

dr inż. KAZIMIERZ HERLENDER

Instytut Energoelektryki, Zakład Urządzeń Elektroenergetycznych, Politechnika Wroclawska

mgr MAREK ZIELONY

Specjalista ds. systemów fotowoltaicznych

ELEKTROTIM S.A.

Efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pracujących na sieć wydzieloną

Systemy wykorzystujące energię odnawialną są w większości systemami generacji rozproszonej. Generacja rozproszona może mieć pozytywny wpływ na niezawodność zasilania przez szybszą odbudowę systemu po awariach, może poprawić niezawodność u odbiorcy oraz zredukować głębokość zapadów napięcia. Jednym z przykładów generacji rozproszonej są systemy fotowoltaiczne. Systemy te mogą być przyłączane zarówno do systemu elektroenergetycznego, jak i mogą pracować na sieć wydzieloną. Zaprojektowanie efektywnych systemów pracujących na sieć wydzieloną nie jest zagadnieniem prostym. W artykule omówiono powyższe zagadnienia oraz wyciągnięto odpowiednie wnioski.

1. WPROWADZENIE

Jednym z głównych priorytetów rozwoju energetyki w najbliższych latach jest rozwój odnawialnych źródeł energii, skrótowo oznaczanych jako OZE. Racjonalne wykorzystanie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, tj. energii wody, wiatru, promieniowania słonecznego, energii ziemi czyli energii geotermalnej oraz biomasy, jest jednym z istotnych komponentów zrównoważonego rozwoju przynoszącym wymierne efekty ekologiczno-energetyczne. Wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym świata przyczynia się do poprawy efektywności wykorzystania i oszczędzania zasobów surowców energetycznych, poprawy stanu środowiska poprzez redukcję emisji zanieczyszczeń do atmosfery i wód oraz redukcję ilości wytwarzanych odpadów. W związku z tym wspieranie rozwoju tych źródeł staje się coraz poważniejszym wyzwaniem dla niemalże wszystkich państw świata, a Europy w szczególności, co znajduje odzwierciedlenie w wielu programach unijnych.

Kształt polityki energetycznej Polski, której zasadniczym celem powinno być zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego państwa nie może nie uwzględ-

nić działań podejmowanych przez Unię Europejską. Zatem wszelkie akty prawne, polityki energetyczne państwa i wytyczne dotyczące zakresu kreowania polityki energetycznej państwa muszą uwzględniać przepisy unijne.

Polityka Energetyczna Polski do 2030 [1] w zakresie rozwoju wykorzystania OZE zakłada m.in.

- wzrost udziału OZE w finalnym zużyciu energii co najmniej do 15% w 2020 roku oraz dalszy wzrost tego wskaźnika w następnych latach,
- osiągnięcie w 2020 roku 10% udziału biopaliw w rynku paliw transportowych oraz zwiększenie wykorzystania biopaliw II generacji,
- ochronę lasów przed nadmierną eksploatacją w celu pozyskiwania biomasy oraz zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, tak aby nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy rolnictwem a energetyką odnawialną,
- zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie optymalnych warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnych dostępnych surowcach

Kierunki rozwoju polskiej energetyki w zakresie OZE zawarte w Polityce *Energetycznej Polski do 2030* wpisują się w przyjętą Dyrektywę 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 [2].

2. ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII A GENERACJA ROZPROSZONA

Systemy wykorzystujące energię odnawialną są w większości systemami generacji rozproszonej (GR), wyjątkiem są duże elektrownie wodne, szel-fowe elektrownie wiatrowe i współspalanie biomasy w konwencjonalnych elektrowniach na paliwa ko-palne. Typowymi zastosowaniami GR są: generacja na użytek własny gospodarstw, zastosowania ko-mercyjne w budynkach, ciepłarnie, zastosowania przemysłowe, ciepłownictwo, energia elektryczna dostarczana do sieci [3].

Główne zalety generacji rozproszonej, dotyczące systemów wytwarzających energię elektryczną to: poprawa pewności zasilania, uniknięcie nadmiernej mocy zainstalowanej, zmniejszenie obciążenia szczytowego, zmniejszenie strat sieciowych oraz korzyści związane z siecią: odroczenie kosztów infrastruktury sieci rozdzielczej, poprawa jakości energii, zwiększenie niezawodności. Oczywiście w takich sytuacjach należy brać pod uwagę dodat-kowe koszty związane m.in. z wykonaniem przyłą-cza, układów sterowania, pomiarami energii i jej bilansowaniem.

Jednym z priorytetowych zadań związanych ze wzrostem instalowania systemów z odnawialnymi źródłami energii jest racjonalne wykorzystanie ener-gii pochodzącej z tych źródeł. W miarę stabilne i przewidywalne są systemy wykorzystujące bioma-sę, biogaz, geotermię, a nawet małe elektrownie wodne. Zdecydowanie trudniej jest zaprojektować efektywne systemy generacji rozproszonej pracujące na sieć wydzieloną w oparciu o generatory wiatrowe i systemy fotowoltaiczne. W artykule zostaną opisane tylko systemy fotowoltaiczne.

3. SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE PRACUJĄCE NA SIEĆ WYDZIELONĄ

Systemy fotowoltaiczne to jedna z prężniej rozwi-jających się obecnie technologii, które mają umożli-wić wykorzystanie energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej. Wiele praktycznych realizacji jest już w wielu krajach europejskich m.in. w Niem-czech, Czechach, Hiszpanii. Polska ma podobne nasłonecznienie jak nasi sąsiedzi z za południowej czy zachodniej granicy. Wydaje się zatem, że podob-ne systemy mogą być z powodzeniem instalowane również w naszym kraju.

Systemy fotowoltaiczne mogą być przyłączane za-równo do systemu elektroenergetycznego, jak i mo-gą pracować na sieć wydzieloną. W pierwszym przypadku nie ma potrzeby magazynowania energii elektrycznej, ponieważ cała energia elektryczna wytworzona przez system fotowoltaiczny wprowa-dzana jest do sieci elektroenergetycznej danego systemu elektroenergetycznego. W tym przypadku za prawidłową pracę systemu elektroenergetycznego odpowiada operator systemu dystrybucyjnego (OSD) i w przypadku skoncentrowania dużych mo-cy w systemach fotowoltaicznych niestabilność produkcji energii elektrycznej w zależności od wa-runków atmosferycznych może przysporzyć opera-torowi znacznych problemów.

Z innymi problemami mamy do czynienia w przy-padku systemów fotowoltaicznych pracujących na sieć wydzieloną. Aby optymalnie wykorzystać dany system fotowoltaiczny należy odpowiednio zapro-jektować układy magazynowania energii, które są niezbędnym elementem takich systemów.

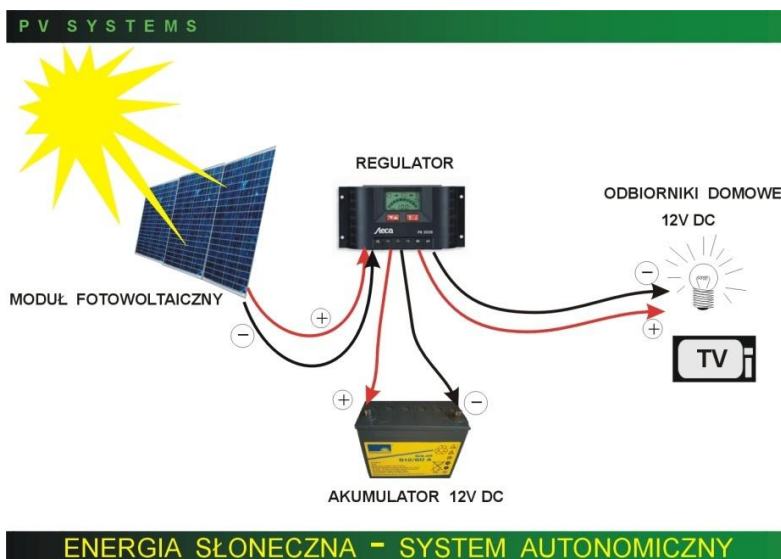
Projektując system fotowoltaiczny musimy w pierwszej kolejności określić parametry ogólnie rozumianego odbiorcy, który ma być zasilany z danego systemu. Głównymi parametrami są: ro-dzaj napięcie jakim ma być zasilany odbiorca (na-pięcie stałe czy przemiennie) oraz krzywa obciąże-nia.

Na rysunku 1 pokazano strukturę przykładowego autonomicznego systemu fotowoltaicznego do zasilania odbiorników zasilanych napięciem stałym, a na rysunku 2 strukturę przykładowego autono-micznego systemu fotowoltaicznego do zasilania odbiorników zasilanych napięciem przemiennym.

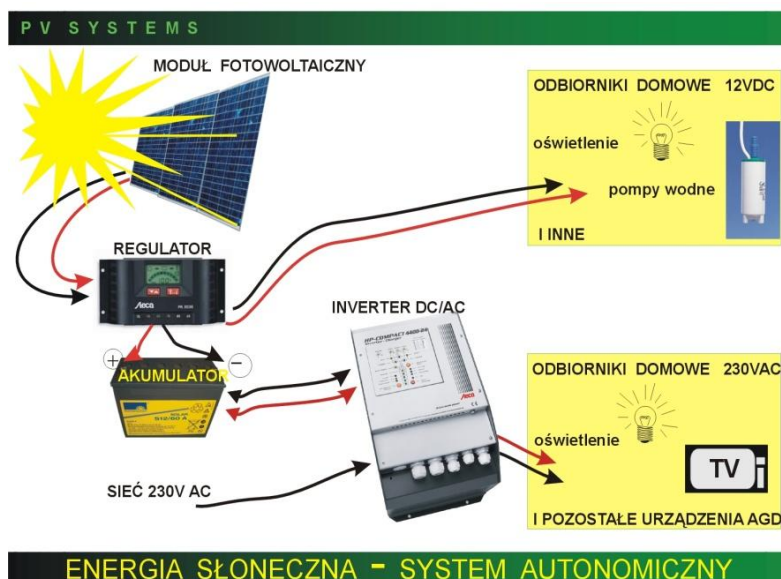
W systemach wymagających do zasilania napięcia przemiennego koniecznym elementem jest inwerter DC/AC.

Ze względu na wciąż duże koszty poszczególnych elementów systemów fotowoltaicznych niezbędny jest ich właściwy dobór, tak aby efektywność takie-go systemu była jak największa.

Głównym elementem, który umożliwia efektywne zarządzanie energią elektryczną w takich systemach jest zasobnik energii. W systemach fotowoltaicz-nych najczęściej stosowane są różnego typu akumu-latory, których zarówno parametry jak i ceny są bardzo różne. Podstawowymi parametrami akumu-latorów, na które należy w takich systemach zwracać szczególną uwagę są: ilość cykli ładowania i rozładowania, odporność na temperaturę (szcze-gólnie przy instalacjach zewnętrznych), możliwość szybkiego ładowania oraz odporność na głębokie rozładowanie.



Rys. 1. Przykładowa struktura autonomicznego systemu fotowoltaicznego do zasilania odbiorników zasilanych napięciem stałym



Rys. 2. Przykładowa struktura autonomicznego systemu fotowoltaicznego do zasilania odbiorników zasilanych napięciem przemiennym

4. PRZYKŁADOWE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE PRACUJĄCE NA SIEĆ WYDZIELONĄ

Systemy fotowoltaiczne wciąż jeszcze są drogie i trudno mówić o ich efektywności. Jednak nawet obecnie można znaleźć takie sytuacje, kiedy bezpieczeństwo lub inne względy mogą zdecydować o zainstalowaniu takich systemów. Jednym z takich przykładów jest ciąg lamp ulicznych oświetlający drogę do osiedla położonego za miastem, gdzie nie ma sieci elektroenergetycznej. Przyjęto następujące założenia:

- ustawienie słupów w miejscach pozbawionych obecnie oświetlenia ulicznego/ciągów pieszych,
- ustawienie lamp w pasie drogowym – brak konieczności uzgodnień z właścicielami gruntów,
- ustawienie lamp z własnym źródłem zasilania – brak konieczności układania okablowania pomiędzy poszczególnymi lampami równoznaczne z brakiem konieczności uzgodnień z właścicielami gruntów (szybszy czas realizacji),
- likwidacja rocznych kosztów eksploatacyjnych na rzecz zastosowania najnowszych technologii zarówno w zakresie zasilania, jak i odbiorników,
- parametry oświetlenia dopasowane do kategorii drogi,

- wysokości słupów dopasowane do kategorii drogi,
- w przypadku większej ilości montowanych lamp na danym terenie – konieczność sterowania pilotem, zegarem astronomicznym lub w przypadku dużych systemów – radiowo lub GSM – zarządzanie centralne,
- poprawa bezpieczeństwa mieszkańców,
- mniejsze koszty eksploatacyjne,
- krótki czas realizacji,
- możliwość uzyskania dotacji,
- brak kosztów projektu budowlanego,
- gwarancja zasilania w przypadku braku zasilania z sieci energetycznej,
- szybki serwis w okresie gwarancji – czas reakcji: 3 godziny od czasu zgłoszenia, do 8 godzin na usunięcie usterki.
- czas pracy oświetlenia:
 - minimalny czas pracy oświetlenia w okresie całorocznym, tj. III, IV, I kwartał 8 h/24 h wg cyklu:

dzień	– Wył	
zmierzch	– Zał	od 17.00 do 23.00
		– 6 godzin,
noc – wył		od 23.00 do 06.00,
noc/świt	– Zał	od 06.00 do 08.00
		– 2 godziny,
świt/dzień	– Wył	od 08.00 do 17.00,
 - praca w okresie letnim – cała noc.
- w przypadku wystąpienia szczególnie trudnych warunków atmosferycznych możliwe są przerwy w zasilaniu.

Dla tak przyjętych założeń, zaprojektowano oprawy uliczne typu LED [4], zasilane napięciem stałym 12 V, moc baterii fotowoltaicznej wynosi 260 W, a zasobnikiem energii jest akumulator żelowy o pojemności 140 Ah. Szacuje się, że przez najbliższe 25 lat koszty za energię elektryczną będą zerowe. Koszty będą dotyczyły uszkodzonych w trakcie eksploatacji elementów oraz wymiany akumulatorów, których czas pracy podawany przez producenta wynosi od 6 do 12 lat w zależności od warunków pracy. Na rysunku 3 pokazano opisany przykład.

Innym przykładem realizacji systemów fotowoltaicznych współpracujących na sieć wydzieloną jest schronisko turystyczne (Rys. 4) zlokalizowane również daleko od sieci rozdzielczej systemu elektroenergetycznego. W podanym przykładzie wymagane jest zasilanie napięciem przemiennym 230 V. W tym przypadku zrealizowano układ hybrydowy: system fotowoltaiczny (1140 W), turbina wiatrowa (2 kW) oraz agregat prądotwórczy. Jako zasobnik energii zaprojektowano bank akumulatorów żelowych o pojemności 800 Ah.

W każdym przypadku istotne jest takie zaprojektowanie systemu zasilającego, aby uzyskać maksymalny efekt ekonomiczny przy zapewnionych parametrach jakościowych energii elektrycznej.

Zaprezentowane przykłady realizacji nie wyczerpują potencjalnych możliwości implementacji systemów fotowoltaicznych pracujących na sieć wydzieloną, ale wystarczająco dobrze obrazują problemy jakie występują w przypadku ich projektowania.



Rys. 3. Przykład wykorzystania systemu fotowoltaicznego do zasilania oświetlenia zewnętrznego lampami typu LED



Rys. 4. Przykład hybrydowego systemu zasilania schroniska

5. WNIOSKI

W najbliższych latach należy się spodziewać dalszego rozwoju odnawialnych źródeł energii. Wynika to zarówno z prowadzonej polityki, jak i z korzyści jakie przynosi ich wykorzystanie zarówno dla lokalnych społeczności – zwiększenie poziomu bezpieczeństwa energetycznego w regionach, a zwłaszcza do poprawy zaopatrzenia w energię na terenach o słabo rozwiniętej infrastrukturze energetycznej. Rozwój OZE to również stworzenie nowych miejsc pracy, promowanie rozwoju regionalnego, jak również korzyści ekologiczne. Niezbędnym warunkiem umożliwiającym dynamiczny rozwój OZE w gminach jest odpowiednia świadomość zarówno społeczeństw lokalnych, jak i władz samorządowych.

Ze względu na wciąż znaczne koszty takich rozwiązań bardzo istotne jest, aby systemy te tak zaprojektowano i wykonano, żeby ich efektywność była jak największa, a to wiąże się z odpowiednio dokładnie opracowanymi założeniami projektowymi.

Jednym z głównych elementów wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii jest wprowadzanie różnych programów dofinansowań zarówno na poziomie regionalnym, krajowym, a przede wszystkim unijnym.

Literatura

1. Ministerstwo Gospodarki, Polityka Energetyczna Polski do 2030 URM 202/2009.
2. Dyrektywa 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009.
3. Herlender K., Borgosz-Koczwara M.: Rola generacji rozproszonej w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego regionu. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 2007, nr 7.
4. Cadler E., Herlender K.: Oprawy oświetlenia zewnętrznego z półprzewodnikowymi źródłami światła LED. Wiadomości Elektrotechniczne 2010, nr 10.

Recenzent: dr inż. Marcin Habrych

EFFICIENT USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES WORKING IN A PRIVATE NETWORK

The systems which use renewable energy are mostly distributed generation systems. Distributed generation may have positive influence on the reliability of energy supply due to faster recovery of the system after breakdowns. Additionally, it may improve the reliability at the user's and reduce the depths of voltage dips. One of the examples of distributed generation are photovoltaic systems. These systems can be connected to an electric power supply system and can work for a private network too. Efficient design of operating systems for a private network is not an easy task. In the article the above mentioned issues were presented and suitable conclusions were drawn.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, РАБОТАЮЩИХ НА ВЫДЕЛЕННУЮ СЕТЬ

Системы, использующие возобновляемую энергию, в большинстве являются системами рассеянной генерации. Рассеянная генерация может иметь положительное влияние на надёжность питания посредством быстрого восстановления системы после аварий, а также может повысить надёжность у потребителя и редуцировать глубину западаний напряжения. Одним из примеров рассеянной генерации являются фотовольтаические системы. Данные системы можно подключать к электроэнергетической системе, а также они могут работать на выделенную сеть. Проектирование эффективных систем, работающих на выделенную сеть, является трудным вопросом. В статье рассмотрены вышеперечисленные вопросы и сделаны соответствующие выводы.