

Angelika Fajerska (angelikafajerska@gmail.com) *

Patryk Dunal (patrykdunal@gmail.com) **

* *Wydział Mechaniki Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki,
al. Jana Pawła II 37, 31-864 Kraków, Polska*

** *Wydział Finansów Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie,
ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków, Polska*

Możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce i jej wpływ na zagospodarowanie przestrzenne kraju

The possibilities of wind energy development in Poland and its influence on land use of the country

STRESZCZENIE

Energetyka wiatrowa jest obecnie najszybciej rozwijającym się sektorem energetyki odnawialnej na świecie. O konieczności dywersyfikacji źródeł energii w celu zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego sygnalizują niepokojące dane dotyczące wzrostu emisji gazów cieplarnianych do atmosfery oraz zużycia energii w skali globalnej. W związku z tym od kilku lat opracowywane i wprowadzane są nowe uregulowania prawne, mające na celu skłonić producentów energii do zwiększenia udziału OZE w strukturze paliw. Niniejszy artykuł stanowi próbę oceny możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce oraz jej obecne i potencjalne skutki dla zagospodarowania przestrzennego kraju do roku 2020.

Polska jest krajem zasobnym w tereny wietrzne, w szczególności w części północnej. Istnieją również prawne i finansowe systemy wsparcia rozwoju energetyki wiatrowej. W latach 2004-2011 udział farm wiatrowych w strukturze wytwarzania energii z OZE wyniósł o 52%. Badania przeprowadzone przez IEO wykazały, że do roku 2020 w Polsce powstaną farmy wiatrowe o łącznej mocy ok. 13 GW (Wiśniewski, Michałowska-Knap, Koć, 2011).

Wśród skutków rozwoju energetyki wiatrowej należy wymienić z pewnością napływ kapitału zagranicznego oraz częściowe przeniesienie zasobów z energetyki konwencjonalnej do odnawialnej. Wzrost popularności energetyki rozproszonej stworzy dla klientów indywidualnych możliwość produkcji energii w ramach prowadzenia własnego gospodarstwa domowego. Przestrzeń zostanie zatem zagospodarowana nie tylko przez rozległe farmy, ale także małe siłownie wiatrowe. Wśród zagrożeń związanych z rozwojem energetyki wiatrowej najczęściej wymienia się: emisję hałasu, pola magnetycznego, ingerencję w krajobraz oraz kolizje z ptakami.

Należy mieć na uwadze, że czerpanie energii z wiatru wiąże się z kosztowną rozbudową infrastruktury energetycznej, a jej wpływ na bilans mocy i bezpieczeństwo energetyczne kraju jest niewielki, ponieważ nie zapewnia ciągłości zasilania.

ABSTRACT

Currently, wind energy is the fastest growing sector of renewable energy in the world. The necessity of energy sources diversification (in order to increase the energy security) is indicated by alarming data about the growth of greenhouse gas emissions into atmosphere and energy consumption on a global scale. Due to this fact, from a several years there are

developing and introducing the new legislation designed, which should force the energy producers to increase the share of RES in the fuel mix. This article is an attempt to assess the possibility of wind energy development in Poland and its current and potential future effects of land use of the country to 2020.

Poland is a country rich in windy areas, particularly in the northern part. In addition, there are also legal and financial support systems for the development of wind energy. In the years 2004-2011 the share of wind farms in the structure of energy produced from RES amounted to 52%. Research conducted by the IRE showed, that in the year of 2020 in Poland would be created a lot of wind farms with a total capacity of 13 GW.

Among the effects of wind energy development there should be indicated surely the inflow of foreign capital and partial transfer of recourses from conventional to renewable energy. The increased popularity of distributed generation would create for individual clients the possibility of energy production in the course of their own household. The space will be used not only by extensive wind farm, but also by small wind turbines. Among the risks connecting with the development of wind energy should be indicated particularly: the emission of noise, magnetic field, intervention in the landscape and collisions with birds.

It should be noticed that deriving energy from wind is associated with a costly expansion of energy infrastructure and its impact on the balance of power and energy security of the country is slight, due to the fact, that it not provides certain continuity of energy supply.

Słowa kluczowe: energetyka wiatrowa, odnawialne źródła energii (OZE), emisja CO₂, bezpieczeństwo energetyczne

Keywords: wind power, renewable energy sources (RES), CO₂ emissions, energy security

WPROWADZENIE

Energetyka odnawialna jest w ostatnich latach jednym z najdynamiczniej rozwijających się sektorów gospodarczych na świecie. Przyczyną tych tendencji są międzynarodowe regulacje prawne w zakresie ochrony klimatu Ziemi (zwane polityką klimatyczną), który – wedle wyników badań przedstawianych przez licznych komentatorów – ociepla się. Zbadanie temperatur na całej powierzchni Ziemi wydaje się jednak zabiegiem niemożliwym, ze względu na nierównomierny rozkład stacji meteorologicznych oraz dużą zmienność warunków pogodowych w skali globalnej. Trudno również jednoznacznie wskazać właściwą metodologię analizy otrzymanych wyników, dlatego istnieją opinie podważające wiarygodność tych informacji. Niemniej jednak postanowiono wprowadzić do porządku prawnego przepisy zobowiązujące poszczególne kraje do redukcji emisji gazów cieplarnianych do powietrza z uwagi na fakt, że jest to jedna z nielicznych sterowalnych przyczyn ocieplania się klimatu. Stało się tak pomimo tego, że udział czynników antropogenicznych w ociepleniu klimatu uznano za znikomy. Jednym ze sposobów realizacji celów polityki klimatycznej jest właśnie zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w strukturze sektora energetycznego.

Energetyka wiatrowa jest obecnie najszybciej rozwijającym się sektorem energetyki odnawialnej na świecie. Sektor ten w ostatnich latach notuje najwyższe przyrosty zainstalowanej mocy w ciągu roku w porównaniu do innych technologii produkcji energii elektrycznej. W krajach Unii Europejskiej obserwowany jest intensywny rozwój lądowej energetyki wiatrowej, natomiast wykorzystanie takiej

technologii na morzu znajduje się obecnie w początkowej fazie wzrostu. Plany energetyczne państw europejskich zakładają wzrost zainstalowanej mocy w morską energetykę wiatrową, która do końca 2020 roku ma osiągnąć poziom od 40 do 50 tys. MW. Odnoszą się one także do Polski, która – według wyników przeprowadzonych badań – posiada duży potencjał rozwoju energetyki wiatrowej ze względu na sprzyjające warunki naturalne (Wiśniewski, Michałowska-Knap, Arcipowska, Dziamski, 2012).

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie możliwości rozwoju energetyki wiatrowej, wynikających z niego potencjalnych zagrożeń oraz wpływu na zagospodarowanie przestrzenne Polski do 2020 roku. Źródłami danych są dokumenty wydane przez instytucje państwowe i międzynarodowe (w szczególności *Europejska polityka energetyczna* i *Krajowy Plan Działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*), a także raporty instytutów naukowo-badawczych (m.in. Instytut Energetyki Odnawialnej, Instytut Sobieskiego) oraz artykuły naukowe specjalistów z dziedziny energetyki i geografii.

REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE INWESTYCJI W ENERGETYKĘ WIATROWĄ

Zmiany w strukturze przemysłu zachodzą pod wpływem różnorodnych uwarunkowań, które można podzielić na międzynarodowe i krajowe (Zioło, Rachwał, 2008). Impulsy pochodzące z otoczenia międzynarodowego związane są m.in. z procesami integracji państw i regionów (Zioło, Rachwał, 2009), a jednym z efektów integracji europejskiej dla Polski, w kontekście prawnych uwarunkowań w przemyśle energetycznym, jest polityka energetyczno-klimatyczna Unii Europejskiej. Została ona zdefiniowana przez kilka dokumentów. Najważniejszą podstawą prawną w kwestii przeciwdziałania zmianom klimatu była *Ramowa Konwencja Organizacji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu* (UNFCCC), którą podpisano w 1992 roku na Międzynarodowej Konferencji ONZ w Rio de Janeiro. Sygnatariusze konwencji zobowiązali się do corocznych spotkań w sprawie klimatu. *Trzecia Konferencja Stron Konwencji* (COP – *Conference of the Parties*), która miała miejsce w 1997 roku w japońskim mieście Kioto, zaowocowała podpisaniem międzynarodowego porozumienia w sprawie przeciwdziałania globalnemu ociepleniu (Hermann, 1998). W celu zabezpieczenia postanowień tego protokołu Unia Europejska wprowadziła do porządku prawnego szereg regulacji prawnych. Najważniejszym dokumentem okazała się *Europejska polityka energetyczna* z 2007 roku, gdzie zawarto strategiczne cele UE w zakresie polityki klimatycznej (w tym tzw. pakiet „3x20”). Dotyczą one głównie wewnętrznej redukcji emisji gazów cieplarnianych o min.20% w stosunku do poziomu z 1990 roku, zwiększenia udziału OZE w łącznym bilansie energetycznym UE do 20% w roku 2020, oraz ograniczenia zużycia energii pierwotnej o 20% w roku 2020. Zostały w nim określone również cele bezpośrednio związane energetyką jądrową, mianowicie: implementacja strategicznego planu w dziedzinie technologii energetycznych, który pozwoli na obniżenie kosztów czystej energii (najpierw OZE i CCS¹, a w perspektywie roku 2050 energetyka jądrowa), a także rozwój unijnych ram

¹ CCS (ang. *Carbon Capture and Sortage*) - instalacja wychwytywania i składowania CO₂.

dla energetyki jądrowej, przy spełnieniu najwyższych standardów bezpieczeństwa, z uwzględnieniem gospodarki odpadami jądrowymi i zamykania obiektów jądrowych. Pakiet ten został przyjęty w marcu 2007 roku przez Parlament Europejski i przywódców Państw Członkowskich UE, a od tamtej pory wszelkie nowe dokumenty prawne (w szczególności dyrektywy) stanowią uszczegółowienie metod osiągnięcia wyznaczonych celów.

W oparciu o powyższe unijne regulacje wprowadzono przepisy i koncepcje, mające na celu spełnienie zobowiązań Polski w zakresie prawa międzynarodowego. W dokumencie *Polityka ekologiczna Polski*, przyjętym w 2008 roku na podstawie wymogu zawartego w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska o sporządzeniu polityki ekologicznej państwa, uznano OZE za najskuteczniejszy oraz społecznie akceptowany sposób zmniejszenia emisji wszelkich zanieczyszczeń środowiska. Z kolei w *Polityce klimatycznej Polski* z 2003 roku jednym z głównych działań, zapewniających spełnienie tego celu jest zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w szczególności energii wiatru. Farmy wiatrowe, obok instalacji na biomasę i elektrowni wodnych, stanowią najbardziej perspektywiczne technologie w obszarze ochrony klimatu. Natomiast według *Krajowego Planu Działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych* (KPD OZE) z 7 grudnia 2010 roku, energetyka wiatrowa stanowi jedną z podstawowych technologii umożliwiających zwiększenie wykorzystania OZE w polskim sektorze energetycznym.

Warto dodać, że w myśl z artykułu 13 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne, celem polityki energetycznej państwa jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, wzrost konkurencyjności gospodarki, jej efektywności energetycznej, oraz ochrona środowiska. Rozwój energetyki wiatrowej jest szansą na częściowe spełnienie każdego z tych celów. Zwiększenie bezpieczeństwa i wzrost konkurencyjności gospodarki może nastąpić poprzez dywersyfikację źródeł energii, do której dojdzie w przypadku zainstalowania części mocy wytwórczych w energetyce wiatrowej. Warunek dbałości o środowisko jest spełniony z uwagi na niższą emisję zanieczyszczeń w porównaniu z jednostkami energetyki konwencjonalnej. Efektywność energetyczna może zostać podniesiona w szczególności dzięki rozwojowi generacji rozproszonej oraz ograniczenia strat na przesył i dystrybucji energii (Zajdler, 2012).

Z energetyką wiatrową związane są także regulacje w zakresie ochrony środowiska, które stanowią o lokalizacji farm wiatrowych, zajmowanej przez nich powierzchni oraz formach oceny ich negatywnego oddziaływania na środowisko. Z punktu widzenia inwestorów ograniczają one poniekąd swobodę realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego i z tego tytułu wpływają na jego opłacalność. Jest to jeden z dowodów na to, że obecnie funkcjonujące regulacje prawne ciągle stanowią jedną z barier rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce, w szczególności energetyki wiatrowej.

ENERGETYKA WIATROWA W POLSCE – STAN OBECNY

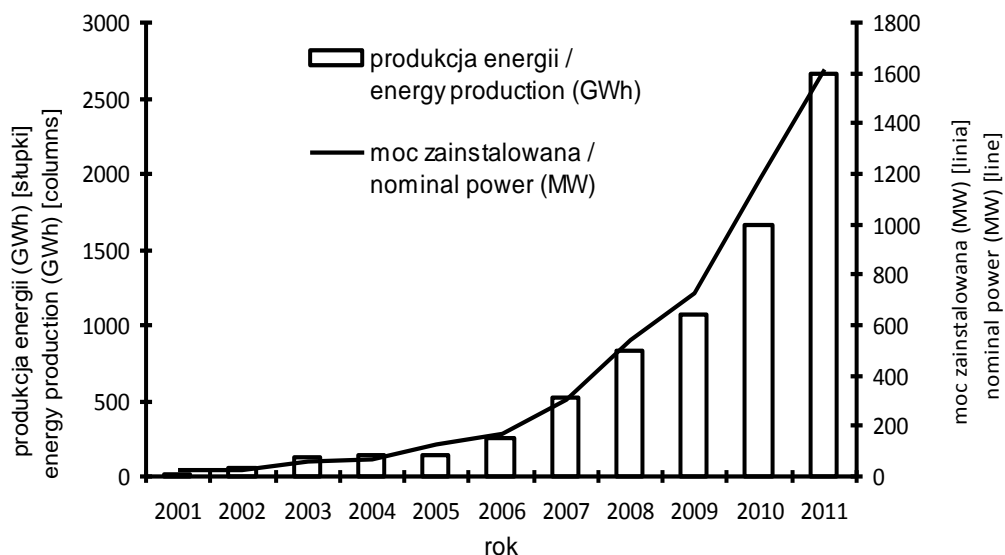
W strukturze odnawialnych źródeł energii w Polsce energetyka wiatrowa ma ogromne znaczenie i osiąga regularny wzrost począwszy od 2004 roku. Na przestrzeni

lat 2004-2011 moc wszystkich instalacji opartych na OZE wzrosła z nieco powyżej 1 GW do ponad 3 GW. Zasadniczy udział w tym przyroście miały farmy wiatrowe.

W latach 2004-2009 roku elektrownie wodne dominowały w strukturze jednostek wytwórczych wykorzystujących OZE. Od roku 2010 największy udział procentowy osiągnęły farmy wiatrowe, które w kolejnym roku stanowiły ponad 52% mocy zainstalowanej w OZE. Zgodnie z danymi z raportu Komisji Europejskiej dotyczącym postępów w dziedzinie energii odnawialnej, do roku 2010, udział energii wytwarzanej w Polsce w oparciu o OZE wynosi 9,5%.

W strukturze energii elektrycznej produkowanej w Polsce z OZE w latach 2004-2011. W 2004 roku w Polsce farmy wiatrowe wytwarzały niecałe 5% zielonej energii, pod koniec 2011 roku udział ten wzrósł do 21%. Odnosząc to do innych instalacji OZE, farmy te stały się drugim po elektrowniach na biomasę źródłem, z którego pochodzi najwięcej wyprodukowanej energii elektrycznej (Ciżkowicz, 2012).

Wzrost zainstalowanej mocy w OZE determinuje wzrost łącznej produkcji energii elektrycznej pochodzącej z tych źródeł, czego dowodem może być zależność przedstawiona na rycinie 1. na przykładzie elektrowni wiatrowych.



Ryc. 1. Produkcja energii i moc zainstalowana elektrowni wiatrowych w latach 2001-2011. (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych GUS i ARE S.A.)

Fig. 1. The energy production and installed capacity of wind power plants in 2001-2011. (source: own study on the basis of data by GUS and ARE S.A.)

Od 2001 roku zarówno moc zainstalowana, jak i produkcja energii z elektrowni wiatrowych, wykazują tendencje wzrostowe. Główną przyczyną tych zmian jest polityka klimatyczna Unii Europejskiej, nakładająca na Państwa Członkowskie restrykcyjne limity emisyjne oraz obowiązki instalowania nowych mocy w OZE. Tempo wzrostu mocy i produkcji wyraźnie wzrosło po roku 2007, kiedy Parlament Europejski wraz z przywódcami Państw Członkowskich przyjął tzw. „pakiet 3x20%”. W odniesieniu do Polski cel zakładający zwiększenie udziału energii z odnawialnych źródeł energii do

20% w 2020 roku, został zredukowany do 15% z uwagi na mniejsze zasoby i efektywność OZE. Niemniej jednak, jego spełnienie w tych ramach czasowych będzie wymagało dużych nakładów inwestycyjnych w sektorze energetycznym.

W 2012 roku w Polsce pracowało 859 zainstalowanych turbin, których całkowita moc wynosiła 1513 MW. Jedna farma wiatrowa zawiera przeciętnie około siedmiu turbin. Jednakże w większości przypadków farmy składają się z pojedynczej turbiny, której moc nie przekracza 5 MW. Największą przeszkodą dla rozwoju rynku energetyki wiatrowej jest słaby stan istniejących sieci elektroenergetycznych, co w konsekwencji powoduje problemy z przyłączaniem instalacji do sieci oraz duże straty energii na liniach przesyłowych. Dodatkowo na polskim rynku czynnikiem hamującym są długotrwałe procedury związane z planowaniem przestrzennym poprzedzonym analizą wpływu na środowisko (Ciżkowicz, 2012).

ENERGETYKA WIATROWA – POTENCJAŁ ROZWOJU

Potencjał techniczny elektrowni wiatrowych jest determinowany w dużej mierze położeniem geograficznym, zagospodarowaniem przestrzennym z naciskiem na tereny rolnicze oraz ze stosunkowo niską gęstością zaludnienia ok. 124 osoby/km², co plasuje nasz kraj na 90 pozycji wśród państw całego świata. Wybór lokalizacji siłowni wiatrowych opiera się o analizę warunków wietrznych. Początkowo może być ona realizowana na podstawie atlasów i map wietrznych, jeśli rozważamy dużą siłownię. Czynnikiem decydującymi o powstaniu w danym miejscu elektrowni lub wykreśleniu z miejsc potencjalnych lokalizacji są autorytatywne dane o prędkościach i ukierunkowaniu wiatrów na terenie planowanej inwestycji. Niezbędne jest także zebranie informacji odnośnie częstotliwości i długości okresów występowania tych wiatrów. Aktualne możliwości technologiczne instalacji wiatrowych pozwalają na efektywne zagospodarowanie terenów, które cechują się prędkościami pojawiających się wiatrów powyżej 5 m/s oraz gęstością energii powyżej 200 W/m² (na wysokości 50 metrów nad poziomem gruntu). Ograniczenia te spełnia ok. 80% użytków rolnych na terenie Polski (Nalepa, 2011).

Mapy wiatrów dla obszaru Polski wykazują, że najwyższe prędkości wiatru osiągnęte są na wybrzeżu Bałtyku oraz Suwalszczyźnie (Wiśniewski, 2011). Potencjał wykazują tereny wzgórz i dolin w południowej części kraju, szczególnie przedgórzy – ze względu na niejednorodną topografię. Wynika to ze zwiększenia prędkości wiatru w wyniku oddziaływań lokalnych uwarunkowań.

Na terenie naszego kraju możemy zaobserwować nierównomierny rozkład zasobów energii wiatru. Lokalne uwarunkowania są zależne od wielu składowych, do których należą m.in. rzeźba terenu, jego pokrycie oraz charakterystyka klimatyczna. Sprzyjające warunki panują w niektórych województwach, np. zachodniopomorskim. Na jego obszarze możemy zauważyć dużą moc zainstalowaną w stosunku do liczby instalacji, podczas gdy w województwach łódzkim i kujawsko-pomorskim, energetyka wiatrowa opiera się o małe systemy zbudowane często z importowanych używanych turbin (Wiśniewski, 2011).

Większościowy udział w mocy zainstalowanej w energetykę wiatrową w Polsce mają największe farmy wiatrowe w liczbie ok. 50, które w znacznej części są

zlokalizowane na północy kraju oraz w jego centralnej i zachodniej części. Najmniej siłowni wiatrowych znajduje się we wschodniej i południowej części Polski, z wyłączeniem województwa podkarpackiego (Ciżkowicz, 2012).

Potencjał techniczny energii wiatru jest bezpośrednio związany z rozmieszczeniem terenów otwartych, które charakteryzują się niską szorstkością podłoża oraz brakiem obiektów zaburzających ruch mas powietrza. Tereny takie to głównie obszary rolnicze. W Polsce stanowią one ok. 59% powierzchni kraju (18 mln ha). Przewiduje się, że do 2020 roku nie nastąpią istotne zmiany, wpływające na tę wartość. Szacowane modyfikacje mogą spowodować ograniczenie tej powierzchni o obszar ok. 1%. Zapotrzebowanie na powierzchnię dla lądowych elektrowni wiatrowych określa się na poziomie ok. 10 ha na 1 MW zainstalowanej mocy. Przyjmuje się, że na terenie kraju ok. 4% terenów użytków rolnych jest przystosowana do implementacji turbin wiatrowych (Wiśniewski, 2012).

O potencjale rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce mogą stanowić również systemy wsparcia dla OZE, zasadniczo zdefiniowane w ustawie z 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne oraz w rozporządzeniu wykonawczym w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej z dnia 14 sierpnia 2008 roku. Jednym z mechanizmów wsparcia jest obowiązek zapewnienia określonego w rozporządzeniu udziału energii elektrycznej pochodzącej z OZE, który ma być wypełniony poprzez przedstawienie do umorzenia Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki świadectw pochodzenia lub uiszczenie opłaty zastępczej². Dla producentów energii z OZE ważnym mechanizmem jest obowiązkowy zakup energii elektrycznej wyprodukowanej w OZE przez przedsiębiorstwo energetyczne dostarczające energię do użytkowników końcowych. Niewątpliwie wpływa to na zmniejszenie ryzyka inwestycyjnego przedsięwzięć podejmowanych w energetyce odnawialnej, ponieważ gwarantuje sprzedaż wytworzonej energii. Istotnym wsparciem wpływającym na marżę producentów energii z OZE jest zwolnienie energii elektrycznej z akcyzy. Dodatkowo wprowadzono również zwolnienia dla małych źródeł OZE o mocy nie większej niż 5 MW, w tym ograniczenie opłaty za przyłączenie do połowy rzeczywistych nakładów (Ciżkowicz, 2012). Ważnym systemem wsparcia są także fundusze strukturalne Unii Europejskiej na wykorzystanie OZE.

BARIERY ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE

Istotnymi ograniczeniami dla energetyki wiatrowej w Polsce są uwarunkowania infrastrukturalne, środowiskowe oraz ekonomiczne (Wiśniewski, 2011). Elektrownie wiatrowe w parku wiatrakowym lub pojedyncze siłownie wymagają dużej otwartej przestrzeni. Jest to warunkowane zachowaniem niezbędnej odległości między instalacjami tego typu oraz odległościami od siedlisk ludzkich. Około 99% terenu znajdującego się w obszarze oddziaływania farmy może być wykorzystana do użytku rolnego w niezmienionej formie oraz hodowli zwierząt.

² Opłata zastępcza - opłata ponoszona przez odbiorcę końcowego za nieprzedstawienie do umorzenia Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki świadectwa pochodzenia w terminie do 31 marca każdego roku.

Niebagatelny ograniczeniem dla rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce jest powiększanie się terenów obszarów chronionych, włączając w to obszary wchodzące w skład sieci NATURA 2000. Ochrona taka nie jest przyczyną wykluczenia danej lokalizacji z możliwości zbudowania elektrowni. Decyzja ostateczna leży w gestii władz lokalnych. Przyjmując założenie, iż w Polsce 4% obszarów rolniczych ma potencjał techniczny, poczyniono teorię wykluczającą z tej wartości wszelkie tereny chronione.

Wiele ograniczeń dotyczy północnej i południowej części kraju. Jest to konsekwencja występowania obszarów o dużej prędkości wiatrów w lokalizacjach terenów podlegających ochronie. Sytuacja ta odnosi się do województwa: warmińsko-mazurskiego, świętokrzyskiego, małopolskiego. W dodatku regiony te charakteryzują się dużym rozdrobnieniem gospodarstw rolnych oraz znacznym rozproszeniem zabudowy, podobnie jak w przypadku województwa podkarpackiego. W województwie dolnośląskim niewielkie obszary chronione pokrywają się z terenami o najlepszych warunkach wietrznych.

Wyniki analizy potencjału technicznego energetyki wiatrowej w Polsce wykazują, iż największe możliwości instalacji nowych mocy istnieją w województwie zachodnio-pomorskim i są szacowane na około ok. 14 tys. MW. Potencjał ten został ograniczony poprzez wymienione restrykcje środowiskowe oraz warunek uzyskania średniej rocznej prędkości wiatru (na poziomie minimum 6,5 m/s na wysokości piasty wirnika), a także uwarunkowania rynkowe i polityczne. W rozbiciu na województwa drugie miejsce w tej klasyfikacji zajęło województwo pomorskie, którego wartość potencjału jest zbliżona do województwa dolnośląskiego. Najmniejsze możliwości rozwoju odnosi się do województw: łódzkiego i mazowieckiego.

Istotnym ograniczeniem jest także trudność w zakresie pozyskania akceptacji społecznej dla projektów inwestycyjnych w energetyce, które wynikają głównie z niskiego poziomu wiedzy na temat planowanego przedsięwzięcia oraz słabego przekonania odnośnie korzyści, jakie może ono przynieść społeczności lokalnej. Inwestycje w farmy wiatrowe mogą zwiększać dochody jednostek samorządu terytorialnego z tytułu podatku od nieruchomości, który jest jednym z najważniejszych źródeł dochodów gmin. Sceptycy twierdzą, że wzrost dochodów podatkowych może spowodować ograniczenie subwencji ogólnej. Należy jednak pamiętać, że wzrost dochodów podatkowych przewyższa straty z tytułu mniej korzystnego mechanizmu subwencyjnego. Systemy wsparcia powinny zapewniać stabilność inwestycji oraz promować najlepsze rozwiązania technologiczne. Warunek stabilności będzie spełniony, jeśli stosowne rozwiązania prawne będą zwiększały przewidywalność, a tym samym zmniejszały ryzyko alokacji kapitału w projekty inwestycyjne w energetyce wiatrowej. Warunek promocji najlepszych rozwiązań technologicznych związany jest z kontrolą sprzętu sprowadzanego do Polski z zagranicy, który często jest już częściowo wyeksploatowany, charakteryzuje się niską jakością oraz przestarzałą technologią.

W wyniku kalkulacji JKEE³ dokonanej przez Ernst&Young, lądowe farmy wiatrowe są jednym z najtańszych rozwiązań w dziedzinie OZE. Koszt wytworzenia 1 MWh wynosi ok. 466 PLN/MWh, podczas gdy koszt uzyskania 1 MWh w wyniku

³ JKEE – jednostkowy koszt energii elektrycznej

spalania biomasy w kotłach energetycznych to ok. 487 PLN (Ciżkowicz, 2012). Analiza ta wykazała jednak jednoznacznie, iż z ekonomicznego punktu widzenia najtańszą metodą produkcji energii pozostaje tradycyjna energetyka oparta o źródła takie jak węgiel i gaz. Koszty wytworzenia energii bazujące na konwencjonalnych rozwiązaniach wynoszą odpowiednio: w przypadku energetyki węglowej 282 PLN/MWh i w przypadku energetyki gazowej 314 PLN/MWh. Bez wszelkich wątpliwości można stwierdzić, iż niezwykle ważną składową ekonomiczną są wymagane nakłady inwestycyjne. Utrzymujący się spadek cen turbin oraz kosztów wykonania instalacji może stać się przyczyną zmiany w strukturze JKEE (iloraz rocznego przychodu ze sprzedaży energii i rocznego wolumenu wytworzonej energii elektrycznej).

EFEKTY ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE

Głównym celem działań nakreślonych w Krajowej Strategii Zagospodarowania Przestrzennego do 2030 roku jest reakcja na możliwość utraty bezpieczeństwa energetycznego Polski. Jest to determinowane głównie redukcją zagrożenia związanego z brakiem płynności zaopatrzenia w gaz oraz ropę, zmniejszeniem emisji CO₂, bardziej równomiernym rozmieszczeniem elektrowni oraz sieci przesyłowych na terenie kraju, a także poszerzeniem stref instalacji sieci niskiego napięcia. Realizacja tych zadań ma być bezzwłocznie definiowana poprzez poprawę efektywności energetycznej oraz ograniczenie eksploatacji złóż surowców. Na obszarze Polski zmiany będą głównie dokonywane na północy i wschodzie.

Wśród korzyści z inwestycji w farmy wiatrowe wskazuje się również na efekty makroekonomiczne, takie jak tworzenie nowych miejsc pracy, co związane jest z wpływami z podatków dochodowych do budżetu państwa, a także wpływ kosztów wsparcia tego sektora na koszty energii elektrycznej dla konsumenta. Wsparcie takie przewidywalnie generowało mniej niż 2% kosztu całkowitego, bez względu od grupy taryfowej.

Główne zagrożenia związane z energetyką wiatrową możemy podzielić na dwie kategorie: zagrożenia dla fauny i zagrożenia antropogeniczne (Gielnik, 2013).

W Polsce terenami bogatymi pod względem bioróżnorodności są obszary rolnicze, które stanowią również najatrakcyjniejsze lokalizacje potencjalnych farm wiatrowych. Wpływ siłowni wiatrowych na spadek liczebności fauny, a w szczególności ptaków i nietoperzy, nie został jednak jednoznacznie udowodniony.

Negatywne oddziaływanie instalacji na ptaki i nietoperze może być powodowane kilkoma czynnikami, w szczególności: powstaniem „efektu bariery” i „efektu barotraumy”, zmianą zagospodarowania terenu, co jest przyczyną utraty obszarów siedliskowych, czy bezpośrednią kolizją tych zwierząt z turbiną. Współczynnik częstotliwości zderzeń ptaków z siłownią nie jest dla wszystkich gatunków taki sam. Najbardziej zagrożone są drapieżniki. Mniej ptaki wróblowate oraz migrujące nocą.

Przyczyną śmierci w przypadku nietoperzy może być bezpośrednie zderzenie z turbiną lub wystąpienie „efektu barotraumy”. Efekt ten spowodowany jest szokiem ciśnieniowym, którego zwierzęta te doznają w sytuacji, kiedy znajdują się w strefie niskiego ciśnienia, wytwarzanego w przestrzeni obracających się łopat wirnika. Skutkiem urazu ciśnieniowego jest pęknięcie pęcherzyków płucnych nietoperzy

i w konsekwencji ich śmierć. Nie wszystkie gatunki nietoperzy są jednakowo narażone na kolizje z siłownią. Mają na nią wpływ takie czynniki jak: zwrotność lotu, pokonywane w czasie sezonu odległości czy przestrzeń polowania.

Dla zwierząt największe niebezpieczeństwo stanowią duże turbiny z długimi łopatom, szczególnie zlokalizowane na obrzeżach lasów, w bliskim sąsiedztwie zbiorników wodnych czy zadrzewień.

„Efekt bariery” stanowi największe zagrożenie dla ptaków znajdujących się w okresie lęgowym. Wówczas to ptaki lęgowe przemierzają dystans między gniazdem a żerowiskiem od kilku do kilkudziesięciu razy w ciągu doby. Jeżeli na ich trasie pojawi się elektrownia wiatrowa, spowoduje to wydłużenie ich drogi lotu i wzrost wydatku energetycznego, co wpływa bezpośrednio na perspektywę przeżycia następnego sezonu. Farmy wiatrowe nie powinny być zatem lokalizowane w miejscach żerowisk ptaków i nietoperzy.

Elektrownie wiatrowe stanowią również zagrożenie dla życia człowieka, poprzez wpływ na środowisko, w którym żyje. Zagrożenie to związane jest z emisją hałasu, infradźwięków, pola elektromagnetycznego, zmianą krajobrazu, wpływem na wartość nieruchomości czy tworzenie „efektu stroboskopowego” i „efektu migającego cienia”.

Emisja hałasu wpływa negatywnie na samopoczucie ludności zamieszkującej obszary znajdujące się w okolicy farm wiatrowych. Możemy wyróżnić hałas mechaniczny towarzyszący pracy turbiny oraz szum aerodynamiczny związany z obrotem łopat wirnika. Wartość hałasu uzależniona jest od modelu siłowni. Sposobem na obniżenie jego poziomu jest zmniejszenie prędkości ruchu końcowych elementów łopat.

Konstrukcja instalacji wiatrowej powoduje wytwarzanie w czasie jej pracy infradźwięków, które są niesłyszalne dla człowieka ze względu na niską częstotliwość. Sygnały te rozchodzą się na duże dystanse i mają możliwość przenikania przez przeszkody takie jak ściany betonowe czy ekrany wyciszające. Długoletnia ekspozycja na infradźwięki może prowadzić do wystąpienia u człowieka choroby wibroakustycznej, której konsekwencjami mogą być zaburzenia zdolności poznawczych, problemy z pamięcią oraz zaburzenia neurologiczne.

Pole elektromagnetyczne emitowane przez siłownię wiatrową również może wywierać negatywne skutki na człowieka. Nie można bowiem przyjąć założenia, że oddziaływanie tego pola w dłuższym okresie czasu jest obojętne dla zdrowia.

Obracające się łopaty rotatora mogą zainicjować „efekt migającego cienia” lub „efekt stroboskopowy”. Pierwszy z nich polega na pojawieniu się krótkich błysków cienia zauważalnych przez ludzi. Efekt ten uzależniony jest od odległości między turbiną a nieruchomością oraz od wysokości wieży i długości łopat.

Drugie zjawisko pojawia się w wyniku odbicia promieni słonecznych od powierzchni łopat, czego konsekwencją są silne błyski, możliwe do zaobserwowania nawet ze znacznej odległości. Ograniczenie powstałych w ten sposób refleksów realizowane jest poprzez pokrycie łopat powłoką antyrefleksyjną.

Oprócz skutków zdrowotnych dla ludzi instalacja farmy wiatrowej jest dużą ingerencją w zagospodarowanie przestrzenne i krajobraz. Siłownie dominują często

nad innymi obiektami. Lokalizacja turbin na ternach turystycznych może spowodować spadek ich atrakcyjności i zmianę struktury przychodów z sektora turystyki i rekreacji.

Instalacja farmy wiatrowej stanowi znaczącą ingerencję w krajobraz. Moc zespołu wiatrowego zależna jest od parametrów konstrukcyjnych siłowni wiatrowej, takich jak wysokość wieży czy powierzchnia omiatania wirnika. W przypadku wymienionych wielkości można zaobserwować nieustanny wzrost ich wartości związany z przyrostem mocy turbozespołów. Nie udowodniono natomiast relacji pomiędzy instalacją farmy wiatrowej i spadkiem wartości nieruchomości w jej pobliżu. Wciąż prowadzone są badania w tym zakresie.

ENERGETYKA WIATROWA W POLSCE – PERSPEKTYWY ZMIAN

Energetyka wiatrowa jest tym rodzajem energetyki odnawialnej, który w ostatnich latach charakteryzuje się szybkim rozwojem. Ma ona być główną formą realizacji celu wyznaczonego przez *Krajowy Plan Działania* (KPD), którym jest 15% OZE w strukturze energetycznej kraju. Progres w zakresie wykorzystania energii wiatru z elektrowni lądowych ma zostać uzupełniony przez rozwój małej energetyki wiatrowej oraz energetyki wiatrowej na morzu.

Potencjał energetyki wiatrowej w Polsce odnośnie realizacji nowych inwestycji jest bardzo duży. Dowodem na to jest 10. miejsce naszego kraju w badaniu przeprowadzonym przez Ernst&Young w lutym 2011 roku (Ciżkowicz, 2012). W badaniu tym wzięto pod uwagę 38 państw i dokonano analizy odnośnie atrakcyjności ich rynku w odniesieniu do wprowadzenia nowego kapitału w energetykę wiatrową, uwzględniając uwarunkowania ekologiczne, regulacyjne, środowiskowe i społeczne.

W okresie do 2020 roku najszybszy rozwój jest przypisywany nowym technologiom takim jak: biogaz, energetyka wiatrowa oraz energetyka słoneczna i termiczna. Według opinii członków rządu RP, w okresie 2010-2015 szybki wzrost będzie dotyczył głównie biogazu rolniczego oraz energetyki wiatrowej. W drugiej połowie dekady prognozuje się taką tendencję dla energetyki słonecznej oraz nieustannie dla biogazu i energetyki wiatrowej ok.17-30% rocznie. Przewidywania te zostały zawarte w dokumencie *Polityka Energetyczna dla Polski do 2030 roku*.

Krajowy Plan Działania przedstawia ścieżki rozwoju technologii OZE w Polsce do 2020 roku, zaprezentowane w tabeli 1. Plan ten wskazuje przewidywaną skalę wykorzystania zielonych źródeł energii na poziomie całego kraju, bez podziału regionalnego. Energia wiatrowa zajęła drugą pozycję po energii z biomasy, jeżeli chodzi o produkcję energii elektrycznej.

Zasoby zielonej energii są jednak zróżnicowane na poziomie województw. Instytut Energetyki Odnawialnej dokonał oceny potencjałów OZE w regionach w okresie 2015-2020 na tle KPD do roku 2020. Potencjał niewielkich farm wiatrakowych jest stosunkowo równomiernie rozłożony na obszarze Polski. Istotny udział we wzroście możliwości produkcyjnych odnawialnej energii elektrycznej będzie stanowiła energetyka wiatrowa (ok. 20%). Instalacje tego typu są ważnym narzędziem, służącym do realizacji celu odnośnie OZE do roku 2020. Na poziomie regionalnym nie uwzględniono elektrowni wiatrowych na morzu ze względu na to, że nie mają one znaczenia dla większości regionów, a ich teoretyczna lokalizacja ma specyficzną

Tab. 1. Ścieżki rozwoju technologii OZE do produkcji ciepła i energii elektrycznej w Polsce do 2020 roku. (źródło: *Krajowy Plan Działań*)

Tab.1. The development paths of renewable energy technologies for production of heat and electricity in Poland to 2020. (source: *polish National Action Plan*)

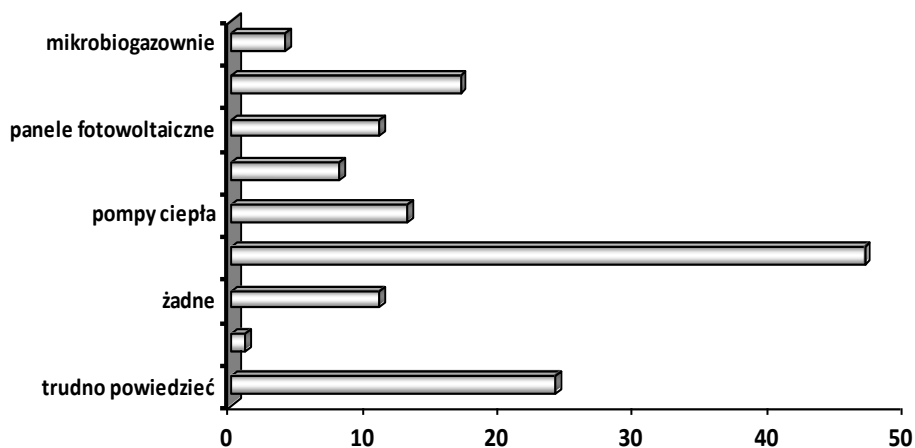
Wyszczególnienie	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ciepło z OZE										
Biomasa stała	3871	3890	3919	3953	3996	4118	4250	4361	4594	4636
Energia słoneczna	45	83	107	114	176	258	324	406	441	506
Biogaz	98	131	165	198	231	275	320	364	408	453
Geotermia głęboka	24	29	35	43	57	70	86	105	107	178
Pompy ciepła (w tym geotermia płaska)	35	42	51	61	72	85	99	114	130	148
Energia elektryczna z OZE										
Lądowe farmy wiatrowe	280	370	453	549	634	735	822	929	1018	1132
Biomasa, biogaz i bioptyny	611	704	754	812	851	890	947	1003	1113	1223
Morskie farmy wiatrowe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
Elektrownie wodne	199	201	204	207	210	212	215	218	221	255
Małe elektrownie wiatrowe	0	1	5	10	15	20	26	34	40	47
Elektrownie wodne > 10MW	119	119	119	119	119	119	119	119	119	151
Elektrownie wodne 1MW – 10MW	47	49	51	52	54	55	57	58	60	61
Elektrownie wodne < 1MW	32	33	34	36	37	38	39	40	42	43
Fotowoltaika	0,09	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,26	0,26	0,26

charakter. Jednakże według KPD tradycyjna energetyka wiatrowa zostanie uzupełniona farmami wiatrowymi na morzu do roku 2020. Przewiduje się także, że w województwach, gdzie duży potencjał nie został jeszcze wykorzystany, należy spodziewać się likwidacji barier blokujących inwestycje dopiero po 2020 roku.

Analizując sytuację rynkową i zależności polityczne w latach 2014-2020, można wywnioskować, że najwięcej siłowni wiatrowych powstanie w województwach: zachodniopomorskim, pomorskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim i podlaskim. Prognoza ta zostanie zmodyfikowana, jeżeli w polityce wsparcia dla energetyki wiatrowej nastąpią zmiany lub w przypadku rozwoju technologii energetyki wiatrowej, który pozwoli na efektywne wykorzystanie obszarów o gorszych warunkach wiatrowych.

Poszukując możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce, nie sposób pominąć potencjału małych elektrowni (poniżej 100 kW). Tego typu rozwiązania przeznaczone są do zastosowania w gospodarstwach domowych i niewielkich przedsiębiorstwach. Ich możliwości są determinowane głównie przez czynniki lokalne oraz ceny energii dla końcowych odbiorców. *Krajowy Plan Działania zakłada*, że do 2020 roku w naszym kraju łączna moc zainstalowana w podobnych turbinach wyniesie

550 MW. Ich użycie jest wskazane głównie dla gospodarstw rolnych. Teza ta jest potwierdzana przez wyniki badania opinii publicznej dotyczącego OZE znajdujących się w *Krajowym Planie Rozwoju Mikroinstalacji Odnawialnych Źródeł Energii do roku 2020*. Wykazały one, że społeczeństwo jest zainteresowane inwestycjami w dziedzinie odnawialnej energii oraz widzi w niej duży potencjał. Z największym społecznym zainteresowaniem spotkały się kolektory słoneczne. Drugą pozycję zajęły małe elektrownie wiatrowe. Warto zaznaczyć, że najczęściej wskazywali je przedstawiciele obszarów wiejskich, rolnicy oraz respondenci, których obiekt nie jest podłączony do sieci ciepłowniczej czy gazowej. Wyniki ankiety zostały przedstawione na rycinie 2.



Ryc. 2. Wyniki badania ankietowego dotyczącego energetyki rozproszonej. (źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Krajowy Plan Rozwoju Mikroinstalacji Odnawialnych Źródeł Energii do 2020 roku*, IEO, 11-07-2013 r.)

Fig. 2. The results of survey concerning distributed generation. (source: own study on the basis of data by polish *National Plan of Renewable Energy Microsystems' Development to 2020*, IEO, 11-07-2013)

Realizacja scenariusza KPD pozwoliłaby na wykorzystanie takich turbin w ponad 2% gospodarstw rolnych w Polsce. Ogromne znaczenie dla energetyki wiatrowej w Polsce będzie miał rozwój technologii instalacji wiatrowych na morzu. Potencjał naszego kraju w tym zakresie wynika z długości linii brzegowej, obszaru terytorialnego morza oraz wyłączzonej strefy ekonomicznej. Możliwości te są znacząco ograniczone poprzez determinanty środowiskowe oraz intensywne wykorzystywanie terytorium morskiego celem realizacji wyznaczonych wymogów gospodarczych.

Z przestrzeni morskiej, którą można byłoby zagospodarować, wykorzystując siłownie wiatrowe, należy wyeliminować następujące obszary: zwyczajowe szlaki morskie, obszary użytkowane w celach militarnych, na cele rybołówstwa oraz podporządkowane ochronie ze względów środowiskowych (NATURA 2000 oraz ochrona brzegów). Sprowadza się to konieczności budowy farm poza morzem terytorialnym. Wśród obszarów znajdujących się pod ochroną znalazły się tereny do izobaty 20 m oraz ławica Słupska, co wyklucza te lokalizacje jako potencjalne miejsca usytuowania elektrowni morskich. W konsekwencji łączna powierzchnia wyznaczona

do lokalizacji farm została określona w wielkości 3590 km².

Potencjał techniczny dla takiego obszaru definiowany jest na ok. 35 GW. Rzeczywisty potencjał wynosi jednak ok. 20 GW, jest to spowodowane obostrzeniami ekonomicznymi, które wpływają na zmniejszenie tej wartości. Najbardziej prawdopodobną lokalizacją farm morskich do 2020 roku jest wschodnia strona Ławnicy Słupskiej na wysokości województwa pomorskiego. Przewiduje się, że pierwsze siłownie wiatrowe na morzu zostaną podłączone do sieci w 2018 roku (Wiśniewski, 2011). Potencjał energetyki wiatrowej w Polsce przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Potencjał energetyki wiatrowej w Polsce. (źródło: Michałowska – Knap, Koć, 2012)

Tab. 2. Potential of wind energy in Poland. (source: Michałowska – Knap, Koć, 2012)

Wyszczególnienie	Na lądzie		Na morzu	
	Moc (GW)	Energia (TWh)	Moc (GW)	Energia (TWh)
Potencjał teoretyczny	3100	6830	130	380
Potencjał techniczny	1400	3600	130	380
Potencjał techniczny z uwzględnieniem ograniczeń środowiskowych	600	1500	20	60
Potencjał ekonomiczny	82	210	7,5	22,5
Potencjał rynkowy 2020	11,5	28	1,5	4,5

W wyniku przeprowadzonej analizy, możemy wywnioskować, iż całkowity realny potencjał rynkowy energetyki wiatrowej w Polsce do roku 2020 wynosi 13 GW, z czego 1,5 GW pochodzi z morskiej energetyki wiatrowej, a pozostałą część stanowią tradycyjne instalacje na lądzie. Bilans według IEO wykazuje dużo wyższe wartości niż te zawarte w KPD.

Prognozuje się, że w latach 2013-2015 tempo wzrostu rynku energetyki wiatrowej zostanie spowolnione, co wynika ze zdolności przyłączeniowych. Jeżeli procesy modernizacyjne sieci będą regularnie realizowane, wówczas przyrost zainstalowanych mocy znów będzie znaczący po roku 2016 (Wiśniewski, 2012).

Program energetyczny realizowany po 2020 roku również przewiduje rozwój energetyki wiatrowej w Polsce. Plan ten poparty jest modelami makroekonomicznymi, które przedstawiają możliwość osiągnięcia nawet 40 GW mocy wytwórczej pochodzącej z farm wiatrowych w 2050 roku. W oparciu o taki scenariusz struktury energetycznej udział elektrowni wiatrowych może wynosić nawet 66% w produkcji energii elektrycznej. Rozwój elektrowni morskich, opartych o działanie wiatru, będzie znaczący dopiero po 2020 roku, ze względu na wymagające długiego czasu przygotowania oraz wykonanie inwestycji (Wiśniewski, 2012).

PODSUMOWANIE

Polska jest krajem o korzystnych warunkach dla rozwoju energetyki wiatrowej. Jest bogata w zasoby wiatru, w szczególności w północnej części. Barięą rozwoju może

być fakt, że nie istnieją odpowiednia i rzetelna dokumentacja zasobów energetycznych wiatru. Wśród istotnych czynników, utrudniających jej rozwój, jest również niewydolność infrastruktury energetycznej, w tym linii przesyłowych. Trudności sprawiają również skomplikowane i długotrwałe procedury związane z uzyskaniem pozwolenia na budowę, które nie zostały szerzej opisane w niniejszej publikacji z uwagi na fakt, że stanowią osobny i bardzo obszerny problem. Warto wspomnieć także o niejasnych uregulowaniach związanych z obszarami NATURA 2000. W najbliższym czasie dużą rolę w tempie rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce będą odgrywały mechanizmy wsparcia OZE, kształtowane przez międzynarodową politykę klimatyczną.

Obecnie Polska jest zobowiązana wobec Unii Europejskiej i międzynarodowej konwencji klimatycznej do wytwarzania energii z OZE oraz zwiększania ich udziału w strukturze paliwowej. Te wymuszone działania podejmowane w sektorze energetycznym będą mieć zarówno wymiar inwestycyjny jak i planistyczny. Rozwój infrastruktury energetycznej będzie w perspektywie 2030 roku (zgodnie z założeniami KPZK 2030) musiał sprostać zatem wielu wyzwaniom, a przede wszystkim ogromnym nakładom inwestycyjnym (Knap, 2013).

Spełnianie wymogów unijnej polityki klimatycznej w ostatnich latach stało się celem na tyle nośnym medialnie, że zapomniano o nadrzędnym zadaniu polityki energetycznej państwa – mianowicie o zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego i gospodarczego kraju. Zwolennicy międzynarodowej polityki klimatycznej podnoszą argument, że z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego bardzo ważna jest dywersyfikacja źródeł. Należy jednak mieć na względzie, że wpływ OZE na bilans mocy jest niewielki. Bezpieczeństwo energetyczne wymaga zapewnienia ciągłości zasilania, szczególnie w okresach największego zużycia energii elektrycznej, czyli w godzinach wieczornych w miesiącach zimowych. Niestety w tym czasie panele słoneczne nie działają, wiatry wieją sporadycznie, a praca biogazowni jest uzależniona od zgromadzonych wcześniej zapasów paliwa. Moce wytwórcze muszą charakteryzować się wysoką dyspozycyjnością, a taką mogą zapewnić jedynie technologie jądrowe, gazowe i węglowe. Energetyka jądrowa w panujących obecnie w Polsce warunkach ciągle wydaje się nieosiągalna, ze względu na wysokie koszty i brak akceptacji społeczeństwa. Złoża gazu występują w ograniczonych ilościach, a dodatkowo nie ma jeszcze opracowanego planu działania dotyczącego jego wydobycia i eksploatacji. Można zatem prognozować, że w ciągu najbliższych lat dominującym paliwem w polskiej energetyce pozostanie jednak węgiel.

LITERATURA:

Cizkowicz M. (red.), Gabryś A., Baj K., Bawół M. (2012). *Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce. Raport przygotowany przez Ernst&Young we współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Energetyki Wiatrowej oraz European Wind Energy Association*. Warszawa: Ernst&Young.

Hermann E. (1998). *The Kyoto protocol. Unfinished business*. Environment. Jul/Aug 1998.

Knap W. (2013). *Stracimy miliardy? Co najmniej 20 procent pieniędzy UE na lata 2014-2020 musi zostać przeznaczonych na cele klimatyczne*. Kraków: Dziennik Polski 06.03.2013.

Nalepa K. (red.), Miąskowski W., Pietkiewicz P., Piechocki J., Bogacz P. (2011). *Poradnik małej energetyki wiatrowej*. Olsztyn.

Rachwał T. (2008), *Problematyka badawcza funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych*. W: Ziolo Z., Rachwał T. Problematyka badawcza geografii przemysłu. Warszawa-Kraków: Prace Komisji Geografii Przemysłu PTG nr 11, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej w Krakowie.

Gielnik A., Rosicki R. (2013), *Energetyka wiatrowa w Polsce – możliwości rozwoju i zagrożenia*.

Wiśniewski G. (red.), Michałowska – Knap K., Koć S. (2011). *Energetyka wiatrowa - stan aktualny o perspektywy rozwoju w Polsce*. Warszawa, Instytut Energetyki Odnawialnej.

Wiśniewski G. (red.), Michałowska – Knap K., Arcipowska A., Dziamski P. (2012), *Energetyka odnawialna jako dźwignia społeczno – gospodarczego rozwoju województw do 2020 roku. Dlaczego warto i jak powinno się planować rozwój energetyki wiatrowej w regionach*. Warszawa. Instytut Energetyki Odnawialnej.

Wiśniewski G. (red.), (2013). *Krajowy Plan Rozwoju Mikroinstalacji Odnawialnych Źródeł Energii do 2020 roku*, Warszawa. IEO.

Zajdler R. (2012). *Regulacje prawa krajowego dotyczące inwestycji w farmy wiatrowe (wybrane aspekty)*. Warszawa: Instytut Sobieskiego.

Ziolo Z., Rachwał T. (2009). *Wpływ procesów globalizacji i integracji europejskiej na transformację struktur przemysłowych*. Warszawa-Kraków: Prace Komisji Geografii Przemysłu nr 12, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego.

Źródła internetowe:

Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, 25 stycznia 2011 roku. Pozyskano z:

http://www.mir.gov.pl/rozwoj_regionalny/polityka_przestrzenna/kpzk/aktualnosci/documents/kpzk2030.pdf [dostęp z dnia: 1.04.2014]

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne. Pozyskano z: <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19970540348> dostęp z dnia: 1.04.2014]