

# ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII W PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ W POLSCE

Justyna Chodkowska-Miszczuk, Daniela Szymańska

Institut Geografii, UMK w Toruniu

## Zarys treści

W artykule zaprezentowano wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej w Polsce. Wskazano najbardziej perspektywiczne odnawialne źródła energii, a także rozmieszczenie elektrowni bazujących na odnawialnych źródłach energii. Zwrócono uwagę na zróżnicowanie przestrzenne produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w naszym kraju.

**Słowa kluczowe:** Polska, odnawialne źródła energii, energia elektryczna

## Wstęp

W gospodarce światowej i rozwoju społeczno-gospodarczym poszczególnych krajów, zarówno na poziomie regionalnym, jak i lokalnym, coraz częściej zwraca się uwagę na zasady zrównoważonego rozwoju definiowanego jako rodzaj kompromisu pomiędzy potrzebami ochrony środowiska przyrodniczego a potrzebami gospodarki oraz potrzebami społecznymi. Znajduje to swoje szerokie odzwierciedlenie także w polityce Unii Europejskiej, gdzie koncepcja rozwoju zrównoważonego wytycza kierunki wszelkich działań gospodarczych. Jednym z nich jest produkcja energii w oparciu o źródła odnawialne.

W Polsce, zgodnie z zapisami Ustawy Prawo energetyczne (1997), za odnawialne źródła energii przyjmuje się te, które w procesie przetwarzania wykorzystują energię wiatru, promieniowania słonecznego, energię geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy. W przypadku biomasy wyróżnia się biomasę pochodzenia leśnego (obejmującą głównie surowiec drzewny), rolniczego (przede wszystkim uprawy energetyczne, ale też odpady konsumpcyjne z produkcji rolniczo-przemysłowej) oraz pochodzącą z przemysłowych i komunalnych odpadów organicznych (Jasiulewicz 2010).

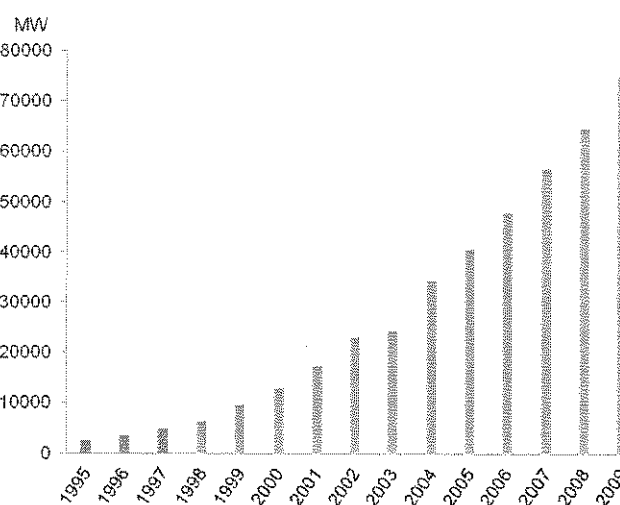
## Perspektywiczne odnawialne źródła energii

Uwzględniając możliwości techniczne i technologiczne, charakteryzujące zarówno dany obszar, jak i cały system produkcji energii, badacze tematu wskazują na biomasę i energię wiatru, jako te źródła które obecnie i w najbliższej przyszłości, stanowić będą główny nurt produkcji energii ze źródeł odnawialnych na świecie, w tym w Europie i w Polsce (Scheffield J. i in. 2004, Velde 2006, Chodkowska-Miszczuk, Szymańska 2011).

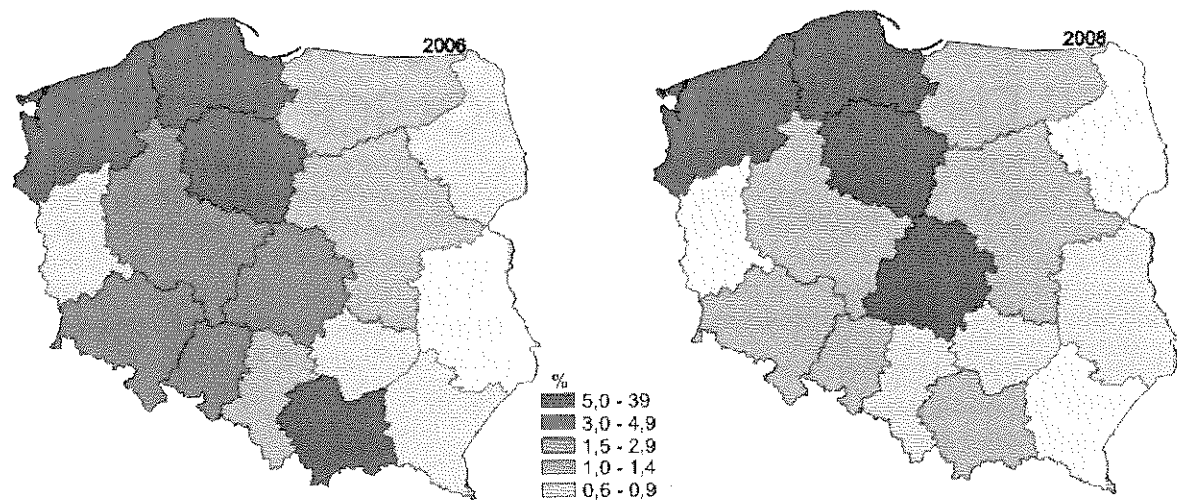
Na korzyść **biomasy**, prócz jej powszechności, przemawia fakt, że produkcja, a następnie jej wykorzystanie energetyczne, przyczynia się do ograniczenia odpływu kapitału z poszczególnych krajów i regionów (Łakomicz 2003; Gra-

dziuk 2006, Chodkowska-Miszczuk, Szymańska 2011a). Istotne znaczenie biomasy, w tym głównie upraw energetycznych, jest związane z rolą, jaką odgrywają i będą one odgrywać w procesie dywersyfikacji działalności rolniczej. Wśród atutów upraw energetycznych znawcy tematu wymieniają: niskie koszty inwestycyjne związane z produkcją, przetwarzaniem i bezpośrednim spalaniem tego rodzaju biomasy, ale także możliwości jej magazynowania i konwersji na różnego rodzaju surowce energetyczne (Machan 2001; Sims i in. 2006; Panoutsou 2007, Szymańska, Chodkowska-Miszczuk 2011). Ogromną rolę przypisuje się tutaj także efektom środowiskowym, w tym zagospodarowaniu użytków rolnych o niższej, pod względem gospodarowania rolniczego, jakości (Ruszkowski 1999; Scholz i Ellerbrock 2002, Jasiulewicz 2010). Nie bez znaczenia jest również fakt, że uprawa roślin energetycznych sprzyja dalszemu, wielofunkcyjnemu rozwojowi obszarów wiejskich i wzmacnia konkurencyjność sektora rolniczego (Grzybek 2003; Kościk i in. 2005; Jasiulewicz 2005, 2007), w tym także rolnictwa ekologicznego (Kocar 2008).

Obok biomasy, zyskującym obecnie na znaczeniu źródłem odnawialnym, jest **energia wiatru**. To właśnie energetyka wiatrowa tworzy obecnie najszybciej rozwijający się sektor technologii energetycznych i jest jednym z najbardziej opłacalnych odnawialnych źródeł energii na świecie (Heier 1998, Ackerman i Söder 2000, Stanley 2001, Ackerman 2005, Chen i Blaabjerg 2009). Jedną z przesłanek wskazującą na rosnące znaczenie elektrowni wiatrowych są szacunki, iż do 2019 r. połowa światowego rynku elektrowni bazujących na odnawialnych źródłach energii należeć będzie właśnie do energetyki wiatrowej



Rys. 1. Moc farm wiatrowych w Europie w latach 1995 – 2009. Źródło: opracowanie własne na podstawie *European Wind Energy Association (EWEA) 2009*



Rys. 2. Udział mocy zainstalowanej w niezależnych elektrowniach wykorzystujących odnawialne źródła energii w poszczególnych województwach w Polsce w łącznej mocy zainstalowanej tych elektrowni w Polsce w 2006 r. i 2008 r. Źródło: opracowanie własne na podstawie Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2007, 2008, ARE Warszawa

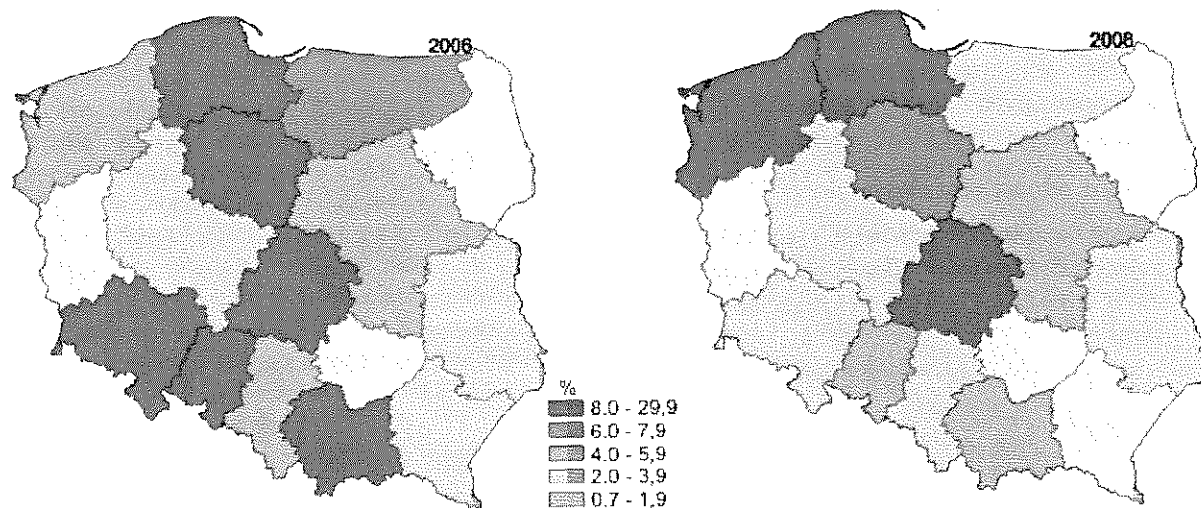
(Cassin, Zolin 2009). Według danych z 2009 r. *Global Wind Energy Council (GWEC)* do liderów produkcji energii w elektrowniach wiatrowych należą: Stany Zjednoczone, Chiny i kraje europejskie. W Europie rokrocznie wzrasta moc zainstalowana farm wiatrowych (Rys. 1). A w Unii Europejskiej energia wyprodukowana w elektrowniach wiatrowych już teraz może zaspokoić 4,8% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną.

#### Produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Polsce

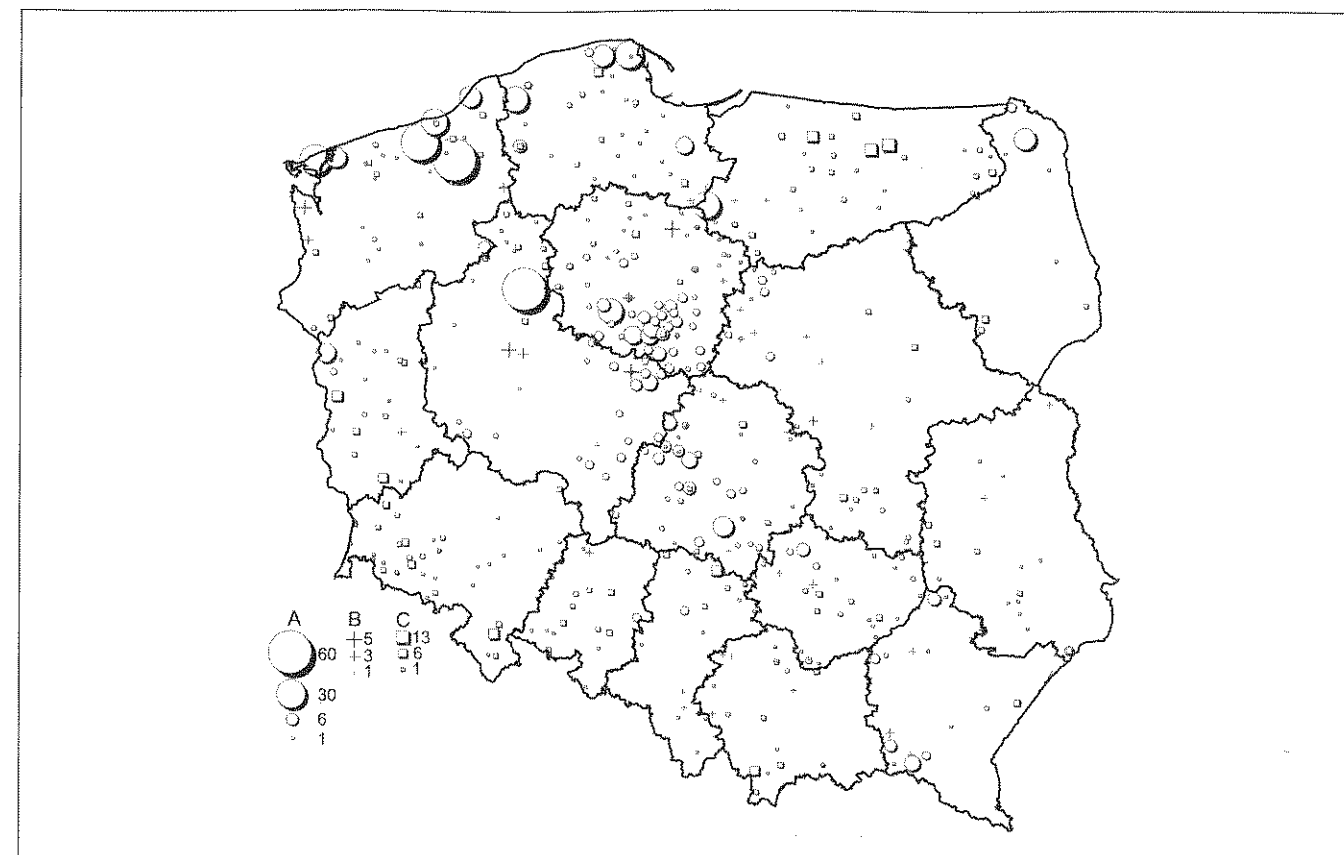
Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych od dawna było powszechnie znane i stosowane, ale swoisty „re-naisans” tego segmentu sektora energetycznego w Polsce jest datowany na lata 90. XX wieku. Uwzględniając wyłącznie instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii o małych mocach (do 5 MW) nadmienić wypada, że w okresie 1990–1996 ich liczba wzrosła w kraju ponad 4-krotnie, a ilość energii elektrycznej sprzedanej przedsiębiorstwom dystrybuującym – ponad 8-krotnie (Luchter

2000). Sprzyja temu proces deregulacji krajowego sektora elektroenergetycznego, którego wyrazem jest m.in. wzrost znaczenia elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii, ale funkcjonujących niezależnie od przedsiębiorstw sieciowych i wytwórczych sektora elektroenergetycznego (*Statystyka...2008*).

Rosnące znaczenie elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii znajduje swoje odzwierciedlenie w mocy zainstalowanej tych elektrowni. I tak w Polsce łączna moc zainstalowana niezależnych (tj. działających poza sektorem elektroenergetycznym) elektrowni bazujących na źródłach odnawialnych w 2006 r. wynosiła blisko 283 MW (0,8% łącznej zainstalowanej mocy elektrycznej w kraju), a w 2008 r. – 682,8 MW (1,9%). Biorąc pod uwagę udział poszczególnych województw w łącznej mocy zainstalowanej w elektrowniach niezależnych, wykorzystujących źródła odnawialne w Polsce, należy podkreślić dominującą rolę województwa zachodniopomorskiego. W 2006 r. udział mocy zainstalowanej w elektrowniach znajdujących się na terenie tego województwa stano-



Rys. 3. Udział produkcji brutto energii elektrycznej w elektrowniach niezależnych wykorzystujących odnawialne źródła energii poszczególnych województwach w łącznej produkcji brutto energii elektrycznej w tych elektrowniach w Polsce w 2006 r. i 2008 r. Źródło: opracowanie własne na podstawie Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2007, 2008, ARE Warszawa



Rys. 4. Rodzaj i liczba elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii w Polsce na podstawie wydanych koncesji w okresie 01.01.2004–30.11.2009. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zebranych w Urzędzie Regulacji Energetyki

wił 38,7% ogólnej mocy zainstalowanej w kraju, a w 2008 r. – ponad 33%. Istotne miejsce na krajowym rynku produkcji energii elektrycznej w niezależnych elektrowniach bazujących na źródłach odnawialnych zajmuje także województwo pomorskie. Łączna moc zainstalowana w tego typu elektrowniach województw zachodniopomorskiego i pomorskiego w 2006 r. stanowiła aż 54,7%, zaś w 2008 r. już 61,5% ogólnej mocy krajowej (Rys. 2).

Wielkość mocy zainstalowanej przekłada się na możliwości produkcji energii elektrycznej brutto z odnawialnych źródeł energii, która w 2006 r. wyniosła w Polsce 4289,5 GWh (tj. 2,65% całkowitej produkcji brutto energii elektrycznej w kraju). W kolejnych latach nastąpił wzrost produkcji tak pozyskiwanej energii elektrycznej. W 2008 r. produkcja ta wyniosła 6442,4 GWh (4,14%), zaś w 2010 r. – 11457 GWh (tj. 7,3% całkowitej produkcji brutto energii elektrycznej w kraju) (*Statystyka...2008, 2011*).

Godnym w tym miejscu uwagi jest fakt, iż jedną z najkrótszych i najprostszych dróg zwiększania w bilansie elektroenergetycznym udziału odnawialnych źródeł energii jest stosowanie współspalania biomasy. W 2006 r. 1%, a w 2008 r. już 1,9% sumarycznej produkcji brutto energii elektrycznej pochodziło z elektrowni wykorzystujących biomasę w procesie współspalania.

Uwzględniając udział poszczególnych województw w produkcji brutto energii elektrycznej wyłącznie w odniesieniu do elektrowni niezależnych wykorzystujących źródła odnawialne w Polsce w latach 2006–2008, stwier-

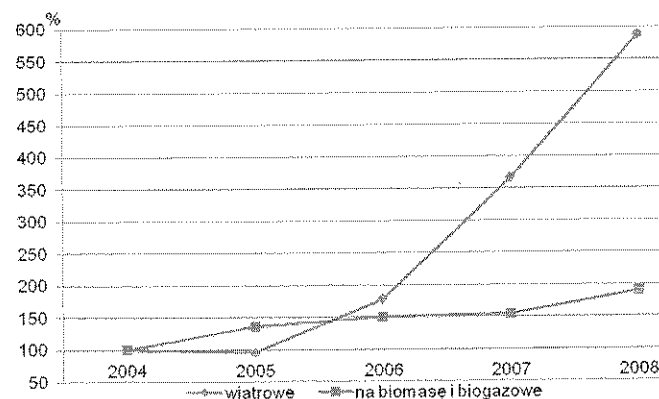
dzić należy istotne zróżnicowanie przestrzenne pod względem rozmieszczenia najważniejszych w skali kraju producentów energii ze źródeł niekonwencjonalnych (Rys. 3). Bowiern największym udziałem w krajowej produkcji energii elektrycznej w elektrowniach alternatywnych charakteryzowało się kilka województw. I tak w 2006 r.: małopolskie, łódzkie, pomorskie, opolskie i kujawsko-pomorskie, dostarczały łącznie 54,3% produkcji brutto energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Natomiast już w roku 2008 nastąpiła zdecydowana koncentracja produkcji „zielonej energii” tylko w dwóch województwach, tj.: zachodniopomorskim i pomorskim: z terenu tych województw pochodziło 53,2% produkcji brutto energii elektrycznej z odnawialnych źródeł. Przy czym nie można pominąć znaczenia elektrowni z województw: łódzkiego i kujawsko-pomorskiego, gdyż produkowana w nich energia elektryczna stanowiła w 2008 r. odpowiednio: 8,6% i 6,8% krajowej produkcji brutto energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii.

Koncentracja produkcji brutto energii elektrycznej w elektrowniach wykorzystujących źródła odnawialne w Polsce północnej i częściowo centralnej koresponduje z rozmieszczeniem elektrowni wiatrowych w naszym kraju (Rys. 4).

Wśród łącznej zainstalowanej mocy niezależnych elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii 23,2% (266,8 MW) przypada na elektrownie wodne, a 75,6% (867,4 MW) na elektrownie wiatrowe (dane na

30.11.2009). Warto tutaj przypomnieć, że jeszcze w 2003 r. łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych nie przekraczała poziomu 50 MW, podczas gdy w listopadzie 2005 r. wyniosła już 72 MW. Zaś do końca 2006 r. moc zainstalowana elektrowni wiatrowych w Polsce wynosiła 152,8 MW (Pultowicz 2009). Oznacza to, że w okresie sześciu lat (2003 – 2009) nastąpił ponad 17-krotny wzrost mocy zainstalowanej elektrowni wykorzystujących energię wiatru. Największą w Polsce inwestycją związaną z wykorzystaniem energii wiatru jest, liczący docelowo 60 turbin wiatrowych o łącznej mocy zainstalowanej 120 MW, zespół elektrowni wiatrowych w gminie Margonin (wielkopolskie).

Rozpatrując znaczenie poszczególnych odnawialnych źródeł energii w produkcji brutto energii elektrycznej wypada wskazać, że w okresie 2006 – 2008 odnotowano największy spadek udziału energii wytwarzanej w hydroelektrowniach. Przy czym zaznaczyć tutaj należy, że w trzech województwach: dolnośląskim, lubuskim i podkarpackim, elektrownie wodne dostarczały w badanym okresie rokrocznie ponad 80% produkcji brutto energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. To zmniejszenie udziału hydroenergetyki w produkcji brutto energii elektrycznej w elektrowniach niezależnych, bazujących na alternatywnych źródłach energii w kraju, wynika z dynamicznie wzrastającej w tym zakresie roli energetyki wiatrowej. Biorąc pod uwagę ostatnie dwudziestolecie, nadmienić trzeba, że elektrownie wodne, jako producent energii elektrycznej, odgrywały największą rolę w latach 90. XX wieku. Wystarczy tylko dodać, że w 1996 r. małe elektrownie wodne (o mocy zainstalowanej do 5 MW) dostarczały 95,1% energii elektrycznej wyprodukowanej przez wszystkie elektrownie bazujące na odnawialnych źródłach o mocy zainstalowanej nieprzekraczającej 5 MW w Polsce (Luchter 2000). Z kolei lata pierwszej dekady XXI w. przyniosły znaczny wzrost udziału energii wytworzonej w elektrowniach wiatrowych oraz biogazowych i na biomasę. Uwzględniając strukturę produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Polsce w latach 2004 – 2008 (Rys. 5), należy podkreślić, że w przypadku produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wiatro-



Rys. 5. Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych na biomasę i biogazowych w Polsce w latach 2004 – 2008, 2004 = 100%  
Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Planowane Przyłączenia Źródeł Odnawialnych II pół. 2008, ARE S.A.*

wych nastąpił blisko 6-krotny, a w elektrowniach na biomasę i biogazowych – niemal 2-krotny wzrost (*Statystyka...2008*).

### Podsumowanie

W świetle przeprowadzonych badań, stwierdza się rosące znaczenie odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej w Polsce. W okresie 2006 – 2010 nastąpił blisko **3-krotny wzrost udziału odnawialnych źródeł energii** w produkcji energii elektrycznej. A wśród odnawialnych źródeł energii najistotniejszą rolę, tak na świecie, w Europie i w Polsce, odgrywają obecnie energia wiatru oraz biomasa.

Spośród wszystkich niezależnych producentów wykorzystujących źródła odnawialne w naszym kraju najczęściej energii elektrycznej dostarczają elektrownie wiatrowe. Intensywny rozwój energetyki wiatrowej w Polsce jest datowany na II połowę pierwszej dekady XXI w. i koresponduje ze znacznym wzrostem udziału odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej. Elektrownie wiatrowe zlokalizowane są przede wszystkim tam, gdzie odnotowuje się największy udział w krajowej produkcji brutto energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, tj. w Polsce północnej, północno-zachodniej i centralnej (zachodniopomorskie, pomorskie, wielkopolskie, kujawsko-pomorskie). Przy czym inwestycje związane z energetyką wiatrową zauważalne są już także w Polsce południowo-wschodniej (podkarpackie).

Oprócz energii wiatru niezmiernie ważnym odnawialnym źródłem energii w naszym kraju jest biomasa (głównie pochodzenia rolniczego, ale też leśnego). Istotne znaczenie biomasy na rynku energetycznym jest uwarunkowane dwoma zasadniczymi czynnikami. Pierwszy z nich odnosi się do powszechności i dostępności tego surowca energetycznego, drugi zaś związany jest z redefinicją działalności rolniczej, w tym roślinnej w kierunku produkcji poza-konsumpcyjnej, obejmującej także potrzeby energetyczne.

Wypada w tym miejscu nadmienić, że kształt polskiej polityki energetycznej jest uwarunkowany istniejącymi regulacjami prawnymi stanowionymi przez Unię Europejską. Polska, jako jej członek, jest zobowiązana do dywersyfikacji źródeł energii, w tym upowszechniania odnawialnych źródeł energii, a także redukcji emisji dwutlenku węgla i zwiększenia efektywności energetycznej (realizacja „Pakietu klimatycznego 3 x 20”). Ponadto zapisy Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. obligują nasz kraj do wzrostu udziału odnawialnych źródeł energii. I tak, do 2020 r. energia pozyskiwana ze źródeł odnawialnych powinno stanowić 15% finalnego zużycia energii w Polsce. Dla porównania udział ten w innych krajach Unii Europejskiej określono np. dla Austrii na poziomie 34%, Estonii – 25%, Niemiec – 18% i Czech – 13%. Zmiany te, dotyczące sektor elektroenergetyczny, są wspomagane krajowymi i europejskimi środkami finansowymi. A ich pełna realizacja przyczynia się także do rozwoju innych sektorów gospodarki oraz wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich w naszym kraju.

### Literatura

- Ackermann, T. and Söder, L. 2000: Wind energy technology and current status: A review. In: *Renewable And Sustainable Energy Reviews* Vol. 4, 4, pp. 315–374.
- Ackermann, T. editor 2005: *Wind Power in Power Systems*, Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Cassin, M. and Zolin B. 2009: Can Wind Energy Make a Real Contribution to Improve the Quality of Life of Rural/Remote Areas? The European Union and India Compared. In: *Transition Studies Review* Vol. 16, pp. 735–754.
- Chan, Z. and Blaabjerg F. 2009: Wind farm – A power source in future powers system. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 6–7, pp. 1288–1300.
- Chodkowska-Miszczuk, J. i Szymańska, D. 2011: Wybrane zagadnienia związane z rozwojem energetyki odnawialnej na obszarach wiejskich w Polsce. W: Kacprzak, E. i Kołodziejczak, A. (red.): *Biuletyn Instytutu Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM, Seria Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna 14, Regionalne zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego na obszarach wiejskich*, Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, ss. 106–116.
- Chodkowska-Miszczuk, J. and Szymańska, D. 2011a: Update of the review: Cultivation of energy crops in Poland against socio-demographic factors. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15, 9, pp. 4242–4247.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dn. 23 kwietnia 2009 r. (Dz.U. UE L 140 z 5.06.2009).
- Global Wind Energy Council/http://www.gwec.net/dostęp 30.04.2012
- Gradziuk, P. 2006: Odnawialne źródła energii w Unii Europejskiej i Polsce – uwarunkowania formalno-prawne. W: Czudec, A., Grzebyk, B. i Ślusarz, G. (red.): *Odnawialne źródła energii jako element zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich*, Rzeszów: Uniwersytet Rzeszowski, Stowarzyszenie na rzecz Wspierania Przemian w Polskim Rolnictwie „Klub Integracji z Wiejską Europą”, ss. 46–58.
- Grzybek, A. 2003: Kierunki zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. W: *Więść Jutra* vol. 9, 62, Warszawa: Wydawnictwo Więść Jutra Sp. z o.o., ss. 10–11.
- Heier, S. 1998: *Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems*. Chichester, UK: John Wiley.
- Jasiulewicz, M. 2005: Przemiany strukturalne i dywersyfikacja gospodarstw rolnych w woj. zachodniopomorskim szansą na konkurencyjność w Unii Europejskiej. W: Głębocki, B. i Kaczmarek, U. (red.): *Studia Obszarów Wiejskich 8, Obszary sukcesu na polskiej wsi*, Warszawa: ZBOW IGiPZ PAN, KOW PTG, ss. 99–106.
- Jasiulewicz, M., 2007: Rozwój lokalny w oparciu o biomasę z rolnictwa. W: *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, Vol. 9, 1, Poznań: Wydawnictwo SERiA, ss. 193–197.
- Jasiulewicz, M. 2010: Potencjał biomasy w Polsce, Koszalin: Politechnika Koszalińska.
- Kocar, G. 2008: Anaerobic Digesters: From Waste to Energy Crops as an Alternative Energy Source. In: *Energy Sources, Part A*, Vol. 30, 7, pp. 660–669.
- Kościk, B., Głowacka, A., Kowalczyk-Juśko, A. i Wylupek, T. 2005: Szacowanie potencjału biomasy na cele energetyczne do bezpośredniego spalania – problemy metodologiczne. W: *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, Vol. 7a, Poznań: Wydawnictwo SERiA, ss. 160–165.

- Luchter, L. 2000: Rozwój i uwarunkowania przedsiębiorczości w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce. W: *Prace Geograficzne*, Vol. 106, Kraków: Instytut Geografii Uniwersytet Jagielloński, ss. 99–117.
- Łakomiec, L. 2003: Przesłanki i korzyści wykorzystania OZE. W: Wiśniewski, G. (red.): *Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego. Przewodnik dla samorządów terytorialnych i inwestorów*, Warszawa: ECEO, IBMiER, ss. 12–18.
- Machan, M. K. 2001: Sustainable cultivation concepts for domestic energy production from biomass. In: *Critical Reviews in Plant Sciences*, Vol. 20, 1, pp. 1–14.
- Panoutsos, C. 2007: Socio-economic impacts of energy crops for heat generation in Northern Greece. In: *Energy Policy*, Vol. 35, 12, pp. 6046–6059.
- Planowane Przyłączenia Źródeł Odnawialnych II pół. 2008, Vol.2, 12, Warszawa: ARE S.A., 2009.
- Pultowicz, A. 2009: Przesłanki rozwoju rynku odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle idei zrównoważonego rozwoju. W: *Problemy Ekorozwoju*, vol. 4, 1, Lublin: Politechnika Lubelska, Europejska Akademia Nauk i Sztuki, ss. 109–115.
- Ruszkowski, J. 1999: Odnawialne źródła energii jako alternatywne substytuty konwencjonalnych surowców energetycznych: aspekty ekonomiczno-ekologiczne. W: *Prace Naukowe*, Katowice: Wydawnictwo Uczelniane AE im. Karola Adamickiego w Katowicach.
- Sheffield, J., Obenschain, S., Conover, D., Bajura, R., Greene, D., Brown, M., Boes, E., McCarthy, K., Christian, D., Dean, S., Kulcinski, G. and Denholm, P. L. 2004: Energy Options for the Future. In: *Journal of Fusion Energy*, Vol. 23, 2, pp. 63–109.
- Scholz, V. and Ellerbrock, R. 2002: The growth productivity, and environmental impact of the cultivation of energy crops on sandy soil in Germany. In: *Biomass and Bioenergy*, Vol. 23, 2, pp. 81–92.
- Sims, H. R., Hastings, A., Schlamadinger, B., Taylor, G. and Smith, P. 2006: Energy crops: current status and future prospects. In: *Global Change Biology*, Vol. 12, 11, pp. 2054–2076.
- Stanley, R. B. 2001: Renewable energy today and tomorrow. In: *Proceedings of the IEEE* 89, 8, pp. 1216–1226.
- Statystyka Elektroenergetyki Polskiej, ARE Warszawa 2007, 2008, 2011.
- Szymańska, D. and Chodkowska-Miszczuk, J. 2011: Endogenous resources utilization of rural areas in shaping sustainable development in Poland. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15, 3, pp. 1497–1501.
- Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 1997, Nr 54, poz. 348)
- de Velde, V. 2006: Leśnictwo i środowisko: małżeństwo z rozsądku, czy prawdziwa miłość? W: Bernadzki, E. (red.): *Lasy i leśnictwo krajów Unii Europejskiej*, Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Instytut Badawczy Leśnictwa, ss. 451–461; tłum. B. Kornatowska.