swojej ofercie firma ma następujące urządzenia:

- **PS100** to rodzina inwerterów jednofazowych, o mocach od 1 do 5,5 kW, dedykowanych do współpracy z instalacjami fotowoltaicznymi (PV), generatorami wiatrowymi (WT) oraz układami hybrydowymi (PV + WT). Inwertery posiadają jeden lub dwa niezależne trackery MPPT. Ich rozszerzeniem jest moduł ładowarki o mocy 2 kW, współpracujący z magazynem energii o napięciu 48 V i prądzie ładowania/rozładowania 50 A. Układy są dedykowane do pracy z siecią (*on-grid*) oraz pracy na odbiory wydzielone (*off-grid*), przy możliwości jednoczesnego wykorzystania dwóch źródeł OZE (PV + WT).
- **PS300** to rodzina inwerterów trójfazowych, o mocach od 3 do 10 kW, dedykowanych do współpracy z instalacjami fotowoltaicznymi (PV), generatorami wiatrowymi (WT) oraz układami hybrydowymi (PV + WT). Inwertery posiadają dwa niezależne trackery MPPT, przeznaczone są do pracy z siecią (*on-grid*) i współpracują z najpopularniejszymi panelami PV w standardzie do 1 kV napięcia jednego łańcucha paneli.
- **PS300 20 i 30 kW** to rodzina inwerterów trójfazowych, o mocach 20 i 30 kW, dedykowanych do współpracy z instalacjami fotowoltaicznymi (PV), generatorami wiatrowymi (WT) oraz układami hybrydowymi (PV + WT). Inwertery wyposażone są w przekształtnik 4 gałęziowy, który umożliwia ich pracę w trybie *off-grid* oraz realizację kompensacji mocy biernej oraz wyższych harmonicznych.



Rys. 13. Inwertery OZE serii PS100 (a), PS300 (b) i PS300 20 – 30 kW (c) produkcji ZE TWERD Sp. z o.o. dedykowane do sprzęgu odnawialnych źródeł energii (instalacja fotowoltaiczna lub generator wiatrowy) z siecią elektroenergetyczną

Rodzina układów PS100 i PS300 wyposażona jest w zoptymalizowany algorytm śledzenia punktu mocy maksymalnej (MPPT), szczególnie przydatny w przypadku paneli PV zainstalowanych na dachach skośnych z facjatkami lub kominami, które okresowo rzucają cień na panele. Dla generatorów wiatrowych algorytm MPPT pracuje z wykorzystaniem definiowanej przez użytkownika, szesnastopunktowej charakterystyki turbiny.

Inwertery cechuje solidna, odporna na obciążenia i urazy mechaniczne obudowa, której konstrukcja umożliwia łatwy i szybki montaż. Wszystkie gniazda połączeniowe

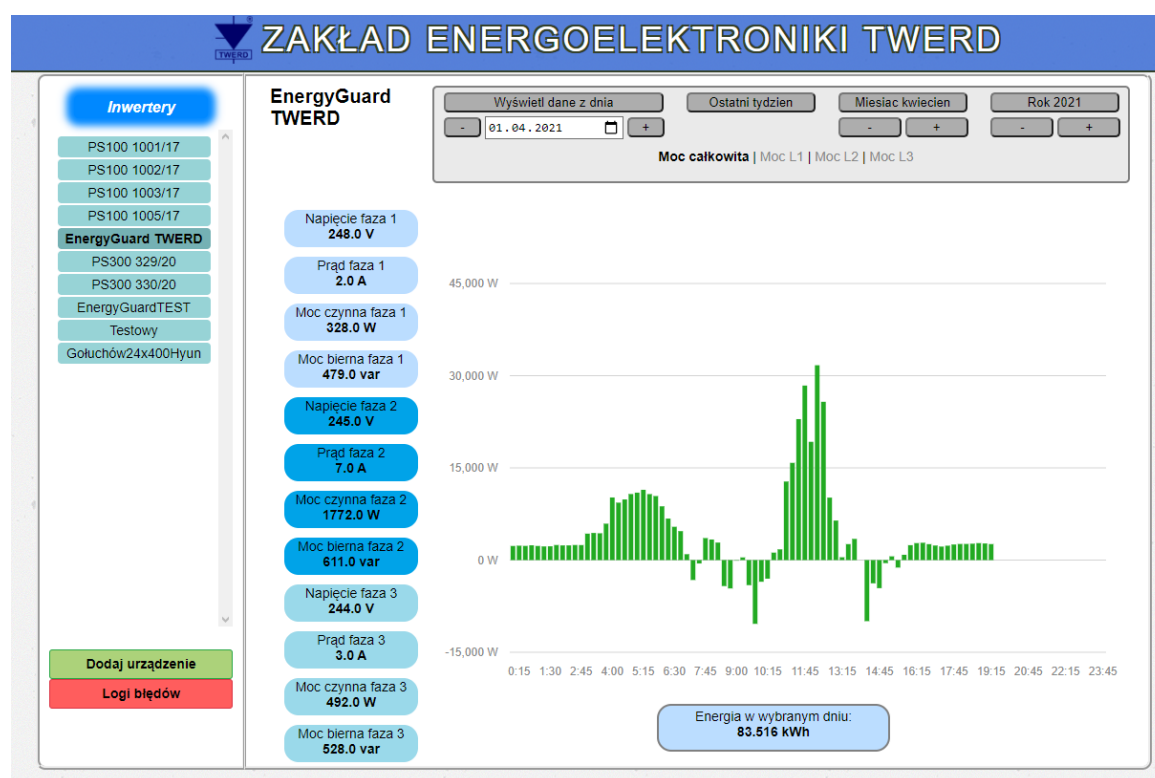




## Zakład Energoelektroniki TWERD

znajdują się na zewnątrz obudowy, a w zestawie dostarczonym przez producenta dołączone są hermetyczne złącza, przez co nie ma potrzeby demontażu komponentów inwertera w celu jego instalacji.

Inwertery PS100, PS300, PS300 20 i 30 kW wyposażone są w interfejs Ethernet oraz opcjonalnie moduł Wi-Fi, umożliwiający monitoring parametrów. Dane dotyczące aktualnych oraz historycznych parametrów pracy dostępne są poprzez przeglądarkę www, widok okna przeglądarki serwisu [www.inverters.pl](http://www.inverters.pl) przedstawiono na rys. 14. W przypadku braku podłączenia do Internetu inwerter przechowuje dane o swojej pracy we wbudowanej pamięci. Z myślą o zastosowaniach przemysłowych są wyposażone standardy komunikacji: Modbus RTU, Modbus TCP i plik JSON, przez co mogą zostać włączone do istniejących oraz tworzonych systemów pomiarowych.



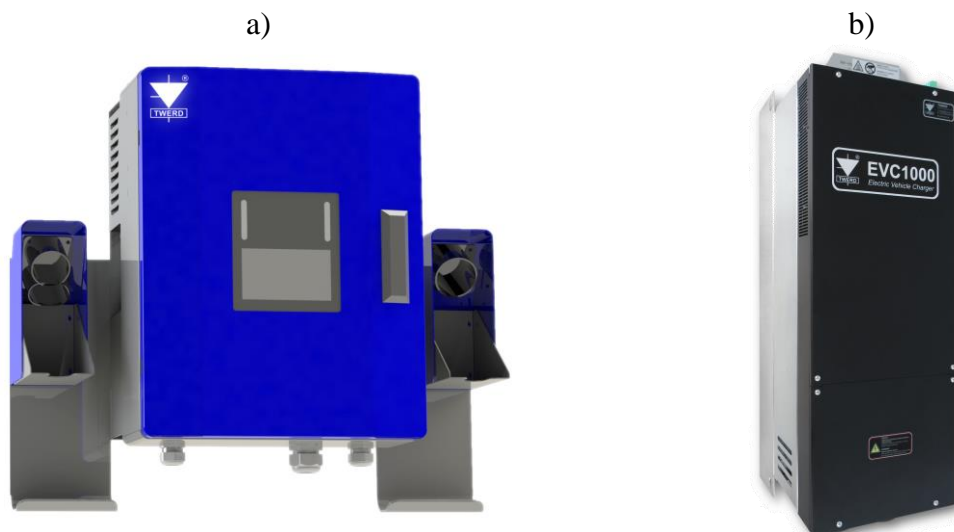
Rys. 14. Monitoring bilansu energii w PPE za pomocą modułu PS Energy Guard poprzez stronę [www.inverters.pl](http://www.inverters.pl)

- **Stacja ładowania TEVS1000** – to wolnostojąca stacja ładowania pojazdów elektrycznych wyposażona w punkt szybkiego ładowania DC o mocy 50 kW wspierający standardy CCS i CHAdeMO oraz punkt ładowania AC o mocy 22 kW. Jednocześnie stacja może obsługiwać ładowanie 2 pojazdów (1x AC i 1x DC- CCS lub CHAdeMO). Stacja posiada dotykowy wyświetlacz 10", autoryzację poprzez czytnik RFID oraz dedykowany system zwijania przewodów elektrycznych. W celu zarządzania stacją przez operatora zastosowano protokół OCPP 1.6.



Rys. 15. Wolnostojąca stacja ładowania TEVS1000 wyposażona w punkt szybkiego ładowania DC o mocy do 50 kW (CCS lub CHAdeMO) oraz punkt ładowania AC o mocy do 22 kW

- **Naścienna stacja ładowania EVC500** - to naścienna stacja ładowania pojazdów elektrycznych wyposażona w punkt ładowania DC o mocy 25 kW wspierający standardy CCS i CHAdeMO. Stacja posiada dotykowy wyświetlacz 7" oraz autoryzację poprzez czytnik RFID. W celu zarządzania stacją przez operatora zastosowano protokół OCPP 1.6.
- **Moduł ładowania EVC1000** – jest to moduł ładowania DC o mocy 50 kW przeznaczony do zabudowy w stacjach ładowania, obsługujący standardy CCS i CHAdeMO. Zapewnia separację galwaniczną między siecią zasilającą a baterią pojazdu poprzez wysokoczęstotliwościowy transformator. Dla aplikacji V2G także w wykonaniu umożliwiającym dwukierunkowy transfer energii.



Rys. 16. Rozwiązania ZE TWERD Sp. z o.o. dla ładowania pojazdów elektrycznych: a) EVC500 - ścienna stacja ładowania pojazdów elektrycznych prądem stałym wspierająca standardy CCS i CHAdeMO o mocy do 25 kW; b) EVC1000 - moduł ładowania o mocy 50 kW przeznaczony do instalacji w stacjach ładowania pojazdów

- **Przekształtniki dla magazynów energii serii BSI** – dedykowane rozwiązanie dla przemysłowych magazynów energii o mocy do 800 kW. Przeznaczony do pracy z siecią 3x 400 V o częstotliwości z zakresu 45 ÷ 66 Hz. Regulowane napięcie wyjściowe (DC) w zakresie 600-800 V<sub>DC</sub>, prąd wyjściowy regulowany w zakresie 0-I<sub>NDC</sub>, poziom harmonicznych prądu: THD<sub>I</sub> <3%.



Rys. 17. Przekształtnik BSI 250 o mocy 250 kW dedykowany dla przemysłowego magazynu energii