

Marcin Zawada¹

ROLA ENERGETYKI WIATROWEJ W ROZWOJU RYNKÓW ENERGII W POLSCE, EUROPIE I NA ŚWIECIE

Streszczenie

Odnawialne źródła energii rozwijają się na całym świecie znacznie szybciej niż konwencjonalne, a największe znaczenie wśród nich odgrywa energetyka wiatrowa. Obecnie energetyka wiatrowa dostarcza ok. 3% globalnego zużycia energii elektrycznej, dzięki czemu uznawana jest za światowego lidera zielonych technologii. Zasadniczym celem niniejszego opracowania jest charakterystyka energetyki wiatrowej na świecie, w Europie i Polsce w ostatnich kilkunastu latach oraz ocena jej roli w rozwoju rynku energii odnawialnej, zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego i kreowaniu nowych miejsc pracy.

Słowa kluczowe: energia odnawialna, energia wiatrowa, bezpieczeństwo energetyczne, rynek pracy

ROLE OF WIND POWER IN DEVELOPMENT OF ENERGY MARKETS IN POLAND, EUROPE AND WORLDWIDE

Abstract

Renewable energy sources are developing around the world much faster than the conventional ones. Among them, wind power plays the most important part. Currently, it provides about 3% of the global electricity consumption, so it is considered a world leader in green technology. The main objective of this paper is to characterize the wind power sector in the world, Europe and Poland during the recent years, and to assess its role in the development of the renewable energy market, energy security and the creation of new jobs.

Key words: renewable energy, wind energy, energy security, labour market

Wstęp

Odnawialne źródła energii rozwijają się na całym świecie znacznie szybciej niż konwencjonalne, a wśród nich największym tempem wzrostu charakteryzuje się energetyka wiatrowa. Obecnie energetyka wiatrowa dostarcza ok. 3% globalnego zużycia energii elektrycznej, dzięki czemu uznawana jest za światowego lidera zielonych technologii. Z najnowszego raportu Światowego Stowarzyszenia Energety-

¹ dr inż. Marcin Zawada – Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania

ki Wiatrowej (WWEA) za rok 2012 wynika, że już 100 krajów zdecydowało się na pozyskiwanie energii elektrycznej z wiatru. Energetyka wiatrowa stanowi bowiem istotną ekologiczną alternatywę dla paliw kopalnych i umożliwia zwiększenie niezależności energetycznej państw ją wykorzystujących.

Aktualny rozwój energetyki wiatrowej na świecie odbywa się w dwóch podstawowych kierunkach²:

- a) lądowa energetyka wiatrowa (ang. *onshore wind power*) – w ramach tej kategorii możemy wyróżnić:
 - wielkoskalową energetykę wiatrową – pojedyncze turbiny o mocach zwykle powyżej 1 MW lub farmy wiatrowe (złożone z kilku lub kilkadziesiąt turbiny wiatrowych), produkujące energię elektryczną w celu jej sprzedaży do sieci;
 - małą (rozproszoną) energetykę wiatrową (ang. *small (distributed) wind energy*) – pojedyncze turbiny wiatrowe o mocy nie przekraczającej 100 kW, zlokalizowane głównie w pobliżu domostw jako alternatywne źródło energii; małe elektrownie wiatrowe znajdują zastosowanie także tam, gdzie brak uzasadnienia ekonomicznego dla doprowadzenia energii z sieci elektroenergetycznej (np. zasilanie oświetlenia znaków drogowych, billboardów itp.);
 - energetykę wiatrową średniej skali – pojedyncze turbiny o mocach z przedziału 200-600 kW, przyłączone do sieci elektroenergetycznej, będące w posiadaniu osób indywidualnych, małych przedsiębiorstw lub społeczności lokalnych;
- b) morska energetyka wiatrowa (ang. *offshore wind power*) – farmy wiatrowe zlokalizowane na otwartych wodach morskich; obecnie są to konstrukcje, trwale związane z dnem morskim, jednakże badane są również możliwości budowy turbin pływających, przeznaczonych do instalowania w miejscach znacznie oddalonych od lądu, na większych głębokościach.

Morska energetyka wiatrowa jest stosunkowo nową technologią pozyskiwania energii elektrycznej, jednakże w ostatnich latach notowany jest niezwykle intensywny jej rozwój (szczególnie w Europie), wynikający z korzystnej dla sektora energetyki odnawialnej polityki Unii Europejskiej. Do największych zalet intensywnego rozwoju morskich turbin wiatrowych należy zaliczyć: wykorzystanie większych prędkości wiatru na obszarach morskich, skutkujące wyższą wydajnością; warunki wiatrowe na morzu stabilniejsze w porównaniu z lądem; możliwość zastosowania turbin o większych mocach (rozmiarach); brak kontrowersji, związanych z instalacją elektrowni w bliskim sąsiedztwie obszarów zamieszkałych.

Zgodnie z założeniami przyjętymi przez Unię Europejską do 2020 roku 20% produkowanej energii pochodzić ma ze źródeł odnawialnych. Nową dyrektywę

² G. Wiśniewski, K. Michałowska-Knap, S. Koć, *Energetyka wiatrowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju w Polsce*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012, http://www.senat.gov.pl/gfx/senat/userfiles/_public/k8/senat/zespoły/energia/raport.pdf, data dostępu 15.01.2014 r., s. 4.

(2009/28/WE) w sprawie odnawialnych źródeł energii ostatecznie przyjęto w kwietniu 2009 roku. W dokumencie tym dla każdego z 27 państw określono indywidualny procentowy poziom produkcji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, który ma być osiągnięty w 2020 roku, uwzględniający zróżnicowany punkt wyjściowy (za bazę przyjmując 2005 rok), strukturę źródeł energii i potencjał poszczególnych krajów. Największe znaczenie odgrywać ma w tym aspekcie energetyka wiatrowa, która w bilansie energetycznym stanowić ma 11,6% – 14,3% produkowanej energii³.

Zaletą energetyki wiatrowej w aspekcie społeczno-gospodarczym jest korzystny jej wpływ na rynek pracy i aktywność gospodarczą. Obecnie w Europie sektor ten zapewnia ponad 150 tys. pełnoetatowych stanowisk pracy. Według prognozy Europejskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej (EWEA) zatrudnienie w tym sektorze w UE w 2020 roku wzrośnie do ponad 350 tys. miejsc pracy⁴. Rynek energetyki wiatrowej oferuje miejsca pracy nie tylko przy montażu i obsłudze farm wiatrowych. Sektor daje także zatrudnienie producentom komponentów, biurom projektowym oraz firmom analizującym proces inwestycyjny.

Energetyka odnawialna, z uwagi na ciągły wzrost jej mocy zainstalowanej, zaczyna oddziaływać w istotny sposób również na funkcjonowanie krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE). Pod względem mocy zainstalowanej energetyka wiatrowa stanowi najistotniejszą pozycję w kategorii odnawialnych źródeł zasilających KSE w energię elektryczną. W roku 2012 nastąpiło przekroczenie bariery 2 000 MW mocy zainstalowanej w zlokalizowanych w Polsce siłowniach wiatrowych⁵.

Zasadniczym celem niniejszego opracowania jest charakterystyka energetyki wiatrowej na świecie, w Europie i Polsce w ostatnich kilkunastu latach oraz ocena jej roli w rozwoju rynku energii odnawialnej, zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego i kreowaniu nowych miejsc pracy.

1. Energetyka wiatrowa na świecie

Światowa moc zainstalowana w energetyce wiatrowej osiągnęła w 2012 roku 282,4 GW, z czego aż 44,6 GW zostało dodane do użytku w 2012 roku – to więcej niż kiedykolwiek wcześniej (tabela 1.). Rynek nowo zainstalowanych mocy zwiększył się o 19,2% – to najwyższy wskaźnik od ponad dekady. Wszystkie turbiny wiatrowe, zainstalowane do końca 2012 roku na całym świecie, mogą zapew-

³ *Rynek energii wiatrowej w Polsce*, <http://green-power.com.pl/pl/home/rynek-energetyki-wiatrowej-w-polsce-i-europie/>, data dostępu 30.03.2014 r.

⁴ G. Wiśniewski et al., *Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 r.*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa, listopad 2009, s. 46, http://www.ieo.pl/pl/raporty/doc_details/333-qwizja-rozwoju-energetyki-wiatrowej-w-polsce-do-2020-r.html, data dostępu 01.02.2014 r.

⁵ K. Badyda, *Energetyka wiatrowa – aktualne trendy rozwoju*, „Energetyka” 2013, nr 5, s. 393.

nić 580 TWh energii elektrycznej rocznie – to ponad 3% światowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Obroty sektora energetyki wiatrowej osiągnęły w 2012 roku wartość 60 mld euro / 75 mld USD⁶.

Tabela 1. Światowa moc zainstalowana w energetyce wiatrowej i jej dynamika w latach 1997-2012

Rok	Moc zainstalowana (MW)	Przyrost (MW)	Przyrost (%)	Afryka (MW)	Europa (MW)	Ameryka Północna (MW)	Ameryka Południowa (MW)	Azja (MW)	Oceania (MW)
1997	7 482	–	–	6	4 620	1 721	12	1 115	8
1998	9 670	2 188	29,3	6	6 426	1 932	31	1 242	33
1999	13 699	4 029	64,3	63	9 464	2 709	34	1 385	44
2000	18 040	4 341	31,7	147	13 248	2 751	38	1 791	65
2001	24 318	6 279	34,9	147	17 287	4 515	51	2 213	106
2002	31 184	6 866	28,3	156	23 281	4 992	50	2 568	138
2003	39 333	8 150	26,2	262	28 750	6 763	73	3 254	233
2004	47 662	8 330	21,2	242	34 741	7 263	83	4 762	573
2005	59 063	11 401	24,0	252	40 911	10 001	93	7 035	773
2006	74 175	15 112	25,6	337	48 542	13 303	302	10 679	1 014
2007	93 959	19 784	26,7	478	57 013	18 908	335	16 061	1 165
2008	121 247	27 289	29,1	584	65 818	27 787	448	24 767	1 846
2009	157 910	36 664	30,3	743	75 353	38 901	863	39 809	2 244
2010	194 559	36 649	23,3	900	85 343	44 948	1 222	59,55	2 598
2011	237 029	42 471	21,9	1 004	94 364	53 474	1 826	83 688	2 676
2012	282 410	45 381	19,2	1 076	107 185	67 970	2 984	99 942	3 255

Źródło: opracowanie własne na podstawie The Wind Power, <http://www.thewindpower.net>, data dostępu 10.01.2014 r.

Najwięcej mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej znajduje się w Europie – 107 185 MW, co stanowi prawie 38% mocy światowej. Na drugim miejscu znajduje się Azja z prawie 100 000 MW (35,4% światowych zasobów). Trzecie miejsce zajmuje Ameryka Północna (24%), kolejne Oceania (1,2%), Ameryka Południowa (1,1%) i Afryka (0,4%).

Największe średnie roczne tempo wzrostu mocy zainstalowanej w analizowanym okresie można zaobserwować w Oceanii (49,3%), dalej w Ameryce Południo-

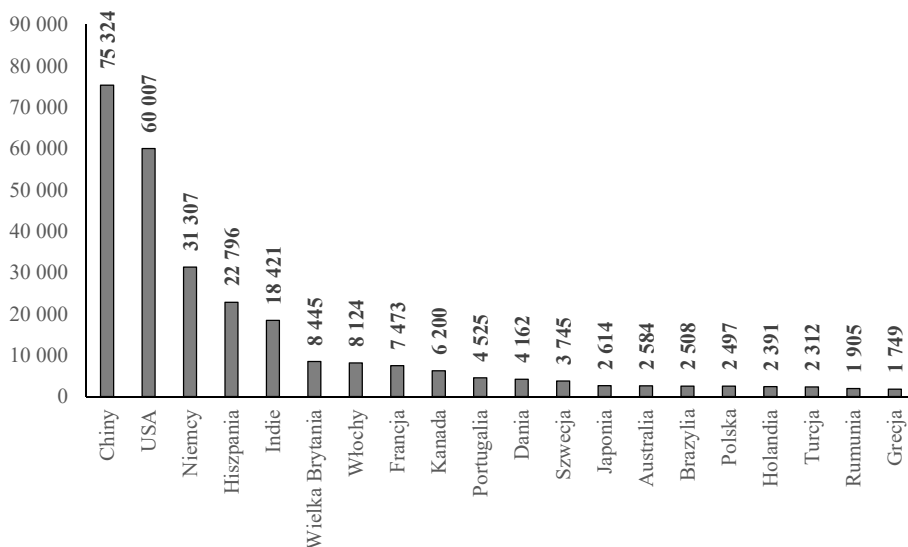
⁶ *Energetyka wiatrowa na świecie*, <http://gpi.pl/gpi-energetyka-wiatrowa-na-swiecie>, data dostępu 10.12.2013 r.

wej (44,4%), Afryce (41,3%), Azji (34,9%), Ameryce Północnej (27,8%) i Europie (23,3%).

Światowym liderem energetyki wiatrowej pozostaje Chińska Republika Ludowa (rysunek 1.), gdzie działają farmy o łącznej mocy 75,3 GW, wyprzedzając USA (60 GW) oraz Niemcy (31,3 GW).

Prognozy krótkoterminowe wskazują, że najwyższe tempo wzrostu mocy w najbliższych latach będzie występować w krajach azjatyckich, a także w USA. Natomiast prognozy długoterminowe, sporządzone dla roku 2025, sugerują, że udziały te wyrównają się i ok. 25% z całkowitej zainstalowanej światowej mocy będzie zlokalizowane w Azji⁷.

Rysunek 1. Moc zainstalowana (MW) w energetyce wiatrowej w 20 przodujących krajach świata



Źródło: The Wind Power..., op. cit.

2. Energetyka wiatrowa w Europie

Światowe zasoby energetyczne wiatru w skali globalnej są trudne do oszacowania. Na świecie jak dotychczas dokonano oceny jedynie jego wybranych regionów, szczególnie intensywnie w tym zakresie działają ośrodki duńskie, niemieckie i ame-

⁷ *Global Wind Energy Outlook*, GWEC, 2012, http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/11/GWEO_2012_lowRes.pdf, data dostępu 25.11.2013 r.

rykańskie. Dla Europy standardem stała się metodyka „atlasu wiatru” i opracowana na jej podstawie mapa zasobów energii wiatrowej większości krajów europejskich. Z opracowania *European Wind Atlas* wynika, że największe zasoby wiatru ma Wielka Brytania i Irlandia, następnie północne części Holandii i Niemiec. Dobre warunki wiatrowe występują również lokalnie (w zależności od specyfiki ukształtowania terenu) we wszystkich krajach europejskich⁸.

W państwach Europy rozwój energetyki wiatrowej od wielu lat charakteryzuje się wysoką dynamiką. Przodują takie kraje jak: Hiszpania, Niemcy, Włochy, Francja i Wielka Brytania (tabela 2.). Ciekawostką jest, że Włochy, które posiadają jedne z gorszych warunków wiatrowych, zajmują wysokie miejsce w produkcji energii elektrycznej z farm wiatrowych. W ciągu ostatnich kilku lat energetyka wiatrowa w Europie była technologią, która odnotowywała najwyższe przyrosty roczne mocy zainstalowanej wśród wszystkich technologii produkcji energii elektrycznej (odnawialnych i konwencjonalnych). Dopiero w roku 2011 większe przyrosty odnotował sektor fotowoltaiki.

Na koniec 2012 roku pracowały w Europie farmy wiatrowe o łącznej mocy wynoszącej 109 581 MW. W porównaniu z rokiem 2011 wzrost mocy wyniósł 12 538 MW. W 2012 roku w całej Europie zainstalowano 12 744 MW energii wiatrowej, z czego 11 688 MW w samej Unii Europejskiej. Spośród 11 688 MW mocy zainstalowanej 10 729 MW stanowiła ta na lądzie, a pozostała część usytuowana była na morzu. Pod względem największego przyrostu mocy w 2012 roku pierwsze miejsce przypadło Niemcom, gdzie zainstalowano 2 415 MW. Drugie miejsce zajęła Wielka Brytania z 1 897 MW, a następnie Włochy z 1 273 MW. Kolejne miejsca zajęły: Hiszpania (1 122 MW), Rumunia (923 MW), Polska (880 MW), Szwecja (845 MW) i Francja (757 MW)⁹.

Zainstalowana moc w energetyce wiatrowej na koniec 2012 roku pozwoliła wyprodukować 231 TWh energii elektrycznej, co stanowi 7% unijnej konsumpcji. Największy udział energetyki wiatrowej w zaspokajaniu potrzeb na energię elektryczną spośród państw członkowskich Unii Europejskiej posiadały: Dania (27,1%), Portugalia (16,8%), Hiszpania (16,3%), Irlandia (12,7%) i Niemcy (10,8%)¹⁰.

⁸ I. Soliński, B. Soliński, M. Solińska, *Rola i znaczenie energetyki wiatrowej w sektorze energetyki odnawialnej*, „Polityka Energetyczna” 2008, t. 11, z. 1, s. 453.

⁹ *Wind in Power 2012 European statistics*, http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf, data dostępu 10.02.2014 r.

¹⁰ Ibidem.

Tabela 2. Moc elektrowni wiatrowych w państwach Unii Europejskiej w latach 2005-2012 (MW)

Kraj	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EU 27	48 027	48 069	56 517	64 719	75 090	84 278	94 352	106 040
Austria	819	965	982	995	995	1 011	1 084	1 378
Belgia	167	194	287	415	563	911	1 078	1 375
Bułgaria	10	36	57	120	177	375	516	684
Cypr	0	0	0	0	0	82	134	147
Czechy	28	54	116	150	192	215	217	260
Dania	3 128	3 136	3 125	3 163	3 465	3 752	3 956	4 162
Estonia	32	32	59	78	142	149	184	269
Finlandia	82	86	110	143	147	197	199	288
Francja	757	1 567	2 454	3 404	4 574	5 660	6 807	7 564
Grecja	573	746	871	985	1 087	1 208	1 634	1 749
Hiszpania	10 028	11 623	15 131	16 689	19 160	20 676	21 674	22 796
Holandia	1 219	1 558	1 747	2 225	2 215	2 237	2 272	2 391
Irlandia	495	746	795	1027	1 310	1 428	1 614	1 738
Litwa	6	48	51	54	91	154	179	225
Luksemburg	35	35	35	35	35	42	45	45
Łotwa	27	27	27	27	28	31	48	68
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0
Niemcy	18 414	20 622	22 247	23 903	25 777	27 214	29 071	31 308
Polska	83	153	276	544	725	1 107	1 616	2 497
Portugalia	1 022	1 716	2 150	2 862	3 535	3 898	4 379	4 525
Rumunia	1	3	8	11	14	462	982	1 905
Słowacja	5	5	5	3	3	3	3	3
Słowenia	0	0	0	0	0	0	0	0
Szwecja	509	571	788	1 048	1 560	2 163	2 899	3 745
Węgry	17	61	65	127	201	295	329	329
W. Brytania	1 332	1 962	2 406	2 974	4 245	5 204	6 556	8 445
Włochy	1 718	2 123	2 726	3 736	4 849	5 797	6 878	8 144

Źródło: opracowanie własne na podstawie European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org>, data dostępu 10.01.2014 r.

W obecnej sytuacji dla dalszego rozwoju energetyki wiatrowej w Europie kluczowy wydaje się być aspekt wzrastającego nasycenia się rynków Niemiec i Hiszpanii, nie wspominając już o Danii i Holandii, państwach, które jako pionierzy energetyki wiatrowej już prawie całkowicie nasyciły swoje rynki.

W ostatnich latach popularne stały się morskie farmy wiatrowe. Elektrownie takie buduje się wzdłuż wybrzeża. Na Morzu Północnym powstało już wiele takich

inwestycji, na Bałtyku kilka farm wiatrowych istnieje u wybrzeży Dani, Finlandii i Szwecji. Elektrownie takie mogą wyprodukować więcej energii elektrycznej w porównaniu z zainstalowanymi na lądzie, ze względu na większą prędkość wiatru. W 2012 roku osiem z państw UE wybudowała takie farmy o łącznej mocy 4 993 MW. Najwięcej powstało ich w Wielkiej Brytanii o mocy 2948 MW, dalej w Danii (921 MW), Belgii (380 MW), Niemczech (280 MW), Holandii (228 MW), Szwecji (164 MW), Finlandii (26 MW) i Irlandii (25 MW)¹¹.

3. Energetyka wiatrowa w Polsce

Dominujące źródło energii odnawialnej generowanej w Polsce stanowi biomasa. Udział jej w mocy zainstalowanej w KSE jest trudny do jednoznacznego określenia ze względu na powszechne stosowanie instalacji współspalania w dużych blokach energetycznych. Znaczący udział w strukturze mocy zainstalowanej przypada również na energetykę wiatrową.

Krajowa produkcja energii elektrycznej osiągnęła w roku 2011 poziom 163 550 TWh ogółem, z tego 3,2 TWh przypadło na elektrownie wiatrowe (1,5% energii elektrycznej wygenerowanej w roku 2011). W roku 2012 produkcja energii elektrycznej zmniejszyła się i wynosiła 159 853 TWh, z tego już 4 TWh wytworzono w elektrowniach wiatrowych (z 6,3 TWh energii wytworzonej w źródłach odnawialnych)¹².

Według założeń zapisanych w Pakiecie Energetyczno-Klimatycznym, na podstawie których zbudowano z kolei założenia Polityki Energetycznej Polski do roku 2030, udział energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu energii w 2020 roku powinien w Polsce osiągnąć poziom 15%. Przekłada się to na prognozowany udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej, wynoszący ok. 19,3% w roku 2020¹³.

Energetyka wiatrowa jest tym rodzajem odnawialnych źródeł energii (OZE), który w ostatnich latach rozwija się w kraju najszybciej (tabela 3.). W roku 2012 w porównaniu z rokiem 2011 wzrost ten wynosił 880,4 MW (54,4%), zaś w porównaniu z rokiem 2006 wzrost ten stanowił 2 344,2 MW (1536%). Pomimo kontrowersji pojawiających się w niektórych regionach kraju, związanych z budową nowych farm wiatrowych, ma ona już teraz znaczące udziały w rynku. Energetyka wiatrowa stanowi obecnie 57% mocy zainstalowanej (bez technologii współspalania) wszystkich źródeł energii elektrycznej o pochodzeniu odnawialnym. Na pierwszym miejscu wśród odnawialnych źródeł energii znalazła się już w 2010 roku.

¹¹ Ibidem.

¹² K. Badyda, op. cit., s. 395.

¹³ Ibidem, s. 394.

Tabela 3. Moc zainstalowana (MW) w OZE w Polsce w latach 2006-2012

Rodzaj źródła OZE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Elektrownie na biogaz	36,8	45,7	54,6	70,9	82,9	103,5	131,3
Elektrownie na biomasę	238,8	255,4	231,9	252,5	356,2	409,7	820,7
Elektrownie wytwarzające energię elektryczną z promieniowania słonecznego	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,3
Elektrownie wiatrowe	152,6	287,9	451,1	724,7	1 180,3	1 616,4	2 496,8
Elektrownie wodne	934,0	934,8	940,6	945,2	937,0	951,4	966,1
Łącznie	1 362,2	1 523,8	1 678,2	1 993,3	2 556,4	3 082,2	4 416,2
Wzrost r/r (MW)	–	161,6	154,4	315,1	563,1	525,8	1334
Wzrost r/r (%)	–	111,86	110,13	118,78	128,25	120,57	143,28

Źródło: Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, <http://www.psew.pl>, data dostępu 10.02.2014 r.

Najwięcej mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych w Polsce zlokalizowane jest w rejonie nadmorskim, gdzie panują dobre warunki wiatrowe (tabela 4.). Drugim rejonem, gdzie w ostatnich latach następuje duże zainteresowanie energią wiatru, jest południowo-wschodni rejon Polski, a w szczególności rejon Podkarpacia, gdzie planuje się instalację ponad 500 MW nowej mocy¹⁴. Najwięcej nowych mocy wiatrowych w 2012 roku przybyło w województwie pomorskim – 272 MW, na drugim miejscu uplasowało się województwo wielkopolskie z 254 MW, a trzecie miejsce zajęło kujawsko-pomorskie z 216 MW. Najmniej nowych mocy wiatrowych przybyło w województwie małopolskim, tylko 3 MW, oraz w lubelskim, zaledwie 2 MW. Łącznie w roku 2012 przybyło w Polsce 880 MW farm wiatrowych, co stanowi najlepszy wynik w dotychczasowym rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce.

W raporcie określającym cele w zakresie udziału energii elektrycznej, wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w krajowym zużyciu energii elektrycznej na lata 2010-2019, opracowanym przez Ministerstwo Gospodarki w kwietniu 2011 roku, przyjęto, że udział energetyki wiatrowej, zarówno w mocy zainstalowanej, jak i generacji z OZE, ma mieć tendencję rosnącą (tabela 5.). W końcu dekady ok. 44% energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii pochodzić powinno z siłowni wiatrowych. Przy rosnącym ogólnym udziale energii generowanej na potrzeby KSE ze

¹⁴ M. Zawada, *Zróżnicowanie przestrzenne rynku energii w Polsce*, [w:] *Procesy konwergencji w zarządzaniu polskimi przedsiębiorstwami*, J. Urbańska (red.), Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2010, s. 231.

źródeł odnawialnych udział energetyki wiatrowej ma charakteryzować się silną tendencją wzrostową.

Tabela 4. 20 największych farm wiatrowych w Polsce

Farma	Województwo	Moc zainstalowana (MW)	Liczba turbin
Bardy	zachodniopomorskie	50,0	25
Gołdap	warmińsko-mazurskie	48,0	16
Darłowo	zachodniopomorskie	50,0	20
Karścino	zachodniopomorskie	90,0	60
Kobylnica	pomorskie	41,4	18
Karcino	zachodniopomorskie	51,0	17
Korsze	warmińsko-mazurskie	42,0	21
Linowo	kujawsko-pomorskie	48,0	24
Łosino	zachodniopomorskie	48,0	24
Margonin	wielkopolskie	120,0	60
Nekla	wielkopolskie	52,5	21
Odrzechowa	podkarpackie	48,0	24
Pągów	opolskie	52,3	17
Pelplin	pomorskie	48,0	24
Rzepin	lubuskie	58,0	29
Suwałki	podlaskie	41,4	18
Tychowo	zachodniopomorskie	84,5	35
Tymień	zachodniopomorskie	50,0	25
Wielkopolska	wielkopolskie	52,2	21
Zajączkowo	zachodniopomorskie	48,0	24

Źródło: opracowanie własne na podstawie The Wind Power, op. cit., data dostępu 10.01.2014 r.; Polish Wind Energy, <http://www.polishwindenergy.com>, data dostępu 01.02.2014 r.

Istotnym ograniczeniem przestrzennym dla rozwoju energetyki wiatrowej, a w szczególności lądowych farm wiatrowych, jest występowanie i powiększanie się obszarów chronionych, w tym terenów należących do sieci Natura 2000. Słaby rozwój rynku energii wiatrowej w Polsce w porównaniu z innymi państwami europejskimi wynika również przede wszystkim z licznych barier rozwojowych, wśród których najbardziej istotną rolę odgrywa stan rozwoju sieci elektroenergetycznych i rosnące problemy z przyłączeniem do sieci. Wśród innych czynników spowalniających rozwój wymienić należy długotrwałe procedury, związane z planowaniem przestrzennym oraz ocenami oddziaływania na środowisko.

Tabela 5. Prognozowana moc zainstalowana oraz produkcja energii elektrycznej z OZE, w tym z energetyki wiatrowej, do roku 2019

Rok	Ogółem moc i produkcja OZE			Wiatrowa ogółem		Biomasa ogółem	
	Elektroenergetyka %	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
2012	10,19	3 704	14 845	2 010	4 308	720	8 192
2013	11,13	4 444	16 478	2 520	5 327	940	8 774
2014	12,19	5 204	18 338	3 030	6 491	1 180	9 438
2015	13,00	6 074	19 875	3 540	7 541	1 530	9 893
2016	13,85	6 704	21 605	4 060	8 784	1 630	10 348
2017	14,68	7 385	23 374	4 580	9 860	1 780	11 008
2018	15,64	8 065	25 416	5 100	11 210	1 930	11 668
2019	16,78	8 895	27 828	5 620	12 315	2 230	12 943

Źródło: K. Badyda, op. cit., s. 394

4. Morska energetyka wiatrowa

Morska energetyka wiatrowa jest tym sektorem odnawialnych źródeł energii, który rozwija się w Europie i na świecie bardzo dynamicznie. Turbiny stawiane na wodach przybrzeżnych to przyszłość, jeśli chodzi o pozyskiwanie energii odnawialnej. Z tego powodu na europejskich akwenach, głównie na Morzu Północnym, działa już ponad 30 farm. Europejski potencjał morskiej energetyki wiatrowej jest ogromny i jest on w stanie siedmiokrotnie zaspokoić zapotrzebowanie Europy na energię elektryczną.

Niestety inwestycje morskie są 1,5-2 razy droższe od lądowych (koszt budowy farmy o mocy megawata to 3-3,5 mln euro). Powodem są wyższe koszty transportu, skomplikowana i droga technika montażu, droższe naprawy w razie awarii, konieczność użycia specjalnych farb i powłok ochronnych oraz wodoszczelnych obudów turbin czy spełnienia przez linie przesyłowe rygorystycznych norm. Na świecie istnieją jedynie dwa statki, przeznaczone do instalacji turbin wiatrowych na morzu¹⁵.

¹⁵ *Morska energetyka wiatrowa*, <http://wind-power.pl/energetyka-wiatrowa-w-polsce/morska-energetyka-wiatrowa/>, data dostępu 15.01.2014 r.

Tabela 6. Lista 20 największych morskich farm wiatrowych

Farma	Moc zainstalowana (MW)	Kraj	Rok rozpoczęcia działalności
London Array	630,0	Wielka Brytania	2012
Greater Gabbard	504,0	Wielka Brytania	2012
Anholt	400,0	Dania	2013
BARD Offshore 1	400,0	Niemcy	2013
Walney	367,2	Wielka Brytania	2011, 2012
Thorntonbank	325,0	Belgia	2011, 2012, 2013
Sheringham Shoal	315,0	Wielka Brytania	2012
Thanet	300,0	Wielka Brytania	2010
Lincs	270,0	Wielka Brytania	2013
Horns Rev 2	209,3	Dania	2009
Rødsand II	207,0	Dania	2010
Chenjiagang (Jiangsu) Xiangshui	201,0	Chiny	2010
Lynn and Inner Dowsing	194,0	Wielka Brytania	2008
Robin Rigg (Solway Firth)	180,0	Wielka Brytania	2010
Gunfleet Sands	172,0	Wielka Brytania	2010
Nysted (Rødsand I)	166,0	Dania	2003
Bligh Bank (Belwind)	165,0	Belgia	2010
Horns Rev 1	160,0	Dania	2002
Ormonde	150,0	Wielka Brytania	2012
Longyuan Rudong Intertidal Demonstration	150,0	Chiny	2011, 2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie The Wind Power, op. cit., data dostępu 03.01.2014 r.

Polska ma również ogromny potencjał w obszarze morskiej energetyki wiatrowej. *Ernst and Young* umieścił nasz kraj na 8. miejscu najbardziej atrakcyjnych lokalizacji dla inwestycji z tego sektora. Firma opublikowała również raport, w którym prognozuje, że gdyby w naszym kraju udało się do 2025 roku uruchomić instalacje o łącznej mocy 6 GW, zaowocowałyby to 30 tys. miejsc pracy oraz wartością dodaną dla gospodarki w wysokości 73 mld zł¹⁶. Warunkiem rozwoju tego sektora są jednak stabilne regulacje prawne, bez których większość przedsiębiorstw woli poczekać z inwestycjami. Do tej pory wydano zaledwie kilka koncesji na budowę sztucznych wysp na morzu.

¹⁶ EWEA, <http://www.ewea.org>, data dostępu 10.01.2014 r.

Zakończenie

Odnawialne źródła energii są alternatywą dla tradycyjnych, pierwotnych, nieodnawialnych nośników energii. Jednym z dynamicznie rozwijających się obecnie sektorów energetyki odnawialnej jest energetyka wiatrowa. Potwierdzają to wyniki tego sektora. Zatrudnienie w branży odnawialnych źródeł energii w Unii Europejskiej (27 państw członkowskich) w 2012 roku obejmowało ok. 1 220 000 bezpośrednich i pośrednich stanowisk pracy (50 tys. mniej niż w 2011 roku). Najwięcej pracowników w 2012 roku zatrudniano w sektorze energetyki wiatrowej (0,30 mln bezpośrednich i pośrednich stanowisk pracy), a następnie w branżach paliw z biomasy stałej (0,28 mln miejsc pracy), fotowoltaiki (0,25 mln miejsc pracy) i biopaliw (0,11 mln miejsc pracy). Wartość gospodarczą odnośnie do wdrażania odnawialnych źródeł energii w 27 państwach członkowskich Unii Europejskiej w 2012 roku ocenia się na prawie 130 mld euro. Najwyższe obroty w 2012 roku można przypisać kolejno: energetyce wiatrowej (34,4 mld euro), fotowoltaice (30,8 mld euro) i paliwom z biomasy stałej (27,7 mld euro).

Głównymi zaletami energetyki wiatrowej jest, po pierwsze, możliwość uzupełniania zasobów w naturalnych procesach, dzięki czemu można uznać je za niewyczerpalne, po drugie – ich proekologiczność, rozumiana jako pozyskiwanie energii z energii wiatru w sposób przyjazny dla środowiska naturalnego. Dzięki wykorzystaniu energetyki wiatrowej następuje ograniczanie negatywnego oddziaływania całego sektora energetyki na środowisko naturalne, przede wszystkim poprzez zmniejszanie emisji szkodliwych substancji, zwłaszcza gazów cieplarnianych. Po trzecie, rozwój energetyki wiatrowej daje bezpieczeństwo dostaw energii. W czasie dużej niepewności na rynkach surowcowych nikt nie jest w stanie przewidzieć cen ropy naftowej lub gazu na następnych 20 lat, konieczne jest zatem podjęcie inwestycji m.in. w rozwój energetyki wiatrowej, co z pewnością ograniczy niepewność przyszłości energetycznej wielu państw¹⁷.

Farmy wiatrowe nie są w stanie całkowicie zastąpić obecnych elektrowni, ale mogą stać się istotnym elementem systemu elektroenergetycznego kraju. Wymaga to dalszego wspierania sektora, a przede wszystkim stworzenia jasnego systemu regulacji – co jest warunkiem koniecznym z punktu widzenia inwestorów.

W następnej dekadzie kluczowy dla energetyki wiatrowej będzie rozwój segmentu *offshore*, tj. budowy elektrowni na morzu. Wiąże się to ze stosunkowo wysokim wskaźnikiem zagospodarowania terenów o najkorzystniejszych parametrach dla energetyki wiatrowej, zwłaszcza w krajach o wysokiej intensywności zagospodarowania energii wiatru.

W porównaniu z technologią lądową energetyki wiatrowej rynek morskiej energetyki wiatrowej jest w znacznie wcześniejszej fazie rozwoju, porównywalnej

¹⁷ E. Mazur-Wierzbička, *Stan i perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na świecie*, 27.06.2013, s. 8, http://www.wnp.pl/wiadomosci/stan-i-perspektywy-rozwoju-energetyki-wiatrowej-na-swiecie,-8375_1_0_0_0.html, data dostępu 05.01.2014 r.

z sytuacją na lądzie na początku obecnej dekady. Obok samego rozwoju technologii dalszych badań wymagają także problemy, związane z bezpieczeństwem i ochroną środowiska, a także obsługą i eksploatacją farm wiatrowych. Warunki morskie pozwalają na swobodniejsze traktowanie niektórych kwestii (jak estetyka turbiny czy normy emisji hałasu), jednakże tworzą nowe wyzwania dla konstruktorów (zwłaszcza w zakresie ochrony przed korozją i niezawodności). Dużym wyzwaniem jest opracowanie technologii transportu wyposażenia farm wiatrowych na miejsce instalacji z różnych miejsc Europy. Jest to skomplikowany proces logistyczny, który wymaga dużych jednostek transportowych oraz portów przeładunkowych. Oprócz bezpiecznego transportu turbin problemem jest także ich instalacja w miejscu przeznaczenia¹⁸.

Odnawialne źródła energii zyskują bardzo dużą popularność na świecie, a Polska, dzięki rozwojowi energetyki wiatrowej, ma szansę na ekologiczną, niskoemisyjną produkcję energii elektrycznej, wzrost bezpieczeństwa energetycznego oraz wypełnienie wymogów unijnych, dotyczących produkcji energii ze źródeł odnawialnych.

Bibliografia

1. Badyda K., *Energetyka wiatrowa – aktualne trendy rozwoju*, „Energetyka” 2013, nr 5.
2. Soliński I., Soliński B., Solińska M., *Rola i znaczenie energetyki wiatrowej w sektorze energetyki odnawialnej*, „Polityka Energetyczna” 2008, t. 11, z. 1.
3. Zawada M., *Zróżnicowanie przestrzenne rynku energii w Polsce*, [w:] *Procesy konwergencji w zarządzaniu polskimi przedsiębiorstwami*, J. Urbańska (red.), Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2010.

Źródła internetowe

1. *Energetyka wiatrowa na świecie*, <http://gpi.pl/gpi-energetyka-wiatrowa-na-swiecie>, data dostępu 10.12.2013 r.
2. European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org>, data dostępu 10.01.2014 r.
3. EWEA, <http://www.ewea.org>, data dostępu 10.01.2014 r.
4. *Global Wind Energy Outlook*, GWEC, 2012, http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/11/GWEO_2012_lowRes.pdf, data dostępu 25.11.2013 r.
5. Mazur-Wierzbicka E., *Stan i perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na świecie*, 27.06.2013, http://www.wnp.pl/wiadomosci/stan-i-perspektywy-rozwoju-energetyki-wiatrowej-na-swiecie,-8375_1_0_0_0.html, data dostępu 05.01.2014 r.
6. *Morska energetyka wiatrowa*, <http://wind-power.pl/energetyka-wiatrowa-w-polsce/morska-energetyka-wiatrowa/>, data dostępu 15.01.2014 r.

¹⁸ G. Wiśniewski et al., op. cit., s. 8.

7. Polish Wind Energy, <http://www.polishwindenergy.com>, data dostępu 01.02.2014 r.
8. Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, <http://www.psew.pl>, data dostępu 10.02.2014 r..
9. *Rynek energii wiatrowej w Polsce*, <http://green-power.com.pl/pl/home/rynek-energetyki-wiatrowej-w-polsce-i-europie/>, data dostępu 30.03.2014 r.
10. The Wind Power, 03.01.2014 r., <http://www.thewindpower.net>, data dostępu 10.01.2014 r.
11. *Wind in Power 2012 European statistics*, http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf, data dostępu 10.02.2014 r.
12. Wiśniewski G. et al., *Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 r.*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa, listopad 2009, http://www.ieo.pl/pl/raporty/doc_details/333-qwizja-rozwoju-energetyki-wiatrowej-w-polsce-do-2020-r.html, data dostępu 01.02.2014 r.
13. Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., Koć S. *Energetyka wiatrowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju w Polsce*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012, http://www.senat.gov.pl/gfx/senat/userfiles/_public/k8/senat/zespoly/energia/raport.pdf, data dostępu 15.01.2014 r.