Mariusz Chmielewski

Perspektywy wykorzystania elektrowni wiatrowych jako odnawialnego źródła energii w Polsce

Ekonomiczne Problemy Usług nr 97, 297-311

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MUZEUM HISTORII POLSKI

ZESZYTY NAUKOWE UNIWERSYTETU SZCZECIŃSKIEGO

NR 724 EKONOMICZNE PROBLEMY USŁUG NR 97 2012

Mariusz Chmielewski
Uniwersytet Gdański

PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA ELEKTROWNI WIATROWYCH JAKO ODNAWIALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII W POLSCE

Wprowadzenie

Celem artykułu jest prezentacja energetyki wiatrowej jako jednego ze źródeł odnawialnych energii (OZE) oraz analiza determinant jego rozwoju w Polsce. Energetyka wiatrowa daje ogromne szanse poprawy aktualnego stanu polskiej energetyki, której system energetyczny w ponad 90% jest oparty na węglu (kamiennym i brunatnym). Według oceny Agencji Rynku Energii, Polska jest samowystarczalna w zakresie zaopatrzenia w węgiel, a zasoby tego surowca wystarczą jeszcze na 200 lat, jednak utrzymywanie monokultury węgla w energetyce jest coraz kosztowniejszym rozwiązaniem i powoduje problemy ekologiczne. Wraz z rozwojem gospodarki i zamożności obywateli ciągle wzrasta zapotrzebowanie na energię elektryczną, które musi iść w parze z koniecznością ochrony środowiska naturalnego i klimatu oraz ze znacznym zwiększeniem udziału OZE w ogólnym bilansie energetycznym. W Polsce udział OZE w ogólnym bilansie energetycznym państwa jest obecnie marginalny. Jednym z głównych jej rodzajów jest energetyka wiatrowa, która ma korzystny wpływ na bezpieczeństwo energetyczne kraju dzięki wielu wyróżniającym ją cechom. Energia z wiatru jest źródłem rozproszonym, niezależnym od dostaw paliw kopalnych i ich cen na rynku międzynarodowym, niezależnym od uwarunkowań gospodarczych, geopolitycznych i wpływów ewentualnego nacisku politycznego przez duże grupy pracownicze. Produkcja energii jest zlokalizowana blisko odbiorców, co zmniejsza potrzebę kosztownych modernizacji sieci najwyższych napięć dla pokrycia rosnącego zapotrzebowania gospodarek na energię elektryczną, a także straty

przesyłowe, uniezależnia system energetyczny od dostaw i importu paliwa oraz skutków awarii i innych zdarzeń losowych, jakie mogą zajść w dużych elektrowniach systemowych. Ponadto przewidywane, naturalne rozproszenie inwestycji na większym obszarze eliminuje niebezpieczeństwo nagłego i jednoczesnego włączenia lub wyłączenia całkowitej mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych i związanych z tym perturbacji w systemie elektroenergetycznym. Jest to dodatkowym argumentem za zachęcaniem inwestorów mających odpowiednie warunki wiatrowe do wykorzystania energii wiatru w różnych obszarach świata. Należy jednak zwrócić uwagę, że farmy wiatrowe powinny być tak zlokalizowane, by nie zakłócać funkcjonowania środowiska naturalnego. Parametrem, który należy uwzględniać w trakcie planowania rozwoju tego rodzaju OZE, jest niewątpliwie wysoki koszt inwestycji, wpływający następnie na koszt wytwarzania energii elektrycznej. Czynnikiem zachęcającym do podjęcia przez potencjalnych inwestorów projektów budowy farm wiatrowych są niewątpliwie wysokie dotacje UE do tego typu OZE.

1. Analiza rynku energetyki wiatrowej na świecie

Pod koniec roku 2010 energetyka wiatrowa na świecie była w stanie wytworzyć około 440 TWh energii, czyli 2,2% światowego zapotrzebowania, a łączna moc zainstalowana osiągnęła poziom bliski 200 GW. Z podanych przez Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej informacji wynika, że w 2010 roku zainstalowano 39,4 GW nowych mocy w energetyce wiatrowej, a koszt tych inwestycji oszacowano na około 40 mld euro. Pod koniec 2010 roku zmienił się też światowy lider w wykorzystaniu energetyki wiatrowej, którym zostały Chiny, wyprzedzając dotychczas przodujące w tej dziedzinie Stany Zjednoczone. W ostatnich latach poziom mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej w krajach będących w czołówce państw produkujących energię z wiatru przedstawiał się następująco:

a) w 2008 roku Stany Zjednoczone osiągnęły poziom mocy zainstalowanej 25,17 GW, co stanowiło 20,8% światowej energii wiatrowej, Niemcy – 23,9 GW (19,8% światowej energii wiatrowej), Hiszpania – 16,7 GW (13,9% światowej energii wiatrowej), a Chiny podwoiły łączną wielkość mocy zainstalowanej, osiągając poziom 12,2 GW, tym samym wyprzedzając Indie (9,6 GW);

b) w 2009 roku Stany Zjednoczone (35,2 GW), Chiny (26 GW), które po raz drugi podwoiły łączną wielkość mocy zainstalowanej, wyprzedziły Niemcy (25,7 GW) i Hiszpanię (19,1 GW);
c) w 2010 roku Chiny (44,7 GW) kolejny raz osiągnęły znaczny wzrost mocy zainstalowanej, tym razem o 18,7 GW i stały się światowym liderem, wyprzedzając Stany Zjednoczone (40,2 GW); na kolejnych miejscach znalazły się Niemcy (27,2 GW), Hiszpania (20,7 GW) oraz Indie (13,01 GW)[1].

Państwa członkowskie Unii Europejskiej wybudowały w 2010 roku 9259 MW nowych mocy i osiągnęły łączny poziom mocy zainstalowanej 84 074 MW. Pozostałe państwa Europy oraz Turcja osiągnęły przyrost rzędu 624 MW, co daje łączną moc zainstalowaną w Europie i Turcji na poziomie 84,7 GW[2]. Z ogólnej tendencji wynika, że rynek energetyki wiatrowej poszerza się, coraz większa liczba krajów zwiększa poziom mocy zainstalowanej, który w latach 2010 i 2009 kształtował się następująco:

a) w 2009 roku 82 kraje na świecie wykorzystywały energetykę wiatrową do przemysłowej produkcji energii, z czego 49 krajów zwiększyło poziom mocy zainstalowanej – około 27% przyrostu mocy przypadało na Europę;
b) w 2010 roku 83 kraje na świecie wykorzystywały energetykę wiatrową do przemysłowej produkcji energii, z czego 50 krajów zwiększyło poziom mocy zainstalowanej – około 25% przyrostu mocy przypadało na Europę;
c) w 2009 roku wybudowano 454 MW nowych mocy w instalacjach *off-shore*, zwiększając łączną moc zainstalowaną w tego typu instalacjach do prawie 2 GW, czyli 1,2% całkowitej, łącznej mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej na świecie;
d) w 2010 roku wybudowano 1,16 GW nowych mocy w instalacjach *off-shore*, zwiększając łączną moc zainstalowaną w tego typu instalacjach do prawie 3,1 GW, czyli 1,6% całkowitej, łącznej mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej na świecie.

Czynnikiem determinującym rozwój ekologicznej energetyki w krajach Unii Europejskiej jest przyjęta 23 kwietnia 2009 roku. Dyrektywa 2009/28/WE

---

[1] United Nations University, www.ourworld.unu.edu, dostęp 29.10.2011.
[2] www.psew.pl, dostęp 03.2011.

Tabela 1

Wymogi nałożone na kraje Unii Europejskiej przez Dyrektywę 2009/28/WE (%)

Kraj	Udział OZE w bilansie energii w 2005 roku	Cel na 2020 rok
Austria	23,3	34
Belgia	2,2	13
Bułgaria	9,4	16
Cypr	2,9	13
Czechy	6,1	13
Dania	17	30
Estonia	18	25
Finlandia	28,5	38
Francja	10,3	23
Grecja	6,9	18
Hiszpania	8,7	20
Holandia	2,4	14
Irlandia	3,1	16
Litwa	15	23
Luksemburg	0,9	11
Łotwa	32,6	40
Malta	0	10
Niemcy	5,8	18
Polska	**7,2**	**15**
Portugalia	20,5	31
Rumunia	17,8	24
Słowacja	6,7	14
Słowenia	16	25
Szwecja	39,8	49
Węgry	4,3	13
Wielka Brytania	1,3	15
Włochy	5,2	17
UE-27	8,5	20

Źródło: Dyrektywa 2009/28/WE z 23.04.2009 r. w sprawie..., s. 16.

w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych[3], która nakłada na wszystkie kraje Unii Europejskiej obowiązek zwiększenia udziału energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych w ogólnym zużyciu energii. Należy zwrócić uwagę, że obowiązek ten jest wyrażony w postaci procentowego stosunku do całkowitego zużycia energii. Oznacza to, że im większe będzie zapotrzebowanie

[3] Dyrektywa 2009/28/WE z 23.04.2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz. Urz. UE L 140 z 5.06.2009.

na energię, tym trudniej będzie osiągnąć cel nałożony przez UE również na Polskę. W tabeli 1 przedstawiono wymogi nałożone tą Dyrektywą na poszczególne państwa członkowskie UE.

Europejskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej (EWEA) 4 grudnia 2009 roku opublikowało raport *Pure Power*, zawierający analizę dotychczasowego rozwoju energetyki wiatrowej w Unii Europejskiej oraz zaktualizowane scenariusze rozwoju tego sektora do roku 2020 i 2030 z podziałem na poszczególne kraje członkowskie. W porównaniu z pierwszą edycją raportu cel wyznaczony przez EWEA dla unijnej energetyki wiatrowej wzrósł z 180 GW do 230 GW w 2020 roku oraz z 300 GW do 400 GW w 2030 roku.

2. Analiza energetyki wiatrowej w Polsce

W Polsce w trzecim kwartale 2011 roku zainstalowano łącznie 484 koncesjonowanych źródeł wytwarzania energii z wiatru o łącznej mocy 1.489 MW. Wśród istniejących parków elektrowni wiatrowych można wyróżnić 13 profesjonalnych projektów.

Tabela 2

Lokalizacja i moc dziesięciu największych parków elektrowni wiatrowych w Polsce

Lokalizacja	Województwo	Moc (MW)
Cisowo	zachodniopomorskie	18,0
Zagórze	zachodniopomorskie	30,0
Tymień	zachodniopomorskie	50,0
Puck	pomorskie	22,0
Kisielice	warmińsko-mazurskie	40,5
Kamieńsk	łódzkie	30,0
Jagniątkowo	zachodniopomorskie	30,6
Gnieżdżewo	pomorskie	22,0
Karścino	zachodniopomorskie	69,0
Suwałki	podlaskie	41,4

Źródło: www.elektrownie-wiatrowe.org.pl, dostęp 30.10.2011.

W Polsce moc zainstalowana w energetyce wiatrowej przypadająca na jednego mieszkańca wynosi 0,012 kW, natomiast przeliczając na 1 km^2 obszaru

lądowego – 1,44 kW[4]. Oznacza to, że poziom nasycenia farmami wiatrowymi jest jednym z najniższych w Europie. Mimo systematycznego wzrostu wielkości produkcji energii elektrycznej z wiatru, która osiągnęła w 2010 roku poziom 1485 GWh, Polska nadal znajduje się na jednym z ostatnich miejsc wśród państw UE.

Od roku 2004 odnotowano ponaddziesięciokrotny wzrost wielkości produkcji energii elektrycznej wytworzonej z wiatru, mimo to wciąż zaspokaja on niecały 1% krajowego zużycia energii elektrycznej. Udział energii wiatrowej w krajowym zużyciu energii elektrycznej w poszczególnych latach przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Udział energii wiatrowej w krajowym zużyciu energii elektrycznej

Rok	Udział (%)	GWh/TWh
2004	0,10	142,3/144,0
2005	0,09	135,3/145,0
2006	0,26	388,4/149,0
2007	0,32	494,2/154,0
2008	0,51	790,2/154,0
2009	0,69	1029,0/148,7
2010	0,96	1485,0/155,0

Źródło: www.elektrownie-wiatrowe.org.pl, dostęp 30.10.2011.

Biorąc pod uwagę fakt, że farmy wiatrowe są głównym OZE wykorzystywanym w naszym kraju, osiągnięcie zakładanego przez UE poziomu będzie wymagało dalszego, znacznego wzrostu liczby uruchamianych farm wiatrowych w Polsce.

3. Determinanty rozwoju polskiej energetyki wiatrowej i polityka energetyczna państwa do 2030 roku

W Polsce podobnie jak na świecie w ostatnim czasie zaobserwowano znaczny wzrost zainteresowania energetyką wiatrową. W pewnym stopniu przyczyniła się do tego sytuacja polskiej energetyki, która stoi przed koniecznością modernizacji i wzmocnienia krajowego systemu elektroenergetycznego. Prawie 36 GW zainstalowanej mocy jest opartych na spalaniu surowców kopalnych i gazu. Jest to

[4] www.psew.pl, dostęp 2.10.2011.

jeden z powodów emitowania przez Polskę rekordowych ilości CO_2. Ponad 80% zainstalowanych mocy należy do 20 krajowych największych elektrowni i elektrociepłowni. Wysłużone bloki węglowe wymagają zastąpienia nowymi mocami wytwórczymi, z których część nadal będzie oparta na węglu, choć z założeniem redukcji wytwarzanych przez nie zanieczyszczeń powietrza. Malejące zasoby tego paliwa, rosnące koszty jego wydobycia, a przede wszystkim konieczność stopniowego dostosowywania polskiej gospodarki do standardów obowiązujących w krajach OECD i UE determinują potrzebę dynamicznego rozwoju OZE.

Polska od 2004 roku jest członkiem Unii Europejskiej, co oznacza, że oprócz korzyści z dofinansowań i innych systemów pomocowych na nasz kraj nałożono też pewne zobowiązania. Jednym z najważniejszych jest wymóg adaptacji prawa krajowego do wymogów prawa wspólnotowego. W ramach zobowiązań ekologicznych UE wyznaczyła na 2020 rok cele ilościowe, tak zwane 3 × 20%, czyli zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do poziomu z 1990 roku, zmniejszenie zużycia energii o 20% w porównaniu z prognozami dla UE na 2020 rok, zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 20% w całkowitym zużyciu energii przez UE. W grudniu 2008 roku przyjęto pakiet klimatyczno-energetyczny, w którym są zawarte konkretne narzędzia prawne realizacji wymienionych celów. Polityka energetyczna państw członkowskich przez działania inicjowane na szczeblach krajowych wpisuje się w realizację celów polityki energetycznej określonych na poziomie Wspólnoty. Kraje UE już wiele lat temu wsparły rozwój energetyki odnawialnej. Zawarto je w wielu dokumentach politycznych i prawnych oraz programach wykonawczych. W opracowanej przez UE polityce energetycznej określono ogólne cele dla państw członkowskich, a jednym z nich jest zmniejszenie uzależnienia od tradycyjnych źródeł energii przez większe wykorzystanie wiatru, słońca, energii wodnej i biomasy. Zwrot w kierunku OZE nazwano „wymogiem bezpieczeństwa" wobec zależności gospodarki światowej od ropy naftowej. Przyjęty przez UE program działań (tzw. deklaracja z Bonn) ma zapewnić do 2015 roku miliardowi ludzi prąd i ciepło z alternatywnych źródeł energii. Wiele dokumentów politycznych i prawnych przyjmowanych w ostatnich latach przez Sejm i Radę Ministrów RP ma na celi dostosowanie polskiego rynku energetycznego do wymogów nałożonych przez UE oraz zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju. Do momentu przyjęcia 22 lutego 2000 roku przez rząd RP dokumentu pod nazwą *Założenia polityki energetycznej Polski do 2020 roku* nie było opracowań obejmujących tak długi horyzont czasowy polityki energetycznej. Następnym opracowaniem przyjętym uchwałą Rady

Ministrów (10.11.2009 r.) był dokument *Polityka Energetycznej Polski do 2030 roku*, w którym określono podstawowe kierunki polskiej polityki energetycznej do 2030 roku. Założono w nim przede wszystkim poprawę efektywności energetycznej, wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii, dywersyfikację struktury wytwarzania energii elektrycznej, rozwój wykorzystania OZE, rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii oraz ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko. Realizacja tych zamierzeń wymaga utrzymania wsparcia producentów energii elektrycznej pozyskiwanej ze OZE.

Z licznych analiz wykonanych na potrzeby ustalenia i monitorowania polityki energetycznej Polski wynika, że wypełnienie zobowiązań wynikających z pakietu energetyczno-klimatycznego UE nie będzie możliwe bez dynamicznego rozwoju energetyki wiatrowej. Uwzględnienie wszystkich wymogów i uwarunkowań środowiskowych, społecznych, gospodarczych, ekonomicznych oraz możliwości organizacyjnych prognozy przewiduje, że największy przyrost udziału mocy z energetyki wiatrowej, wynoszący prawie 13 GW, nastąpi w 2020 roku. Ma to być prawie 11 GW w lądowych farmach wiatrowych, 1,5 GW w morskich farmach wiatrowych oraz 600 MW w małych elektrowniach wiatrowych. Zgodnie z przewidywaniami udział elektrowni wiatrowych w produkcji energii elektrycznej będzie szybko wzrastać, do poziomu 17% w 2020 roku i prawie 29% w 2030 roku. Biorąc pod uwagę obecny stan rozwoju tej branży, czyli 0,9 GW, oznacza to konieczność oddawania do użytku średnio rocznie w ciągu najbliższych dziesięciu lat ponad 600 MW. Ponadto przewiduje się, że w 2020 roku elektrownie wiatrowe, dzięki rozwojowi technologicznemu, będą najtańszym odnawialnym źródłem energii elektrycznej – technologią, w której koszty produkcji energii będą porównywalne z kosztami produkcji energii elektrycznej w funkcjonujących elektrowniach jądrowych. Energetyka wiatrowa to również jedna z najtańszych

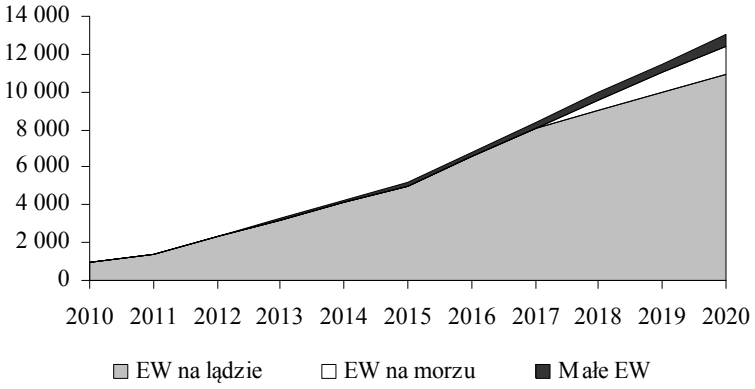
Tabela 4

Prognozowana moc elektrowni wiatrowych w Polsce do 2020 roku
z podziałem na miejsce wytwarzania

Rodzaj elektrowni wiatrowej	Rok										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Na lądzie	920	1 404	2 303	3 202	4 101	5 000	6 561	8 098	9 060	10 008	10 893
Na morzu	0	0	0	0	0	0	0	0	500	1 000	1 500
Małe	1	5	10	70	130	190	250	310	369	429	600

Źródło: *Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 roku.*

opcji technologicznych redukcji emisji CO_2. Zgodnie z opracowanym scenariuszem, redukcja emisji CO_2 do atmosfery za sprawą energetyki wiatrowej wyniesie 33 mln t w 2020 roku, z dalszym wzrostem do 65 mln t w 2030 roku. W tabeli 4 i na rysunku 1 przedstawiono prognozowany wzrost łącznej mocy elektrowni wiatrowych instalowanych w Polsce w latach 2010–2020 z wyszczególnieniem elektrowni wiatrowych lądowych, na wodzie i małych elektrowni.



Rysunek 1. Prognozowana moc elektrowni wiatrowych w latach 2010–2020

Źródło: *Wizja rozwoju energetyki wiatrowej...*

Z przedstawionej prognozy wynika, że w najbardziej dynamiczny wzrost mocy z elektrowni wiatrowych przewidziano od 2015 roku, głównie z elektrowni wiatrowych wybudowanych na lądzie.

4. System świadectw pochodzenia energii z odnawialnych źródeł energii

Na polskim rynku energetycznym wraz z wejściem w życie w październiku 2005 roku znowelizowanych przepisów ustawy Prawo energetyczne zaczął obowiązywać system praw majątkowych wynikający z wydawanych przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) świadectw pochodzenia energii z OZE, tak zwanych zielonych certyfikatów. Prawa majątkowe do świadectw pochodzenia są przedmiotem obrotu Towarowej Giełdy Energii (TGE), dlatego URE informuje TGE o liczbie wydanych „zielonych certyfikatów". W celach ewidencyjnych TGE prowadzi Rejestr Świadectw Pochodzenia (RŚP), w którym producenci eko-

logicznej energii otrzymują swoje indywidualne konta. Producent energii w OZE, chcąc otrzymać świadectwo pochodzenia energii, musi złożyć do prezesa URE, za pośrednictwem operatora energetycznego, stosowny wniosek o wydanie „zielonego certyfikatu" za wolumen wytworzonej i wprowadzonej do sieci energii elektrycznej.

Według obowiązujących polskich i unijnych regulacji prawnych, każde przedsiębiorstwo sprzedające energię elektryczną odbiorcom końcowym musi wykazać, że określony procent tej energii pochodzi z OZE. Innymi słowy, jeśli zakład energetyczny handlujący energią wyprodukowaną w konwencjonalnej technologii nie jest w stanie wyprodukować energii w OZE we własnym zakresie, zobowiązany jest do wniesienia opłaty zastępczej. Opłatę tę można wnieść w dwojaki sposób: albo przez jej uiszczenie w formie pieniężnej z przeznaczeniem dla Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, albo przez zakup na TGE, wykazanie w rejestrze prowadzonym przez URE oraz umorzenie w wyznaczonym terminie nabytych na rynku świadectw pochodzenia, czyli tak zwanych zielonych certyfikatów.

Obowiązek uzyskania i przedstawienia do umorzenia prezesowi URE świadectw pochodzenia wynika z art. 9a ust. 1 ustawy Prawo energetyczne[5]. Obowiązek ten uznaje się za spełniony, jeżeli za dany rok udział ilościowy sumy energii elektrycznej wynikającej z umorzonych świadectw pochodzenia lub uiszczonej opłaty zastępczej w całkowitej rocznej sprzedaży energii elektrycznej wynosi nie mniej niż poziom określony w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 roku[6]. Dla przedsiębiorstwa zajmującego się obrotem energią elektryczną tańszym rozwiązaniem jest wnoszenie opłaty w formie certyfikatów, ponieważ na przykład ceny certyfikatów wynikające z długoterminowych kontraktów ich zakupu są niższe i zwyczajowo stanowią około 85–95% ich wartości. Wartość „zielonego certyfikatu" koresponduje z wartością opłaty zastępczej ustalanej corocznie do 31 marca przez prezesa URE. Podstawą do wyznaczenia wartości opłaty zastępczej była kwota 240 zł/MWh, którą co roku podnosi się odpowiednio do wzrostu wskaźnika inflacji. W roku 2011 wartość opłaty zastęp-

[5] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, DzU 1997, nr 54, poz. 348; DzU 2003, nr 153, poz. 1504, DzU 2006, nr 89, poz. 625.

[6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14.08.2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym) źródle energii, DzU 2008, nr 156, poz. 969.

czej odpowiadającej zielonemu świadectwu wynosiła 274,92 zł za każdą MWh energii elektrycznej wyprodukowaną przez elektrownię wiatrową. Kolejnym elementem sprzyjającym rozwojowi energetyki wykorzystującej OZE jest nałożony polskim prawem na przedsiębiorstwa energetyczne obowiązek zakupu ekologicznej energii wyprodukowanej w każdym przyłączonym do sieci elektroenergetycznej i koncesjonowanym OZE. Przedstawione obowiązki zakupu ekologicznej energii oraz wnoszenia opłaty zastępczej za niewystarczające zbilansowanie sprzedaży energii wyprodukowanej w sposób konwencjonalny z energią pochodzącą z OZE, działają jednocześnie jako system wsparcia producentów energii ze źródeł odnawialnych. Dzięki temu za wyprodukowaną przez elektrownię wiatrową energię otrzymuje się, oprócz regularnego wynagrodzenia za sprzedaną energię elektryczną do sieci, dodatkowe wynagradzanie za sprzedaż praw majątkowych do świadectw pochodzenia „zielonych certyfikatów". System „zielonych certyfikatów" zdecydowanie uatrakcyjnił rynek OZE, zarówno dla inwestorów krajowych jak i zagranicznych, co zaowocowało znacznym zwiększeniem liczba podejmowanych i realizowanych projektów. Przedsiębiorstwa sprzedające energię odbiorcom końcowym ze źródeł nieodnawialnych, nawet chcąc utrzymać stały poziom obrotu energią, zmuszone będą w kolejnych latach do zwiększania nakładów ponoszonych na zakup „zielonych certyfikatów". Oznacza to, że popyt na tego rodzaju certyfikaty będzie rósł, co spowoduje wzrost całego sektora producentów energii z odnawialnych źródeł.

5. Możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce

Energia wiatrowa nie jest jedynym OZE wykorzystywanym w Polsce. Pozostałe to biogaz, biomasa, energia wodna i ze słońca. W tabeli 5 ukazano prognozowany rozkład mocy otrzymanej ze źródeł odnawialnych na lata 2020 i 2030. Według prognozy Fundacji na rzecz Energetyki Zrównoważonej w 2020 roku energia otrzymywana z wiatru będzie stanowić blisko 80% całej wytworzonej energii elektrycznej w OZE, a w 2030 roku – już ponad 84%.

W celu oceny możliwości rozwoju energetyki wiatrowej Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej przeprowadziło analizę znanych obecnie i dających się racjonalnie wyznaczyć podstawowych ograniczeń mających wpływ na potencjał sektora. Do podstawowych obszarów ograniczeń rozwoju sektora zaliczono:

a) liczbę źródeł wiatrowych bezpiecznych dla Krajowego Systemu Elektroenergetycznego;
b) dostępność terenu pod lokalizację farm wiatrowych;
c) możliwość rozwoju przez operatorów nieprzeciążających się sieci przemysłowych i dystrybucyjnych do 2020 roku.

Tabela 5

Prognozowany rozkład mocy OZE w latach 2020 i 2030 (MW)

Źródło odnawialne	Rok 2008	Rok 2020	Rok 2030
Biogaz	61	450	850
Biomasa	232	800	1 250
Woda	941	958	970
Wiatr na lądzie	472	6 500	11 500
Wiatr na morzu	0	3 000	5 500
Suma	1 706	1 1708	20 070

Źródło: *Prognoza rozwoju rynku odnawialnej energetyki elektrycznej do 2020 r., z uwzględnieniem perspektywy 2030 r.*, FNEZ.

Wiatry wiejące nad powierzchnią lądów, po uwzględnieniu różnych rodzajów strat oraz możliwości rozmieszczenia instalacji wiatrowych, mają potencjał energetyczny o mocy 40 TW. Tylko 10% tej wartości przewyższa cały potencjał śródlądowej energii wodnej i wynosi 20 razy więcej niż obecna moc zainstalowanych na świecie elektrowni, a zasoby energii wiatru nie wyczerpią się nigdy, gdyż są stale podtrzymywane przez słońce. Ilość energii elektrycznej produkowanej przez turbiny wiatrowe zależy od prędkości i kierunku wiatru w danym punkcie terenu, co jest wynikiem działania wielu różnych czynników, wśród których istotną rolę odgrywają:

– ukształtowanie terenu,
– temperatura powietrza,
– lokalny stan równowagi atmosfery,
– typ pokrycia terenu (szorstkość),
– obecność zbiorników wodnych,
– różnego rodzaju przeszkody terenowe.

Do wykorzystywania energii wiatru do produkcji prądu niezbędne są odpowiednie warunki, to znaczy stałe występowanie wiatru o określonej prędkości. Elektrownie wiatrowe skupione w postaci farmy wiatrowej pracują zazwyczaj przy wietrze wiejącym z prędkością od 3 m/s do 25 m/s, a optymalna prędkość

to od 11 m/s do 20 m/s. Zbyt mała prędkość wiatru uniemożliwia wytwarzanie energii elektrycznej o wystarczającej mocy, z kolei zbyt duża prędkość – przekraczająca 30 m/s – może skutkować mechanicznymi uszkodzeniami wiatraka, dlatego w takiej sytuacji jego praca zostaje wstrzymana[7]. Realny potencjał ekonomiczny energii wiatrowej w Polsce ocenia się na 445 PJ[8], w tym 337 PJ może pochodzić z elektrowni wiatrowych zlokalizowanych na lądzie, a 67 PJ z elektrowni umieszczonych na morzu. Zarówno teoretyczne analizy jak i praktyka potwierdzają możliwość dużego – do około 30–50% – udziału energii wiatrowej w systemie elektroenergetycznym bez szczególnego negatywnego oddziaływania źródeł wiatrowych na system energetyczny. Po uwzględnieniu marginesu za bezpieczny uznaje się udział na poziomie 20%. Przy tych wielkościach ilość energii elektrycznej wytwarzanej przez elektrownie wiatrowe w 2020 roku wyniesie 30 TWh.

Na podstawie wieloletnich pomiarów wykonywanych w sieci obserwacyjnej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej opublikowano mapy wietrzności dla obszaru Polski. Wynika z nich, że uprzywilejowane pod względem zasobów energii wiatru tereny stanowią 2/3 terytorium Polski i należą do nich:

- wybrzeże Morza Bałtyckiego, a szczególnie jego środkowa, najbardziej wysunięta na północ część od Koszalina po Hel oraz wyspa Uznam,
- Suwalszczyzna,
- środkowa Wielkopolska i Mazowsze,
- Beskid Śląski i Beskid Żywiecki,
- Pogórze Dynowskie i Bieszczady.

Inwestorzy zapytani przez autorów raportu rynku energetyki w Polsce[9] o miejsce na realizację planowanej inwestycji, wskazywali najczęściej północną część Polski (województwo pomorskie – 47,4%, zachodniopomorskie – 36,8%, kujawsko-pomorskie – 26,3% i warmińsko-mazurskie – 31,6%). Ponadto popularnością cieszy się również Wielkopolska, na którą wskazało aż 42,1% inwestorów. Są to zazwyczaj regiony o najbardziej sprzyjających warunkach do pozyskiwania energii wiatrowej. Duńskie Risø National Laboratory podjęło próbę rozszerzenia opracowanego przez siebie *Europejskiego atlasu wiatrowego* w taki sposób, aby obejmował on północną część Polski. W jej wyniku Risø stwierdził, że na polskim

---

[7] http://pswm-wielkopolska.com.pl/energia.php, dostęp 20.10.2011.

[8] K. Michałowska-Knap, G. Wiśniewski, *Stan obecny i potencjał energetyki odnawialnej w Polsce*.

[9] Tamże.

wybrzeżu Bałtyku warunki wiatrowe są zbliżone do duńskich i holenderskich, natomiast pozostała północna część Polski odpowiada pod względem wietrzności warunkom notowanym w środkowej części Niemiec. Z innych opracowań, na przykład Pacific Northwest Laboratory, wynika, że oprócz wymienionych na terenie Polski można wyróżnić także wiele innych, mniejszych obszarów (np. okolice Kielc, Wyżynę Krakowsko-Częstochowską, wschodnią część Pogórza Sudeckiego, Wysoczyznę Lubińską), gdzie lokalne warunki klimatyczne i terenowe szczególnie sprzyjają rozwojowi energetyki wiatrowej. Z przeprowadzonych przez Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej analiz wynika, że dostępność terenów pod lokalizację turbin wiatrowych nie jest dużym ograniczeniem rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce. Dodatkowym potencjałem są farmy wiatrowe *off-shore* (zbudowane na wodzie, blisko wybrzeża), lecz obecnie zasoby *off-shore* nie mogą być wykorzystane z uwagi na ustanowienie obszaru Natura 2000 na prawie całym obszarze morza terytorialnego i wprowadzenia wysokich opłat za promesę koncesji na posadowienie sztucznej wyspy w wyłącznej strefie ekonomicznej.

Popularność farm wiatrowych w Polsce wciąż rośnie. Wynika to z powszechnego przekonania inwestorów, że inwestycja o wysokiej stopie zwrotu gwarantuje zyski przez wiele lat. Pozyskiwanie energii z odnawialnych źródeł jest w Polsce mocniej wspierane niż w innych krajach Europy. Zakup zielonej energii jest zagwarantowany w prawie energetycznym, lecz aby rozpocząć produkcję, inwestor musi zapewnić przyłączenie do sieci energetycznej, co wymaga czasu oraz środków na budowę przyłączy energetycznych oraz pokonanie problemów natury biurokratycznej, by uzyskać koncesję na wytwarzanie energii elektrycznej w OZE. Trudno jednak oszacować, w jakim czasie, dzięki między innymi świadectwom pochodzenia energii, nastąpi zwrot z inwestycji. Dużo zależy od warunków wiatrowych na danym terenie: im są lepsze, tym większa produkcja energii i tym więcej „zielonych certyfikatów" otrzyma producent, co przyczyni się do szybszego zwrotu inwestycji. W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie zagranicznych inwestorów branżowych oraz krajowych koncernów energetycznych zakupem projektów związanych z OZE. Rynek projektów wiatrowych obejmuje dwa typy transakcji: sprzedaż pracujących parków elektrowni oraz sprzedaż projektów znajdujących się w różnych fazach przygotowania do budowy (najczęściej z wydanym pozwoleniem na budowę oraz wynegocjowanymi porozumieniami z mieszkańcami okolicznych miejscowości), zazwyczaj

prowadzone przez wyspecjalizowane spółki lub specjalnie powołane do tego celu spółki celowe.

Literatura

Dyrektywa 2009/28/WE z 23.04.2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz. Urz. UE L 140 z 5.06.2009.

http://pswm-wielkopolska.com.pl/energia.php, dostęp 20.10.2011.

Michałowska-Knap K., Wiśniewski G., *Stan obecny i potencjał energetyki odnawialnej w Polsce*.

Prognoza rozwoju rynku odnawialnej energetyki elektrycznej do 2020 r., z uwzględnieniem perspektywy 2030 r., FNEZ.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14.08.2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym) źródle energii, DzU 2008, nr 156, poz. 969.

United Nations University, www.ourworld.unu.edu, dostęp 29.10.2011.

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, DzU 1997, nr 54, poz. 348; DzU 2003, nr 153, poz. 1504, DzU 2006, nr 89, poz. 625.

www.elektrownie-wiatrowe.org.pl, dostęp 30.10.2011.

www.psew.pl, dostęp 03.2011.

www.psew.pl, dostęp 2.10.2011.

PROSPECTS FOR WIND POWER AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE IN POLAND

Summary

This article shows the wind as the one of the types of renewable energy sources. The aim of this paper was to analyze the prospects of using this kind of power plants in Poland. The analysis shows that wind farms in Poland provide the possibility of increasing the share of renewable sources in electricity production. This is due to both the terrain and the existing legal regulations in Poland.