

INTEGRACJA ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ Z ZASTOSOWANIEM INWERTERÓW



DR INŻ. SZYMON PIASECKI,
ZAKŁAD ENERGOELEKTRONIKI TWERD

W ostatnim czasie w Polsce obserwowany jest znaczny rozwój instalacji prosumenckich oraz wzrost liczby odnawialnych źródeł energii podłączonych do sieci elektroenergetycznej. Dotyczy to zarówno instalacji fotowoltaicznych, generatorów wiatrowych, jak i turbin wodnych. Wpływ na taki stan rzeczy mają niewątpliwie rosnące ceny energii elektrycznej, związane z wymaganiami UE dotyczącymi redukcji emisji CO₂ oraz motywowane tą sytuacją programy dofinansowań instalacji prosumenckich i wytwórczych.

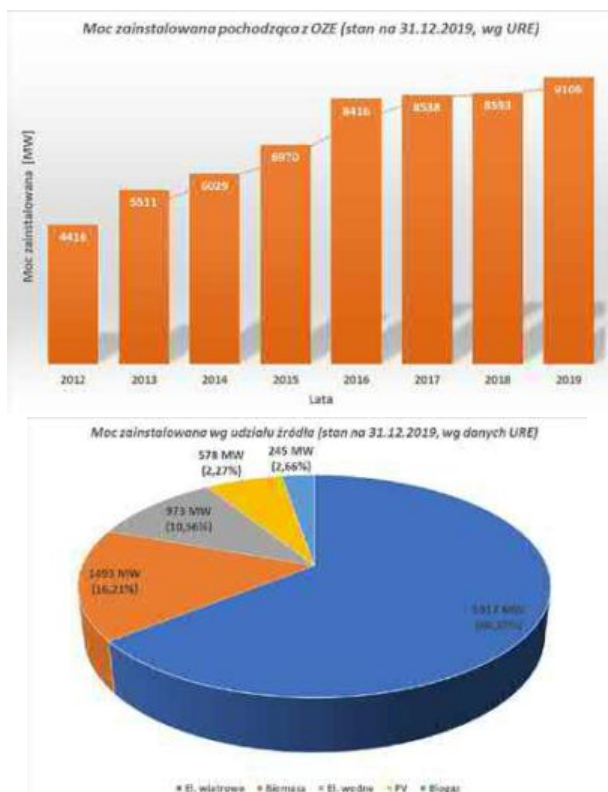
Źródła odnawialne zaczynają odgrywać istotną rolę w polskim systemie energetycznym. Na podstawie statystyk zaprezentowanych przez Urząd Regulacji Energetyki, przedstawionych na rysunku 1 można zaobserwować dynamiczny wzrost

Rząd oraz prywatni przedsiębiorcy podejmują liczne działania w celu zwiększenia udziału tzw. zielonej energii w krajowym systemie energetycznym. Ze względu na to, że profile energii dostępnej z różnych źródeł różnią się od siebie zarówno w ujęciu dobowym, jak i rocznym optymalną formą wykorzystania energii z OZE jest integracja różnych źródeł w ramach jednego punktu wytwórczego. W takich aplikacjach bardzo wygodnym rozwiązaniem, pozwalającym na wykorzystanie energii pochodzącej z różnych źródeł odnawialnych, jest inwerter hybrydowy.

mocy zainstalowanej, pochodzącej ze źródeł odnawialnych w ostatnich latach. W samym 2019 r. nastąpił wzrost o 513 MW. Bardzo dynamicznie rozwija się fotowoltaika, która odnotowała przyrost o 331 MW (ok 64% przyrostu mocy OZE ogółem) i stanowi już 2,27% energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych.

Jednak na tle ambitnych założeń i celów strategicznych krajów Unii Europejskiej, dotyczących udziału odnawialnych źródeł energii, Polska, mimo tendencji wzrostowej, wypada niezbyt imponująco. W 2018 r. udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w kraju wynosił 11,3%, co plasuje nas daleko w tyle względem bardziej rozwiniętych gospodarek. Nieustannie rośnie presja związana z ekologią, a w związku z tym, wymagania dotyczące udziału odnawialnych źródeł energii w systemie energetycznym UE. Wspólną decyzją kraje członkowskie zobowiązały się do 2020 r. zwiększyć udział energii z OZE do poziomu 20% całkowitego zużycia energii w Unii. Według przyjętych założeń, Polska powinna osiągnąć poziom 15% energii pochodzącej z OZE na koniec 2020 r. Jeszcze bardziej ambitny cel wyznaczono na 2030 r., kiedy to 21% energii elektrycznej zużywanej w Polsce powinno pochodzić ze źródeł odnawialnych. Nawet częściowa realizacja tych założeń, zilustrowanych na rysunku 2, wymaga olbrzymich inwestycji w odnawialne źródła energii. Przy konieczności tak znacznego zwiększenia procentowego udziału energii odnawialnej w systemie energetycznym olbrzymią rolę będą odgrywały nie tylko duże jednostki wytwórcze, lecz także małe i mikro instalacje, przy założeniu, że tworzą odpowiedni efekt skali.

Jednakże, aby źródła odnawialne miały istotny i pozytywny wpływ na krajowy, system energetyczny, dobowy i roczny profil energii wytwarzanej przez nie powinien być równomierny i możliwie zgodny z profilem zapotrzebowania na energię.

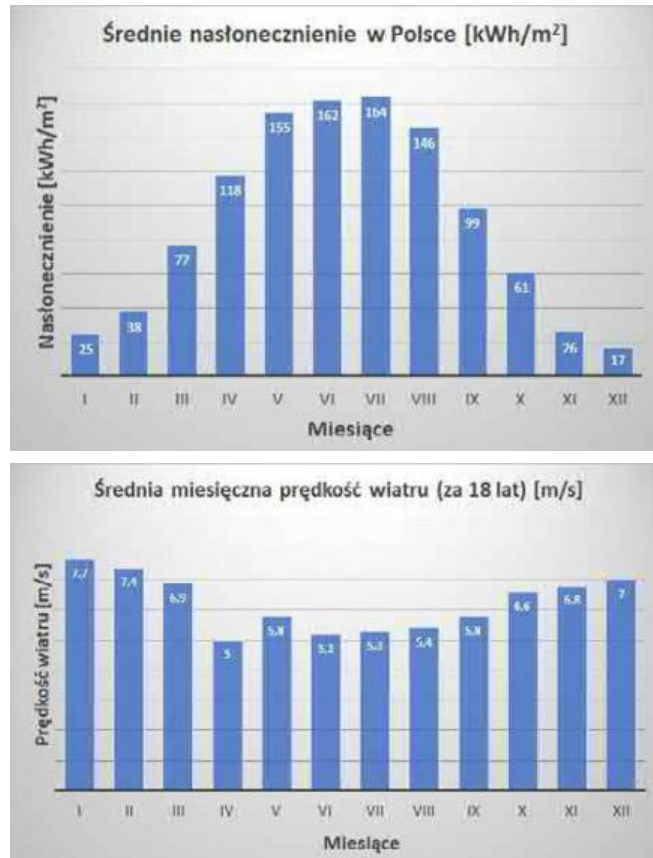


Rys. 1. Statystyki związane z mocą zainstalowaną pochodzącą z OZE (a) i jej podziałem na poszczególne źródła odnawialne (b).



Rys. 2. Udział odnawialnych źródeł energii w polskim systemie energetycznym. Dane URE i założenia UE

Na rysunku 3 przedstawiono uśrednione miesięczne nasłonecznienie i prędkość wiatru ilustrując profil energii dostępnej z dwóch podstawowych źródeł energii odnawialnej w małych i mikro instalacjach. W rocznej specyfice produkcji energii elektrycznej panele fotowoltaiczne szczególnie dobrze sprawdzają się w okresie wiosna–jesień, równocześnie wykazując duży spadek produkowanej energii w okresie zimowym. Z kolei prędkość wiatru w Polsce wykazuje maksymalne wartości w miesiącach zimowych, a na większości naszego kraju panują warunki wietrzne „wybitnie korzystne” oraz „korzystne”. W związku z powyższym największa produkcja zielonej energii możliwa jest przy zintegrowaniu obu tych źródeł. Optymalne wykorzystanie dostępnej energii przy zachowaniu prostoty instalacji i jej skalowalności możliwe jest przy zastosowaniu inwertera hybrydowego.



Rys. 3. Średnie miesięczne wartości nasłonecznienia i prędkości wiatru – ilustrujące profil energii dostępnej z dwóch różnych źródeł odnawialnych.

Inwerter hybrydowy

Jest to falownik sieciowy umożliwiający podłączenie przynajmniej dwóch źródeł energii odnawialnej, zapewniający sterowanie i obciążenie źródeł w taki sposób, aby jak najlepiej wykorzystać dostępną energię. W tym celu każde ze źródeł musi być zarządzane indywidualnie przez dedykowany algorytm śledzenia mocy maksymalnej, co schematycznie przedstawiono na rysunku 4.

Inwertery hybrydowe produkcji ZE TWARD z serii PS100 (jednofazowe wyjście AC) i PS300 (trójfazowe wyjście AC) mają dwa niezależne wejścia, jedno z trackerem MPPT do podłączenia paneli PV oraz drugie z wbudowanym mostkiem prostowniczym do podłączenia generatora turbiny wiatrowej lub wodnej.

Wszystkie urządzenia mają algorytm śledzenia punktu mocy maksymalnej (ang. *Maximum Power Point Tracking*, MPPT), z wyszukiwaniem maksimum globalnego, przez co są szczególnie przydatne w przypadku instalacji fotowoltaicznych, w których część może być zacieniana przez fragmenty dachu, kominy lub inne elementy elewacji. Szeroki zakres dostępnych napięć pracy DC: od 120 V do 850 V dla inwerterów trójfazowych oraz od 60 do 450 V dla inwerterów jednofazowych, pozwoli skonfigurować instalację, która zaspokoi zapotrzebowanie na energię elektryczną gospodarstwa domowego w okresie letnim.

Wejście przeznaczone do podłączenia turbiny wiatrowej wyposażone jest w prostownik, który zmniejsza stopień skomplikowania instalacji. Inwerter posiada zakres napięć pracy generatora AC (napięcie międzyfazowe generatora) 60–425 V dla urządzenia trójfazowego oraz 60–290 V dla układu jednofazowego. Dzięki tak dobrane-

Inwerter hybrydowy umożliwia podłączenie przynajmniej dwóch źródeł energii odnawialnej, zapewniając sterowanie i obciążenie źródeł w taki sposób, aby jak najlepiej wykorzystać dostępną energię.

mu zakresowi napięć inwerter może pracować z wysokonapięciowymi generatorami, co eliminuje konieczność stosowania przewodów o dużym przekroju stosowanych w instalacjach z turbinami niskonapięciowymi. Obciążanie turbiny odbywa się poprzez programowaną, 16-punktową charakterystykę obciążenia ($I=f(\omega)$). Bazowanie na charakterystyce pozwala na bardzo szybką reakcję urządzenia na zmianę obciążenia, co ma duże znaczenie w małych i mikro elektrowniach wiatrowych, cechujących się małą bezwładnością. Dodatkowo pozwala na wyeliminowanie dodatniego sprzężenia zwrotnego, które może powodować przeciążenie turbiny, a jest spowodowane spadkiem napięcia na rezystancji generatora.

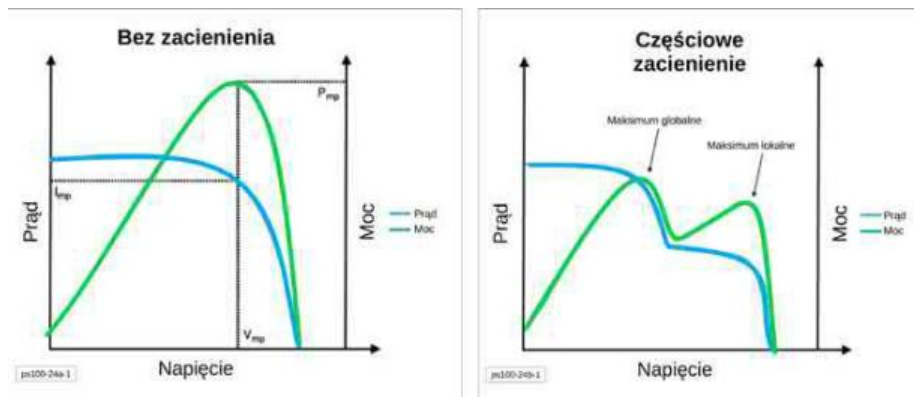
Inwertery hybrydowe serii PS100 i PS300 produkcji ZE TWARD są wyposażone w szereg zabezpieczeń wynikających zarówno z konieczności ich dostosowania do obowiązujących norm i standardów, jak i pozwalających zabezpieczyć pracę instalacji w długim czasie. To co wyróżnia falownik,



UKŁAD ŚLEDZENIA MAKSYMALNEGO MPPT I GLOBALNEGO GMPPT PUNKTU MOCY

Inwertery z wejściem PV posiadają algorytm śledzenia punktu mocy maksymalnej MPPT (ang. *Maximum Power Point Tracking*). Ma on na celu nieustanną analizę charakterystyki napięciowo-prądowej paneli i takie dostosowanie prądu obciążenia, aby uzyskać możliwie największą dostępną moc ze źródła PV – rys. a. W sytuacji częściowego zacinienia paneli (ang. *partial shading*) na charakterystyce napięciowo-prądowej paneli mogą pojawiać się maksima lokalne (rys. b). Z tego powodu, w celu pracy w punkcie maksimum globalnego, może być konieczne włączenie algorytmu algorytmu śledzenia globalnego punktu mocy maksymalnej GMPPT (ang. *Global Maximum Power Point Tracking*), co umożliwi uzyskanie większej efektywności układu. Użytkownik ma możliwość ustawienia czasu skanowania GMPPT w parametrze 10.14. Wartością optymalną, sugerowaną przez producenta jest czas 5 min. Domyślnie algorytm GMPPT

jest wyłączony. Zalecane jest użycie algorytmu GMPPT tylko w warunkach możliwego zacinienia. Jeśli częściowe zacinienie nie występuje, to użycie algorytmu GMPPT może zmniejszyć sprawność układu do 2%.



to możliwość w standardzie podpięcia anemometru (wiatromierza), który może oprócz rejestracji prędkości wiatru realizować zabezpieczenie sztormowe.

Tworząc instalację prosumencką w oparciu o oferowane przez ZE Twerd hybrydowe inwertery OZE, projektant ma elastyczność

Inwertery PS100 i PS300 wyposażone są w interfejs Ethernet oraz opcjonalnie moduł Wi-Fi umożliwiający zdalny monitoring parametrów. Dane dotyczące aktualnych oraz historycznych parametrów pracy dostępne są poprzez przeglądarkę www, a w przypadku braku podłączenia do Internetu inwerter przechowuje dane o swojej

pracy we wbudowanej pamięci. Z myślą o zastosowaniach przemysłowych urządzenia są wyposażone w standardy komunikacji: Modbus RTU, Modbus TCP i plik JSON, przez co mogą zostać włączone do istniejących oraz tworzone systemów pomiarowych.

Dodatkową opcją, w którą można wyposażać inwertery PS100 i PS300, jest moduł pomiarowy PS Energy Guard, który służy do monitorowania bilansu energii w punkcie przyłączenia (PPE) oraz realizowania różnych scenariuszy pracy inwertera, w tym blokady przesyłania energii do sieci (produkowana energia jest zużywana na potrzeby własne obiektu).

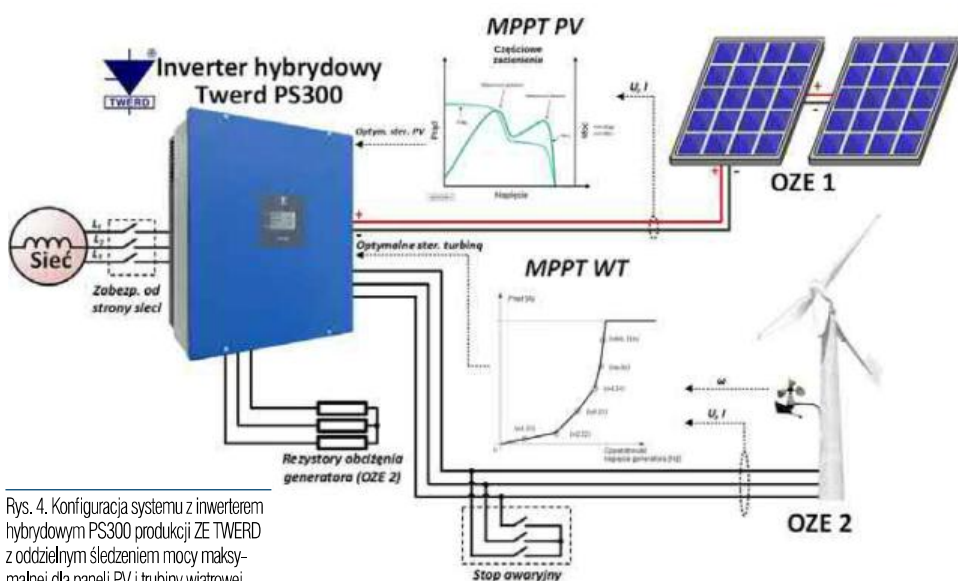
Na podkreślenie zasługuje fakt, iż prezentowane rozwiązanie jest całkowicie polskie, oferując polskojęzyczną dokumentację oraz wsparcie techniczne. Przedstawione produkty zostały

opracowane podczas realizacji projektu „Modułowy system energoelektroniczny zrównoważonego zarządzania energią ze źródeł odnawialnych z funkcją magazynowania do zastosowań w gospodarstwach domowych i przemyśle” dofinansowanego przez NCBiR w ramach umowy PaOIR.01.01.01 - 00-0017/17. ■

Artykuł promocyjny



www.twerd.pl



Rys. 4. Konfiguracja systemu z inwerterem hybrydowym PS300 produkcji ZE TWERD z oddzielnym śledzeniem mocy maksymalnej dla paneli PV i turbiny wiatrowej.

w kwestii doboru mocy paneli oraz mocy drugiego źródła (generator wiatrowy lub wodny). Nie ma konieczności doboru źródeł tak, by sumaryczna moc zainstalowanych paneli oraz turbiny wiatrowej była równa mocy nominalnej falownika, inwerter posiada zaimplementowany algorytm, dzięki któremu w pierwszej kolejności obciąża w pełni turbinę wiatrową/wodną, a dopiero w dalszej kolejności panele fotowoltaiczne.

Szczegóły dotyczące produktu dostępne są na stronie producenta (www.twerd.pl) lub poprzez bezpośredni kontakt e-mailowy (twerd@twerd.pl).