

Galina KALDA  
Politechnika Rzeszowska

## ROZWÓJ ENERGETYKI WIATROWEJ W GOSPODARCE KRAJOWEJ (praca studialno-przeglądowa)

W artykule omówiono różne rodzaje turbin wiatrowych, które znalazły największe zastosowanie w Europie. Przedstawiono również możliwości wykorzystania energii wiatru w Polsce oraz korzyści społeczne i gospodarcze wynikające z budowy elektrowni wiatrowych.

### 1. Wprowadzenie

Energia wiatru to jedno z najczęściej wykorzystywanych na świecie odnawialnych źródeł energii, można ją bowiem łatwo przekształcić w inne rodzaje energii. Występowanie wiatrów na świecie jest przypadkowe i niekontrolowane, dotyczy to w równym stopniu kierunku, jak i siły wiania. Energia wiatru jest energią pochodzenia słonecznego, ponieważ powietrze ogrzewane jest poprzez promieniowanie i konwekcję. Na energię wiatru zamieniane jest ok. 2% promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi. Uważa się, że wiatr wiejący z prędkością nie mniejszą niż 4 m/s i nie większą niż 30 m/s można wykorzystać w energetyce. To źródło energii jest jednak bardzo niestabilne – jego występowanie zależy od regionu geograficznego, pory roku, pory dnia, ukształtowania terenu i wysokości nad powierzchnią ziemi. Z obserwacji wynika, że im wyżej usytuowane są wirniki turbin, tym korzystniejsze jest to dla pracy generatorów turbin. Wykorzystanie energii wiatru przez wiele krajów przynosi bardzo duże korzyści dla gospodarki światowej. Energia wiatru jest jedną z najczystszych form energii, gdyż przy jej wykorzystywaniu nie powstają żadne szkodliwe substancje. Jedną z zalet odnawialnych źródeł energii, obok „czystości ekologicznej”, jest odnawialność, co sprawia, że ich zasoby są nie-  
spożyte.

### 2. Rodzaje turbin wiatrowych

Turbiny wiatrowe można podzielić na dwa rodzaje: turbiny o osi pionowej i turbiny o osi poziomej. Turbiny o osi poziomej są ogólnie znane, we współczesnej energetyce stosowane jako dwupłatowe (rzadziej jako trójpłatowe). Przy-

pominają one olbrzymie śmigła samolotów. Mniej rozpowszechnione są turbiny o osi pionowej. Wśród nich na szczególną uwagę zasługuje turbina Darrieusa oraz silnik o przestawianych okresowo skrzydłach, zwany jako „gyromil” [1].

**Turbiny o pionowej osi obrotu** w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami turbiny stanowią niewielki procent obecnych instalacji. Współczesna turbina Darrieusa ma na pionowym wale zamontowane dwa albo trzy skrzydła o stałej cięciwie i symetrycznym profilu. Skrzydła nie są skręcone ani wygięte w płaszczyźnie osi turbiny, pozostają więc podczas pracy pod działaniem sił rozciągających, co jest bardzo korzystne. Skrzydła są zazwyczaj wykonane z duraluminium. Taka turbina nie wymaga orientacji na wiatr. W płaszczyźnie równikowej skrzydeł umieszczone są niewielkie płytki, które po przekroczeniu przez wał turbiny granicznej prędkości kątowej, na skutek sił bezwładności, wychylają się z płaszczyzny skrzydeł, powodują powstanie aerodynamicznego momentu hamującego. Turbina „gyromil” ma trzy skrzydła proste równoległe do osi obrotu [1].

**Turbiny o poziomej osi obrotu** to układ elektrowni wiatrowej, która posiada „śmigło” o takiej liczbie łopat, jaka jest w zamyśle projektanta. Układy te mają zazwyczaj trzy łopaty, ale spotyka się również dwu- albo jednołopatowe wirniki. Aby wirnik posiadał duży moment startowy, zwiększa się liczbę łopat. Przykładem tego rodzaju wiatraków mogą być amerykańskie wiatraki napędzające pompy wodne, posiadające nawet kilkanaście łopat. Wirniki tradycyjne można również podzielić ze względu na ustawienie wirnika względem wiatru w stosunku do położenia masztu [2]. Na rysunku 1. przedstawiono turbinę o poziomej osi obrotu.



Rys. 1. Turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu

W omawianej tematyce szczególnie istotne jest zagadnienie magazynowania energii. Aby możliwe było dysponowanie zasobami energii przez cały rok, nawet kiedy siłownia wiatrowa nie pracuje, należy zapewnić właściwe jej magazynowanie. Najprostszym tego sposobem jest stosowanie akumulatorów. Jest to jednak metoda niedoskonała ze względu na ograniczoną pojemność oraz straty energii powodowane przez akumulatory. Innym sposobem magazynowania energii może być zastosowanie nadwyżek produkowanej energii elektrycznej do elektrolizy wody, w wyniku której wytwarzany będzie wodór. Wodór może następnie posłużyć jako paliwo napędowe do turbiny w okresie, gdy wiatr nie wieje lub przy zbyt porywistych wiatrach, uniemożliwiających bezpieczną pracę wiatraka. Rozwiązanie takie określa się jako hybrydowe i może być ono związane z dowolnym nośnikiem energii, który będzie umożliwiał niezakłóconą pracę siłowni. Inne rozwiązanie hybrydowe może być stosowane, gdy energia wiatru jest zastosowana bezpośrednio do celów grzewczych. Wtedy nadwyżki energii cieplnej mogą być odprowadzane do gruntu i tam magazynowane. Odzyskanie energii jest możliwe za pomocą pomp ciepłych [3].

### 3. Energia wiatru a gospodarka Polski

Odnawialne źródła energii, m.in. energia wiatru, są alternatywą dla tradycyjnych surowców energetycznych, takich jak gaz ziemny, ropa naftowa, węgiel kamienny czy brunatny, których odnowienie w wyniku naturalnych procesów jest niemożliwe lub trwa bardzo długo. Podstawowe argumenty przemawiające za wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii to ich niewyczerpalność i pozytywny wpływ na środowisko naturalne. Obecnie także w Polsce obserwuje się coraz większe zainteresowanie tym właśnie „zielonym” źródłem energii.

Energetyka wiatrowa, zaspokajając ok. 2% globalnego zużycia energii elektrycznej, jest już obecnie światowym liderem zielonych technologii, wyprzedzając pod względem udziału w rynku inne nowe dziedziny energetyki odnawialnej. Jest ona też technologią rozwijającą się znacznie szybciej niż tradycyjne technologie energetyczne i tradycyjnie odnawialne źródła energii, jak np. energetyka wodna. Stanowi ona wiodący i perspektywiczny sposób walki z globalnym ociepleniem i jedno z najważniejszych wyzwań współczesnej cywilizacji.

Warunki wiatrowe w Polsce cechuje duża zmienność na obszarze kraju oraz brak wysokich średniorocznych prędkości wiatru, w porównaniu z warunkami panującymi w innych krajach UE (np. Danii, Holandii, Wielkiej Brytanii). Ocena zasobów wiatru w obszarze całego kraju jest możliwa jedynie na podstawie danych ze stacji meteorologicznych z całego kraju. W Polsce stacje meteorologiczne nie są przystosowane do dokonywania tego typu pomiarów, dlatego z konieczności muszą się opierać na wynikach analiz podawanych przez meteorologiczne instytucje. Według tych badań:

- za rejony uprzywilejowane uznaje się te, na których średnioroczna prędkość wiatru wynosi 5 m/s – w tych regionach powinny być budowane

elektrownie i farmy wiatrowe; obszar ten obejmuje: okolice przylądka Rozewie, Pobrzeże Słowińskie od Świnoujścia po Hel oraz część Suwalszczyzny,

- za rejon o średnich warunkach wiatrowych należy uznać: Nizinę Mazowiecką, Beskid Śląski i Żywiecki oraz wschodnią część Kotliny San domierskiej, gdzie średnie roczne prędkości wiatru przekraczają 4 m/s,
- na pozostałym obszarze kraju, gdzie średnie roczne prędkości wiatru są niższe od 4 m/s, budowa elektrowni wiatrowych do celów gospodarczych jest mało opłacalna.

Dobrym rejonem do lokalizacji elektrowni wiatrowych jest obszar południowo-wschodniej Polski, czyli rejon Dukli, Rymanowa, Rzeszowa, Dębicy. Stwierdzono tam średnie roczne prędkości wiatru dochodzące do 6,7 m/s na wysokości ok. 40 m n.p.g. Za ważną charakterystykę zasobów wiatru uznaje się procentowy udział (w ciągu roku) prędkości wyższych od 6 m/s. Na obszarze otwartym na wysokości 30 m kształtuje się on następująco:

- rejon Rzeszowa – ok. 50%,
- Pobrzeże Słowińskie i Środkowa Polska – 30÷40%,
- pozostała część kraju – 15÷30%.

Wielkość nowej energii, jaką można uzyskać z tych rejonów, określa potencjał energetyczny wiatru dla prędkości wiatru powyżej 4 m/s:

- Pobrzeże Słowińskie od Świnoujścia po Gdańsk – powyżej  $1500 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ ,
- Suwalszczyzna – powyżej  $1500 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ ,
- południowo-zachodnia Polska, część Wielkopolski oraz prawie całe Mazowsze – powyżej  $1250 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ ,
- Beskid Żywiecki i Śląski – powyżej  $1000 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ .

Według badań  $\frac{1}{3}$  terytorium kraju posiada korzystne warunki wiatrowe do zainstalowania elektrowni. Powierzchnia kraju spełniająca ten warunek została oszacowana na ok. 60000 km<sup>2</sup>, ale tylko 3000 km<sup>2</sup> może być przeznaczona na siłownie wiatrowe i farmy wiatrowe. Zakładając, że na 1 m<sup>2</sup> możliwe jest zainstalowanie farmy o mocy 2÷3 MW oraz średnim czasie wykorzystania mocy nominalnej ok. 1500 h/a, można obliczyć szacunkową wielkość energii elektrycznej wytworzonej przez elektrownie wiatrowe, tj. 10 TWh/a. Stanowiłoby to ok. 7% produkcji rocznej energii elektrycznej w Polsce. Wynik ten jest możliwy do osiągnięcia, jeżeli zapewniona zostanie opłacalność budowy elektrowni wiatrowych. Stwierdza się, że minimalną opłacalność w eksploatacji elektrowni wiatrowych w Polsce można uzyskać dla średniorocznej prędkości wiatru ponad 6 m/s na wysokości 40 m n.p.g [4].

#### 4. Obecny stan rozwoju rynku energetyki wiatrowej w Polsce

W latach 2002÷2006 w Polsce nastąpiła stagnacja w energetyce wiatrowej, spowodowana głównie niestabilnością systemu wsparcia i niedostosowaniem

regulacji prawnych, co skutkowało zbyt wysokim ryzykiem dla inwestorów. Liczba inwestycji w energetykę wiatrową zaczęła dopiero wzrastać po przystąpieniu Polski do UE i usunięciu części barier. W latach 2007÷2010 obserwowano dosyć duży przyrost mocy zainstalowanych elektrowni, który wynikał z realizacji kilku farm wiatrowych. W Polsce słaby rozwój rynku energetyki wiatrowej wynikał z bardzo powolnego rozwoju sieci elektroenergetycznej, w rezultacie czego pojawiały się coraz większe problemy z przyłączeniem do sieci. Spośród innych czynników, które spowalniały rozwój energetyki wiatrowej należy wymienić długotrwałe procedury związane z planowaniem przestrzennym oraz ocenami oddziaływania na środowisko. Obecnie około 87% mocy zainstalowanej jest skupiona w 25 farmach wiatrowych o mocy od 5 do 50 MW. Najwięcej dużych farm wiatrowych działa w części północnej Polski (województwo pomorskie i zachodniopomorskie). Jednak na tych terenach pojawiają się coraz częściej trudności związane głównie z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej. Z tego powodu wzrasta zainteresowanie inwestycjami w innych rejonach Polski. Istotnym problemem w ocenie perspektyw rozwoju rynku energetyki wiatrowej jest niewielki stan wiedzy na temat inwestycji i planowanych projektów. Pojawiają się poważne rozbieżności pomiędzy danymi podawanymi przez różne podmioty. Niespójność informacji zamazuje rzeczywisty obraz rynku oraz utrudnia ocenę potrzeb w zakresie rozwoju infrastruktury czy niezbędnych zmian legislacyjnych oraz proceduralnych [5].

Największym zainteresowaniem inwestorów spośród odnawialnych źródeł energii cieszy się energetyka wiatrowa. Niestety zainteresowanie to wciąż nie przekłada się na zauważalny wzrost zainstalowanych mocy w tym źródle energii. Nadal istnieją bariery prawne i organizacyjne, które spowalniają lub uniemożliwiają powstawanie nowych elektrowni wiatrowych. Obecnie główną barierę wykorzystania tego rodzaju energii stanowi uzyskanie racjonalnych z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia warunków przyłączenia dla nowo powstających elektrowni. Wdrażane przez Ministerstwo Gospodarki zmiany prawne dotyczące odnawialnych źródeł energii są fragmentaryczne i niewystarczające. Ciągłe niewiele jest głosów, takich jak Instytutu Energetyki Odnawialnej, wzywających środowisko energetyczne do debaty nad przyszłością sektora energetycznego w Polsce, z uwzględnieniem właściwego miejsca dla energetyki odnawialnej. Brakuje rzetelnej wiedzy o sposobach i możliwościach realizacji krajowych celów rozwoju energetyki odnawialnej do 2020 r. Poszczególne środowiska odnawialnych źródeł energii samodzielnie przygotowują analizy szacujące potencjał rozwoju określonych źródeł. Są to jednak opracowania fragmentaryczne i jednostronne, ale nawet te dokumenty pokazują oczywistą dla wielu prawdę – posiadany przez Polskę potencjał zasobów odnawialnych (biomasy, wiatru, energii słonecznej czy geotermalnej) z nadwyżką wypełnia krajowe potrzeby realizacji zobowiązań unijnych, przy kosztach nie większych niż w innych krajach Europy.

Analiza potencjału rozwoju energetyki wiatrowej pokazuje, że przełamanie stereotypów w myśleniu o elektrowniach wiatrowych może być istotnym czynnikiem produkcji energii. Analiza ta dotyczyła trzech podstawowych obszarów:

- dostępnego arsenału dla posadowienia turbin wiatrowych – wielkość potencjału lokalizacyjnego określono na poziomie 19÷23 tys. MW,
- ograniczenia ilości generacji wiatrowej związane z bezpieczeństwem pracy systemu elektroenergetycznego – przyjęto 20% wielkość penetracji mocy dla systemu elektroenergetycznego; są to bardzo konserwatywne oraz ostrożne szacunki, nieuwzględniające rozwoju technologicznego turbin i systemów zarządzania pracą sieci,
- poziomu kosztów związanych z modernizacją i rozbudową sieci energetycznych na potrzeby przyłączenia źródeł wiatrowych – koszty te w żaden sposób nie będą warunkiem rozwoju sektora energetyki wiatrowej.

Technologiczny potencjał energii wiatru wiąże się głównie z przestrzennym rozmieszczeniem terenów otwartych (o niskiej szorstkości podłoża i bez obiektów zaburzających przepływ powietrza). Są to głównie obszary użytków rolnych, stanowiące obecnie ok. 59% powierzchni kraju (ok. 18 mln ha). Zgodnie z prognozami zmian w strukturze użytkowania terenu do 2020 r. nie przewiduje się znaczących zmian, które miałyby ograniczyć tę powierzchnię (możliwe ograniczenie o ok. 1%). Przy obecnych możliwościach technicznych realne jest efektywne zagospodarowanie obszarów o prędkościach wiatru powyżej 5 m/s i gęstości energii powyżej 200 W/m<sup>2</sup> (na wysokości 50 m nad poziomem gruntu). Warunki takie występują nawet na 80% użytków rolnych. Ograniczeniem dla rozwoju energetyki wiatrowej jest zwiększenie powierzchni obszarów chronionych. Ochrona obszarowa nie neguje jednak w niektórych przypadkach lokalizacji elektrowni wiatrowych na obszarze chronionym, ostateczna decyzja należy oczywiście do władz lokalnych i regionalnych. Znacznie większe są ograniczenia lokalizacji elektrowni na morzu niż na lądzie. Ze względu na możliwości techniczne budowy elektrowni wiatrowych (głębokość morza) oraz konflikty dotyczące wykorzystania przestrzeni morskiej można stwierdzić, że tylko niewielka część powierzchni (do 5%) mogłaby zostać zagospodarowana do 2020 r. pod budowę elektrowni wiatrowych. Ograniczenia przestrzenne związane z włączeniem polskich wód morskich do obszaru NATURA 2000 dotyczą również fragmentów morskich, natomiast cały dostępny obszar charakteryzuje się sprzyjającymi warunkami wiatrowymi. Instytut Morski w Gdańsku na podstawie analizy uwarunkowań naturalnych oraz możliwych konfliktów przestrzennych wyodrębnił na obszarze polskiego morza terytorialnego oraz wyłącznej strefy ekonomicznej lokalizację o potencjale technicznym sięgającym do 20 GW. Dodatkowo ograniczenia związane z obszarami NATURA 2000 zredukują ten potencjał do 7,5 GW. W tabeli 1. przedstawiono potencjał energetyki wiatrowej w Polsce.

Tabela 1. Potencjał energetyki wiatrowej w Polsce, na podstawie [5]

| Potencjał energetyki                                  | Ląd         |                  | Morze       |                  |
|---|-------------|------------------|-------------|------------------|
|   | moc<br>[GW] | energia<br>[TWh] | moc<br>[GW] | energia<br>[TWh] |
| Teoretyczny   | 3100        | 6830             | 130         | 380              |
| Techniczny  | 1400        | 3600             | 130         | 380              |
| Techniczny z uwzględnieniem ograniczeń środowiskowych | 600         | 1500             | 20          | 60               |
| Ekonomiczny   | 82          | 210              | 7,5         | 22,5             |
| Rynkowy (2020 r.)                                     | 11,5        | 28               | 1,5         | 4,5              |

Energetyka wiatrowa pod względem nakładów inwestycyjnych jest konkurencyjna wobec innych technologii, które produkują energię elektryczną ze źródeł odnawialnych. Odznacza się też niższymi kosztami eksploatacyjnymi. Przewiduje się, że wraz z rozwojem technologii wzrośnie roczny czas wykorzystania mocy nominalnej elektrowni. Dotyczy to głównie morskiej energetyki wiatrowej.

## 5. Korzyści społeczne i gospodarcze wynikające z budowy elektrowni wiatrowych

Budowa i zastosowanie elektrowni wiatrowych może wnieść następujące korzyści:

- rozwój energetyki wiatrowej przyczynia się do tworzenia nowych miejsc pracy – w Polsce w sektorze energetyki wiatrowej tylko do końca 2008 r. zatrudnionych było ponad 2000 osób,
- niskie koszty eksploatacyjne pozyskiwania energii wiatru,
- brak kosztów paliwa,
- rozwój nowych sektorów gospodarki i generowanie przychodów dla państwa, samorządów lokalnych i przedsiębiorstw; wpływ na rozwój i aktywizację regionów, w tym morskich,
- korzyści dla budżetu państwa – dochody z tytułu redukcji emisji dwutlenku węgla do atmosfery w ramach mechanizmów handlu emisjami,
- korzyść dla gminy z inwestycji w odnawialne źródła energii – wpływy z podatków od nieruchomości,
- korzyść dla gminy – dochody z tytułu dzierżawy gruntów komunalnych oraz wpływy z tytułu udziału gminy w podatku PIT i CIT; instalacje elektrowni wiatrowych przynoszą dochody z tytułu dzierżawy gruntów rolnych, co z kolei wpływa na stabilizację dochodów rolników, a pośrednio na płatność podatku rolnego,
- kreowanie wzrostu gospodarczego,
- rozwój małych i średnich przedsiębiorstw,

- rozwój nowych technologii i innowacji,
- dywersyfikacja źródeł energii i zmniejszenie uzależnienia od importu energii, w szczególności od importu surowców, a przez to wzrost bezpieczeństwa energetycznego,
- zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem cen energii wytwarzanej przez konwencjonalne źródła,
- rozwój infrastruktury przesyłowej,
- rozbudowa infrastruktury komunikacyjnej,
- zmniejszenie kosztów i strat przesyłu poprzez przybliżenie wytwórcy do odbiorcy,
- elektrownie wiatrowe zajmują niewiele miejsca i mogą współistnieć z innymi rodzajami aktywności, takimi jak rolnictwo czy ogrodnictwo,
- możliwości szybkiej instalacji dużych mocy wytwórczych,
- wpływ na zrównoważony rozwój.

Wiatr posiada cechy, takie jak mała koncentracja energii, duża zmienność i losowa dostępność, które powodują znacznie większe utrudnienia w jego eksploatacji, niż w przypadku źródeł konwencjonalnych. Wiatr ma także bardzo duży potencjał energetyczny, który teoretycznie może spełnić oczekiwania światowej energetyki, nawet jeżeli weźmie się pod uwagę znaczną liczbę współczynników technicznych, środowiskowych i finansowych, poważnie ograniczających ilość obecnie eksploatowanych zasobów. W dodatku konwersja energii wiatru nie powoduje emisji szkodliwych substancji ani radioaktywnych odpadów i przyczynia się do dywersyfikacji źródeł energii, co znacznie podnosi jego atrakcyjność.

Dzisiaj najważniejszym sposobem wykorzystania energii wiatru są farmy wiatrowe podłączone do sieci elektroenergetycznych. Całkowita ilość energii produkowana z wiatru w wiatrowych elektrowniach sieciowych na całym świecie osiągnęła wartość 9800 MW. Prawie wszystkie turbiny wiatrowe produkowane na świecie na skalę przemysłową są to tzw. turbiny z osią horyzontalną, posiadające trzy, dwie lub jedną łopatę wirnika. Jednostki ze średnicą wirnika rzędu 25÷30 m są produkowane na masową skalę o mocach 250÷300 kW od wielu lat. Ostatnio produkowane turbiny mają już wirniki o średnicy 50÷60 m i mocy 1÷1,5 MW (wprowadza się je głównie w Europie Zachodniej). Główne osiągnięcia w rozwoju energetyki wiatrowej to zwiększenie ich efektywności o 30% oraz zwiększenie dostępności turbin wiatrowych o 95%. Rozpowszechnienie farm wiatrowych jest uwarunkowane akceptacją społeczną.

Innym znaczącym problemem jest miejsce potrzebne na zainstalowanie turbiny wiatrowej. Zainstalowanie farmy wiatrowej o mocy 5÷8 MW wymaga średnio 1 km<sup>2</sup> powierzchni (jakkolwiek same turbiny zajmują tylko ok. 1% tej powierzchni). Turbiny wiatrowe mają też wpływ wizualny na krajobraz, który zależy od ich cech, cech krajobrazu i indywidualnych reakcji widzów. Zaniepokojenie o bezpieczeństwo mieszkańców może mieć poważny wpływ na wykorzystanie energii wiatru, mimo że dotychczas bezpieczeństwo urządzeń wiatro-



wych było bardzo duże. Problem hałasu może być kontrolowany, jeżeli turbina została dobrze zaprojektowana. Interferencja z urządzeniami telekomunikacyjnymi jest ściśle ograniczona do terenów bezpośrednio przylegających do instalacji wiatrowych. Wpływ na dziką przyrodę (szczególnie ptaki) można porównać do wpływu ruchu samochodowego i linii wysokiego napięcia. Włączenie energii elektrycznej produkowanej z wiatru do systemu energetycznego może powodować trudności z regulacją napięcia i częstotliwości, zgodnie z losową naturą źródła energii. Badania nasycenia energią wiatru systemów energetycznych, prowadzone pod nadzorem Komisji Unii Europejskiej, wykazały, że systemy europejskie mogą wytrzymać 5% udział energii wyprodukowanej z wiatru w całkowitej ilości produkowanej energii, bez konieczności poważniejszych zmian technologicznych [4].

## 6. Podsumowanie

Obecnie nieuniknione jest zwiększenie wykorzystania energii wiatrowej, zarówno na świecie, jak i w UE. Jednym z podstawowych rezultatów wykorzystania energii wiatru są korzyści ekologiczne, które są związane z uniknięciem emisji gazów cieplarnianych i innych substancji szkodliwych w procesie wytwarzania energii. Wykorzystanie tego rodzaju energii zwiększa bezpieczeństwo energetyczne kraju czy też poszczególnych regionów (gmin, powiatów albo województw). Bezpieczeństwo energetyczne przejawia się m.in. w wyniku zmniejszenia konieczności importu energii pierwotnej z paliw kopalnych i decentralizacji jej wytwarzania – w układach w pobliżu bezpośrednich użytkowników. Oczywiście jest również, że wykorzystanie energii wiatrowej zmniejsza zapotrzebowanie na paliwa kopalne i cechuje się odnawialnością zasobów w czasie. Te cechy energetyki wiatrowej, zwłaszcza w obliczu coraz częstszych wzrostów cen paliw kopalnych, nabierają bardzo dużego znaczenia. Energia wiatrowa dostępna lokalnie służy rozwojowi lokalnego rynku energii oraz infrastruktury energetycznej, poprawiając konkurencyjność sektora energetycznego.

Polska posiada warunki wiatrowe porównywalne do Niemiec, jednakże rozwój tej dziedziny energetyki dotychczas napotykał na różnego rodzaju bariery. Niektóre z nich, np. ograniczenia prawne, zostały w istotny sposób usunięte poprzez znowelizowaną ustawę Prawo energetyczne. Wprowadzono wiele mechanizmów prawnych, które przyczyniły się do dość znaczącego wzrostu mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej w ostatnich latach, jednakże Polsce daleko jeszcze do czołówki europejskiej, której przewodzą Niemcy. Polska nie posiada dobrze udokumentowanych zasobów energetycznych wiatru, co jest jedną z przyczyn słabego jej rozwoju – zasoby te zostały udokumentowane jedynie dla wybranych rejonów. Kolejnymi czynnikami utrudniającymi rozwój tej dziedziny energetyki jest niewydolność linii przesyłowych średniego napięcia, a także liczne ograniczenia administracyjne i środowiskowe.

Prognozy rozwoju energetyki wiatrowej zakładają, że do 2014 r. z wiatru pozyskana zostanie energia w wysokości 2,3% zużycia energii elektrycznej. Do końca 2010 r. konieczne jest zainstalowane ok. 2000 MW mocy w energetyce wiatrowej. Aby intensyfikować rozwój energetyki wiatrowej w Polsce, niezbędne jest przeprowadzenie pomiarów parametrów energetycznych wiatru (udokumentowanie zasobów) na szerszą skalę, tj. na cały obszar kraju, w celu opracowania nowej polskiej mapy wiatru. W Polsce nie ma producentów elektrowni wiatrowych średniej i dużej mocy – instalowane turbiny wiatrowe pochodzą z Danii, Niemiec, Hiszpanii, USA. Powinna zatem zostać podjęta krajowa produkcja elektrowni wiatrowych we współpracy z producentami zagranicznymi.

### **Literatura**

1. Prasalek K.: Potencjał energetyki wiatrowej w Polsce, *Czysta Energia*, nr 4/2008, s. 18÷19.
2. [www.wiatrachek.cba.pl/rodzaje.html](http://www.wiatrachek.cba.pl/rodzaje.html).
3. Szumanowski A.: Energia wiatrowa, *Czas Energii*, nr 3/1988, s. 20÷23.
4. Soliński I.: Energetyczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania energii wiatrowej, Wydawn. IGSM i EPAN, Kraków 1999.
5. Wiśniewski G., Michalska-Knap K.: Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 r., *Czysta Energia*, nr 4/2010, s. 24÷29.

### **DEVELOPMENT OF WIND POWER INDUSTRY IN ECONOMY OF THE COUNTRY**

#### **S u m m a r y**

The paper deals with wind turbines the most used in Europe, possibility of using wind power in various regions of country, advantages and disadvantages of using wind power stations.

*Złożono w Oficynie Wydawniczej w marcu 2011 r.*