

SYSTEMY WSPARCIA JAKO ISTOTNY ELEMENT OPTIMALIZACJI WPLYWU NOWYCH, "EKOLOGICZNYCH" ŹRÓDEŁ ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY

Autorzy: Józef Paska, Karol Pawlak, Tomasz Surma

(„Rynek Energii” – nr 2/2013)

Słowa kluczowe: nowe źródła energii elektrycznej, systemy wsparcia, polityka energetyczna, optymalizacja

Streszczenie. Poruszono kwestię potrzeb i możliwości stymulowania za pomocą systemu wsparcia OZE optymalizacji rodzaju źródeł wytwórczych pod względem minimalizacji negatywnego wpływu na sieć elektroenergetyczną przy jednoczesnym promowaniu ekologii i efektywności. Wiadomym jest, że większość z tzw. OZE ma charakterystykę pracy trudną do dokładnego prognozowania i praktycznie nie ma zdolności regulacyjnych. Wskazano, że istotną rolę w powstawaniu tych źródeł energii ma system wsparcia kreowany przez Państwo. W artykule dokonano analizy rodzajów źródeł i ich wpływu na KSE oraz zaproponowano uszeregowanie poszczególnych źródeł ze względu na możliwość prognozowania. Omówiono także istniejące systemy wsparcia w krajach europejskich oraz dokonano krytycznej oceny ze wskazaniem potencjału implementacji w warunkach polskich.

1. WSTĘP

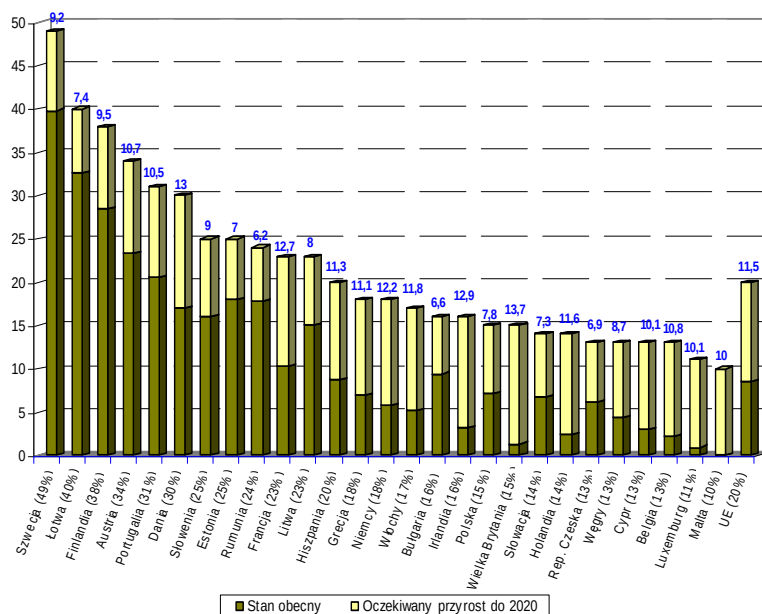
Jednym z głównych celów, jakie są określone w Dyrektywach Unii Europejskiej jest zobowiązanie do wprowadzenia rozwiązań promujących odnawialne źródła energii. Regulacje zawarte w Dyrektywie 2009/28/WE w sprawie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych [2] nakładają na kraje członkowskie obowiązek wsparcia inwestycji w odnawialne źródła energii elektrycznej, ciepła, chłodu oraz paliw transportowych.

Podstawowym celem powyższej dyrektywy jest osiągnięcie w 2020 roku celu 20% udziału energii wyprodukowanej w odnawialnych źródłach energii w końcowym zużyciu energii Unii Europejskiej. Cel ten rozłożono pomiędzy poszczególne kraje, a ich niewypełnienie wiąże się z konsekwencjami prawnymi dla poszczególnych państw. Poziom nałożonych zobowiązań został przedstawiony na rysunku 1.

Zobowiązanie obligatoryjne Polski osiągnięcia celu, jakie zostało wynegocjowane, wynosi 15% i zadaniem rządu jest stymulowanie powstawania nowych ekologicznych źródeł energii tak, żeby ten cel został osiągnięty.

Niemniej jednak ważną kwestią związaną z lokowaniem źródeł odnawialnych w systemie elektroenergetycznym jest ich wpływ na niezawodność i bezpieczeństwo funkcjonowania

krajowego systemu elektroenergetycznego.



Rys. 1. Cele dla energetyki odnawialnej do roku 2020 [8]

Powszechnie wiadomo, że źródła wykorzystujące odnawialne zasoby są bardzo często trudne do prognozowania a ich praca rzadko odpowiada aktualnym potrzebom systemu. W niniejszym artykule zostaną przedstawione rodzaje odnawialnych źródeł energii elektrycznej i ich wpływ na system elektroenergetyczny. Omówione zostaną także systemy wsparcia na terenie krajów Unii Europejskiej oraz możliwości implementacji w warunkach polskich.

2. ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Zgodnie z definicją zawartą w Dyrektywie 2003/54/WE termin „odnawialne źródła energii” oznacza odnawialne, niekopalne źródła energii (energia wiatru, energia promieniowania słonecznego, energia geotermalna, energia fal, prądów i pływów morskich, hydroenergia, energia pozyskiwana z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych (biogaz)) [1]. Natomiast w Dyrektywie 2009/28/WE podano definicję „energia ze źródeł odnawialnych”, która oznacza energię z odnawialnych źródeł niekopalnych, a mianowicie energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, geotermalną i hydrotermalną i energię oceanów, hydroenergię, energię pozyskiwaną z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych (biogaz) [2].

W klasyfikacji stosowanej przez Światową Radę Energetyczną (WEC - *World Energy Council*), wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje odnawialnych zasobów energii [4]:

- energię promieniowania Słońca,
- energię wnętrza Ziemi,
- energię ruchów planetarnych.

Bardziej szczegółowy podział pozwala wyróżnić [4]:

- energię wiatru,
- energię promieniowania słonecznego,
- energię geotermiczną (geotermalną),
- energię wód - spadku rzek,
- energię fal, prądów i pływów morskich,
- energię biomasy i biogazu (w tym wysypiskowego).

W Polsce według danych Urzędu Regulacji Energetyki na koniec 2012 roku było zainstalowanych 4 416 MW w odnawialnych źródłach energii, z czego aż 2 497 MW w elektrowniach wiatrowych i tylko 1,290 MW w źródłach wykorzystujących energię promieniowania słonecznego (tabela 1).

Z tabeli 1 jasno wynika, że w największym tempie następuje wzrost mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych, a co za tym idzie coraz większy jest ich wpływ na krajowy system elektroenergetyczny.

Praca elektrowni wiatrowej zdecydowanie różni się od pracy elektrowni cieplnej - ma charakter bardzo niestabilny i zależy w głównej mierze od czynnika przypadkowego jakim jest wiatr. Ograniczone są w związku z tym także możliwości regulacji elektrowni wiatrowej, a nawet - dla niezawodności i stabilności systemu elektroenergetycznego - konieczne jest utrzymywanie dodatkowych rezerw mocy w systemie. Pod tym względem elektrownie wiatrowe mają negatywny wpływ na pracę systemu elektroenergetycznego.

Kolejnymi źródłami, które także mają niewielkie zdolności regulacyjne, ale są nieco łatwiejsze do prognozowania - są elektrownie wykorzystujące energię słoneczną do produkcji energii elektrycznej. Sumaryczna energia, jaka dociera do powierzchni poziomej Ziemi w ciągu całego roku, wynosi od 600 kWh/m²/rok w krajach skandynawskich do ponad 2500 kWh/m²/rok w centralnej Afryce [7]. W Polsce nasłonecznienie wynosi ok. 1100 kWh/m²/rok - rys. 2.

Moc zainstalowana w elektrowniach tego rodzaju jest na terenie Polski symboliczna, natomiast z perspektywy gospodarki światowej jest to w tej chwili najszybciej rozwijająca się grupa odnawialnych źródeł energii, z roczną dynamiką w latach 2010/2011 ponad 70%.

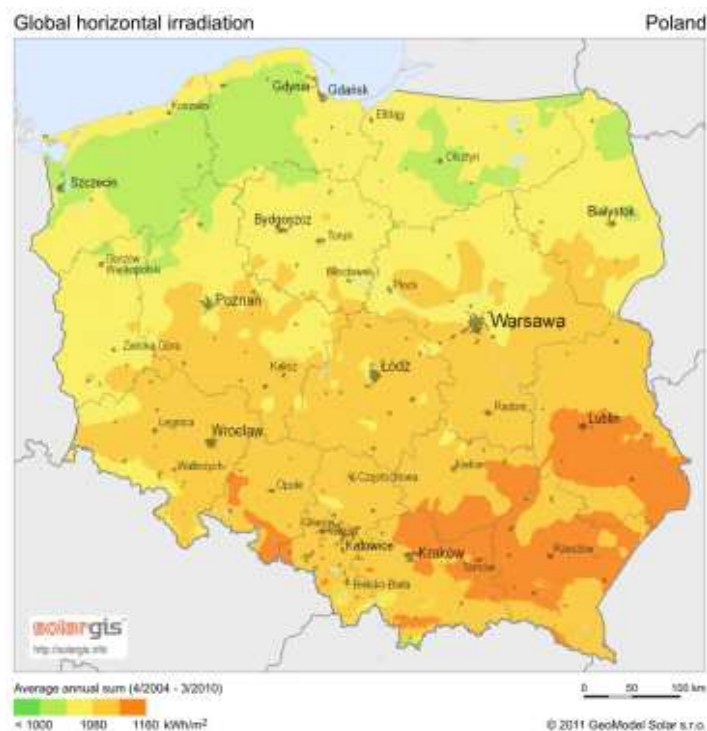
Odnawialnymi źródłami energii, które z dużym powodzeniem dają się regulować i mogą stanowić istotny element polskiego krajowego systemu elektroenergetycznego są elektrownie wodne (rys. 3). Elektrownie te wykorzystują naturalny spad rzek i poza produkcją energii elektrycznej realizują zadania związane z ochroną przeciwpowodziową. Niestety w chwili obecnej Polska nie dysponuje dużymi nowoczesnymi elektrowniami wodnymi i ważne jest, aby kontynuowane były prace nad budową systemu retencjonowania wód powierzchniowych i projektami budowy nowych elektrowni wodnych.

Tabela 1 Moc zainstalowana koncesjonowanych instalacji OZE - stan na koniec roku

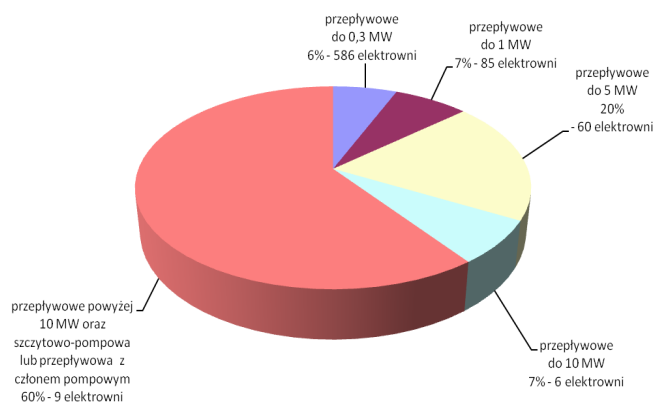
Rodzaj źródła OZE	Moc zainstalowana, MW							
	2005 r.	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.	2012 r.
Elektrownie na biogaz*	31,972	36,760	45,699	54,615	70,888	82,884	103,487	131,247
Elektrownie na biomasę	189,790	238,790	255,390	231,990	252,490	356,190	409,680	820,700
Elektrownie wytwarzające energię elektryczną z promieniowania słonecznego	-	-	-	-	0,001	0,033	1,125	1,290
Elektrownie wiatrowe	83,280	152,560	287,909	451,090	724,657	1180,272	1616,361	2496,748
Elektrownie wodne	852,495	934,031	934,779	940,576	945,210	937,044	951,390	966,103
Łącznie	1157,537	1362,141	1523,777	1678,271	1993,246	2556,423	3082,043	4416,088
Wzrost r/r		204,604	161,636	154,494	314,975	563,177	525,620	1334,045
* W tym instalacje zarejestrowane w rejestrze prowadzonym przez Prezesa ARR								

Tabela 2 Uszeregowanie odnawialnych źródeł energii elektrycznej ze względu na możliwość prognozowania i wpływu na system elektroenergetyczny

Rodzaj źródła OZE	Możliwości prognozowania	Negatywny wpływ na system elektroenergetyczny
Elektrownie na biomasę	bardzo duże	brak
Elektrownie na biogaz	bardzo duże	brak
Elektrownie wodne	duże	bardzo mały
Elektrownie fotowoltaiczne	małe	mały (głównie ze względu na skalę)
Elektrownie wiatrowe	bardzo małe	duży



Rys. 2. Średnioroczne nasłonecznienie Polski [7]



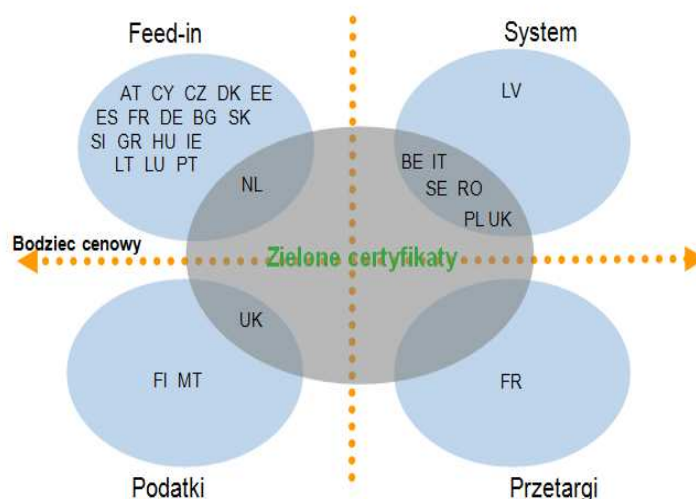
Rys. 3. Struktura produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych w 2011 r. [10]

Ostatnią grupą elektrowni należących do odnawialnych źródeł energii elektrycznej są elektrownie na biogaz i elektrownie opalane biomasą. Mają one charakterystykę pracy zbliżoną do pracy cieplnych elektrowni systemowych z tą różnicą, że na ogół są to jednostki niewielkie, zwykle przyłączone do sieci dystrybucyjnej. Niemniej jednak zapewniają one dużą elastyczność regulacyjną. Mają także możliwość pracy w układach dwu i trójgeneracyjnych.

W tabeli 2 przedstawiono propozycję uszeregowania rodzajów odnawialnych źródeł energii elektrycznej ze względu na możliwości prognozowania i negatywnego wpływu na krajowy system elektroenergetyczny.

3. SYSTEMY WSPARCIA OZE W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

Poszczególne kraje członkowskie, korzystając z możliwości swobodnego kształtowania systemów wsparcia dla promocji energetyki odnawialnej, przyjęły różne mechanizmy zachęcania inwestorów do realizacji projektów budowy nowych odnawialnych źródeł energii (rys. 3).



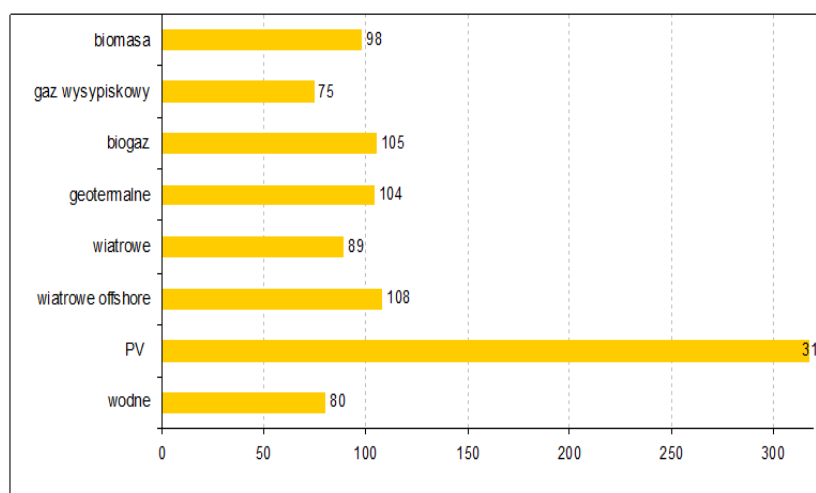
Rys. 3. Systemy wsparcia energetyki odnawialnej w UE [8]

Można wyodrębnić dwa podejścia do budowy systemów wsparcia rozwoju sektora odnawialnych źródeł energii, oparte na odpowiednim systemie płatności: system kształtowania cen (*price system*) i system kształtowania wielkości zobowiązań do wytworzenia energii (*quota system*) [6]. Zazwyczaj w pierwszym podejściu stosuje się system taryf gwarantowanych (*feed-in tariff*), a w drugim system zielonych certyfikatów.

W Polsce zdecydowano się na drugie podejście (jako jeden z nielicznych krajów UE), wdrażając system wymuszenia produkcji energii, oparty na systemie zbywalnych świadectw pochodzenia energii, tzw. zielonych certyfikatów [6].

Ponadto w kilku państwach zdecydowano o innych systemach wspierania OZE, np. w Irlandii - system przetargów (w przeszłości), w Finlandii - w formie podatków nałożonych na paliwa kopalne, wspomaganych przez system *feed-in tariff* [8].

W systemie taryf gwarantowanych należy zwrócić uwagę, że ceny są różne dla poszczególnych technologii pozyskiwania energii odnawialnej (rys. 4). Tym samym stymulowany jest rozwój różnych technologii, a nie tylko tych, które zapewniają najwyższy wskaźnik produktywności w funkcji nakładów inwestycyjnych.



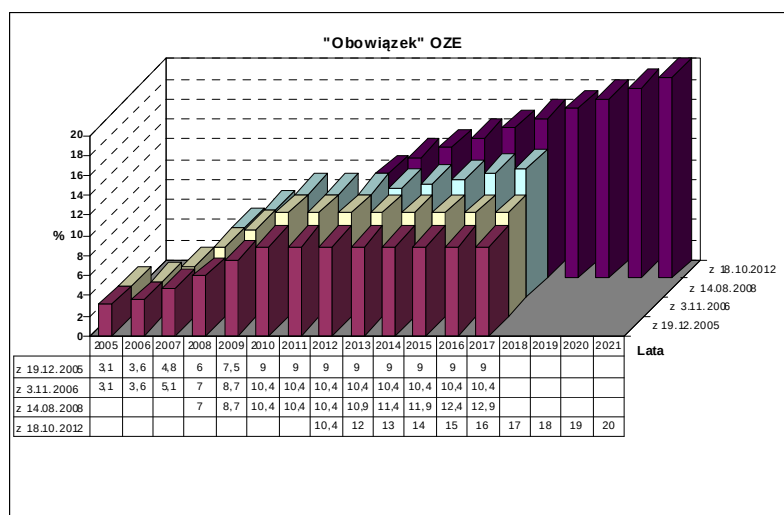
Rys. 4. Uśrednione stawki taryf gwarantowanych dla poszczególnych technologii OZE (w EUR/MWh) [9]

Pierwsze podejście w postaci systemu taryf gwarantowanych jest stosunkowo proste do wdrożenia, a inwestor w przejrzysty sposób może ocenić przyszłe przychody ze sprzedaży energii. Nie należy jednak zapominać o ryzyku politycznym, ponieważ poziom taryfy może zostać zmieniony w każdej chwili lub zostać usunięty przez uchylene prawa. Niektóre kraje starają się wyeliminować to ryzyko gwarantując płatności na wiele lat (np. Niemcy w celu zmniejszenia ryzyka politycznego gwarantują płatności przez 20 lat), jednak zawsze pewien poziom politycznego ryzyka jest nieodłączny dla każdego systemu wsparcia [6].

Z tego względu zdecydowanie mniej ryzykowne jest zawieranie kontraktów długoterminowych, ale bilateralnych, w których poziom taryf gwarantowanych służy, jako poziom odniesienia dla negocjacji.

System wsparcia, który funkcjonuje w Polsce oparty jest na drugim podejściu, w którym, w drodze rozporządzenia określone zostały poziomy obowiązkowych zakupów i umarzania świadectw pochodzenia (rys. 5). Same świadectwa są przedmiotem obrotu na wolnym rynku i przedsiębiorstwa obrotu mogą swobodnie nabywać je w transakcjach giełdowych, jak i bilateralnych.

Przedsiębiorstwo energetyczne, które zajmuje się wytwarzaniem energii elektrycznej w odnawialnym źródle energii generuje dwa źródła przychodów. Pierwsze z nich - ze sprzedanej energii elektrycznej do przedsiębiorstwa zajmującego się obrotem lub do odbiorcy końcowego, drugie - to przychód ze sprzedaży świadectw pochodzenia, tzw. zielonych certyfikatów.



Rys. 5. Wysokość obowiązku umorzenia świadectw pochodzenia energii z odnawialnych źródeł wg kolejnych rozporządzeń Ministra Gospodarki [3, 5]

Ceny, zarówno energii, jak i świadectw podlegają mechanizmom rynkowym, przy czym cena sprzedaży energii elektrycznej jest determinowana średnią ceną energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym w roku poprzednim, a cena świadectwa pochodzenia jest związana z jednostkową opłatą zastępczą, która jest waloryzowana corocznie wskaźnikiem inflacji. Obie te stawki są ogłaszane przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki i są jednolite dla wszystkich technologii pozyskiwania energii.

4. OCENA ISTNIEJĄCYCH SYSTEMÓW WSPARCIA OZE

Obydwa podejścia do kwestii wsparcia energetyki odnawialnej nie są bezpośrednio powiązane, ani z rynkiem energii elektrycznej, ani z wpływem źródeł odnawialnych na pracę systemów elektroenergetycznych.

O ile pierwszy, system taryf gwarantowanych daje pewne sygnały w postaci zróżnicowanych cen dla poszczególnych technologii, to absolutnie nie daje dodatkowych impulsów do obniżania nakładów inwestycyjnych i co za tym idzie nie stymuluje obniżania, czy optymalizacji cen energii elektrycznej dla odbiorcy końcowego. Z drugiej strony system ten nie jest pozbawiony ryzyka politycznego i w pewnych okolicznościach braku stabilizacji może okazać się zbyt ryzykowny dla inwestorów.

Drugie podejście w postaci nałożenia obowiązkowych ilości zakupu certyfikatów i systemu handlu certyfikatami jest systemem zdecydowanie bardziej skomplikowanym. Realizowany jest handel dwoma produktami i inwestorzy są narażeni na podwójne ryzyko związane z fluktuacją cen energii elektrycznej i fluktuacją cen certyfikatów na rynku. System ten działa, o ile ceny rynkowe certyfikatów odzwierciedlają różnicę pomiędzy rynkową ceną energii i kosztami generacji energii odnawialnej.

Analiza obydwu podejść do kreowania systemów wsparcia energetyki odnawialnej wskazuje (tabela 3), że być może należałoby wprowadzić rozwiązanie, które czerpałoby najlepsze rozwiązania z istniejących systemów wsparcia przy jednoczesnym zapewnieniu równego traktowania podmiotów na rynku i optymalizacji wpływu nowych źródeł na system elektroenergetyczny.

Tabela 3 Instrumenty systemowego wspierania odnawialnych źródeł energii [6]

Instrumenty wsparcia		
Finansowe	Administracyjne	Sieciowe
Systemy płatności zakupu energii ze źródeł odnawialnych: • system kształtowania cen (price system), • system kształtowania ilości energii (quota system).	Zapewnienie długiego i przewidywalnego horyzontu czasowego działania systemu wsparcia (gwarantowanie i ustalenie określonego czasu działania danego instrumentu wsparcia)	Określenie uzasadnionych kosztów korzystania z sieci elektroenergetycznych
Dotacje i subwencje do inwestycji	Zapewnienie pierwszeństwa w świadczeniu usług przesyłowych energii elektrycznej z odnawialnych źródeł w krajowym systemie elektroenergetycznym	Przejrzystość cen dostępu do sieci
Preferencyjne i nisko oprocentowane kredyty	Nałożenie obowiązku zakupu	Dopłaty do koniecznych modernizacji sieci
Wsparcie fiskalne: • ulgi podatkowe, • zwolnienia z podatku ekologicznego, • niższe stawki podatku VAT, • zwolnienie z podatku akcyzowego.	Uproszczenie procedur administracyjnych i skracanie okresów uzyskania wymaganych zezwoleń	Współfinansowanie wykonania przyłącza do sieci
		Przejrzyste zasady uzyskania technicznych warunków przyłączenia do sieci
		Duże koszty i nieprzejrzyste ceny dostępu do sieci
		Przychylne uregulowania rynku bilansującego

Rozwiązaniem takim mógłby być system oparty na podatku środowiskowym (ekologicznym), który byłby płacony przez wszystkich sprzedawców energii elektrycznej i ustalany, jako iloczyn wielkości sprzedaży do odbiorców końcowych i stawki środowiskowej. Następnie organ powołany do zarządzania tym funduszem udzielałby wsparcia dokonując alokacji środków na właściwe instalacje.

Wsparcie odbywałoby się nie na poziomie działalności handlowej, tylko poprzez dofinansowywanie inwestycji, które wyłaniane byłyby w drodze konkursów. Nagradzane dofinansowaniem byłyby inwestycje, które spełniałyby kryteria: innowacyjności zasto-

sowanych technologii, braku negatywnego wpływu na sieć poprzez zastosowanie odpowiednich technologii lub zespołów technologii (np. układy hybrydowe), właściwej efektywności i produktywności w funkcji nakładów inwestycyjnych.

Stymulatorem zakupu energii ze źródeł odnawialnych byłaby możliwość odliczenia przez sprzedawców energii od kwoty podatku środowiskowego, ilości energii zakupionej z OZE. Cała energia wyprodukowana w OZE byłaby przedmiotem handlu na rynku energii i poddawana regułom konkurencji.

5. PODSUMOWANIE

Energetyka odnawialna rozwija się na podstawie bodźców inwestycyjnych wdrożonych przez rządy krajowe. Przyjęte systemy wsparcia, zazwyczaj oparte na systemie taryf gwarantowanych, wyróżniają poszczególne technologie źródeł odnawialnych, sterując tym samym przyrostem zdefiniowanych mocy. Przyjęty w Polsce system wsparcia oparty na formule zielonych certyfikatów nie wyróżnia poszczególnych technologii, powodując, że najbardziej rozwijają się te o najniższych kosztach inwestycyjnych oraz operacyjnych, w tym współspalanie biomasy.

Źródła odnawialne mają wpływ na funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego, w szczególności na jego niezawodność.

Przy okazji przygotowywania ustawy o odnawialnych źródłach energii warto raz jeszcze zastanowić się nad wszystkimi możliwymi instrumentami wsparcia źródeł odnawialnych, zasadnymi do przyjęcia w Polsce, biorąc pod uwagę potrzebę optymalizacji wpływu tych źródeł na system elektroenergetyczny. Może wsparcie dla OZE powinno mieć miejsce nie na poziomie działalności handlowej, a poprzez dofinansowanie inwestycji.

LITERATURA

- [1] Dyrektywa 2003/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 czerwca 2003 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 96/92/WE. Dziennik Urzędowy L 176/37 z dnia 15 lipca 2003 r.
- [2] Dyrektywa 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Dziennik Urzędowy L 140/16 z dnia 5 czerwca 2009 r.
- [3] Ministerstwo Gospodarki. Materiał na posiedzenie podkomisji stałej do spraw energetyki Sejmu RP w dniu 7 lutego 2013 r.
- [4] Paska J.: Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2010.

- [5] Paska J.: Aspekty formalno-prawne energetyki rozproszonej w Polsce. *Polityka Energetyczna*. Tom 14, Nr 1, 2011. ss. 145-162.
- [6] Soliński B.: Rynkowe systemy wsparcia odnawialnych źródeł energii - porównanie systemu taryf gwarantowanych z systemem zielonych certyfikatów. *Polityka Energetyczna*. Tom 11, Nr 2, 2008. ss. 107-119.
- [7] Strona internetowa <http://solargis.info>
- [8] Surma T.: (Re) Ewolucja mechanizmu wsparcia wykorzystania odnawialnych zasobów energii. Konferencja „Odnawialne Źródła Energii, Najnowsze Zmiany Prawne, Skuteczna Realizacja Inwestycji”. Warszawa, 30 września - 1 października 2010.
- [9] Surma T.: Stan obecny i perspektywy rozwoju energetyki odnawialnej w Unii Europejskiej – doświadczenia Vattenfall. V Konferencja Naukowa „Globalne ocieplenie a odnawialne źródła energii”. Radom, 17 marca 2009.
- [10] Szwed-Lipińska K., Wodzyński L.: Potencjał krajowy odnawialnych źródeł energii. Urząd Regulacji Energetyki. Warszawa 2013.

SUPPORT SYSTEMS AS AN ESSENTIAL ELEMENT OF THE IMPACT OPTIMIZATION OF NEW, "GREEN" SOURCES OF ELECTRICITY ON THE POWER SYSTEM

Key words: new sources of electricity, subsidies systems, energy policy, optimization

Summary. The issue of the needs and possibilities of stimulating by a system of support for renewable energy generation sources such optimization of kinds of generating sources in terms of minimizing the negative impact on the power grid while promoting ecology and efficiency is given in the paper. It is known that most of the so-called RES has the work characteristics hard to be accurately forecasted and in practice no regulation abilities. It was pointed out that an important role in the development of these energy sources plays a support system created by the State. This article analyzes the types of sources and their impact on the national power system and the proposed ranking of individual sources due to the possibility of forecasting. Also existing support schemes in European countries has been discussed and a critical assessment indicating the potential implementation in Polish conditions has been done.

Józef Paska, prof. dr hab. inż., profesor zwyczajny, kierownik zakładu; Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyki Zakład Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, e-mail: Jozef.Paska@ien.pw.edu.pl

Karol Pawlak, dr inż., Instytut Doradztwa i Analiz. W 2000 roku uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej, a w 2006 roku stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Elektrycznym PW. W swojej karierze zawodowej zdobywał doświadczenie praktyczne pracując i zarządzając w takich podmiotach, jak: Stoen S.A. (późniejszy RWE Polska S.A.), Polenergia S.A. i Polenergia Dystrybucja Sp. z o.o., Elektrownia Północ sp. z o.o. E-mail: kpawlak.energia@gmail.com

Tomasz Surma, dr inż., Vestas Wind Systems A/S, ul. Marynarska 15, 02-674 Warszawa, e-mail: tasum@vestas.com