

Katarzyna Frodyma

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

STATYSTYCZNA ANALIZA NOŚNIKÓW ENERGII ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH W POLSCE I WYBRANYCH KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

Wprowadzenie

Trwający dynamiczny rozwój cywilizacyjny wiąże się z rosnącym zapotrzebowaniem na energię. Wykorzystywanie tradycyjnych źródeł energii, takich jak: węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny wiąże się nie tylko ze wzrostem zanieczyszczenia środowiska, ale powoduje także wyczerpywanie się zasobów naturalnych. Alternatywą dla nieodnawialnych nośników energii, jakimi są paliwa kopalniane, są odnawialne źródła energii. W Polsce energia ze źródeł odnawialnych obejmuje energię z bezpośredniego wykorzystania promieniowania słonecznego, wiatru, zasobów geotermalnych (z wnętrza Ziemi), wodnych oraz energię wytworzoną z biomasy stałej, biogazu i biopaliw ciekłych.

Rozwój sektora OZE jest jednym z priorytetów polskiego rządu – zgodnie z Dyrektywą 2009/28/WE¹ państwa członkowskie UE powinny stopniowo zwiększać udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii oraz w sektorze transportowym. Szczegółowe cele polityki energetycznej Polski² to wzrost udziału OZE w finalnym zużyciu energii do poziomu 15,5% w 2020 (19,3% dla energii elektrycznej, 17% dla ciepłownictwa i chłodnictwa, 10,2% dla paliw transportowych).

Głównym celem artykułu jest ocena zmian zachodzących na Polskim rynku energii ze źródeł odnawialnych. W artykule zostanie sprawdzona hipoteza mówiąca, że następują powolne zmiany w strukturze pozyskania energii ze źródeł

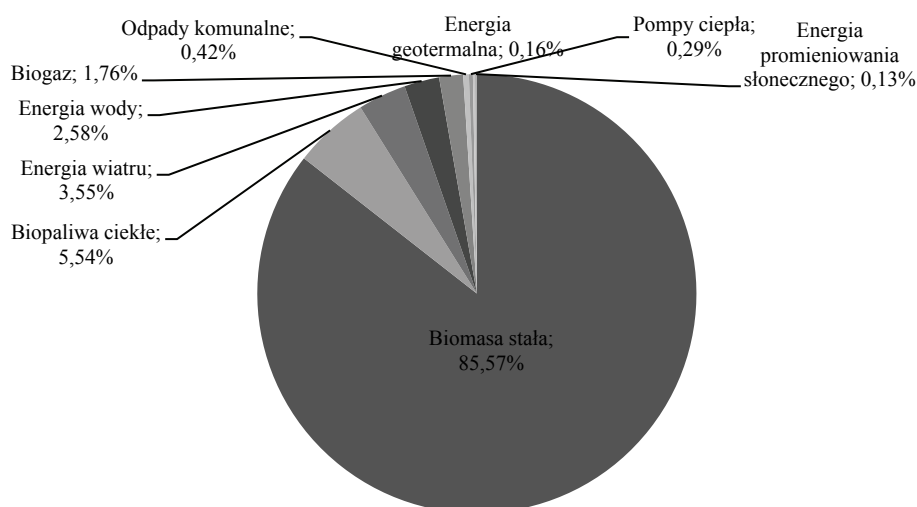
¹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

² W dniu 2 grudnia 2011 r. Rada Ministrów przyjęła opracowany przez Ministerstwo Gospodarki dokument pn.: *Uzupełnienie do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*.

odnawialnych w Polsce. Uporządkowanie województw ze względu na udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej w latach 2005-2009 oraz analiza zmian w uporządkowaniach na podstawie współczynnika tau Kendalla ma potwierdzić hipotezę, że uporządkowania województw ze względu na udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej nie ulegają zmianom w latach 2005-2009. Następnie aby stwierdzić, czy wyniki grupowania wybranych państw UE ze względu na strukturę produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w ostatnich latach znacząco się różnią, zostanie przeprowadzone grupowanie wybranych państw UE metodą Warda oraz dokonane porównanie podobieństwa składów klas.

1. Nośniki energii odnawialnej

Do podstawowych nośników energii odnawialnej w Polsce w latach 2006-2011 należały: biomasa stała, biopaliwa ciekłe, energia wiatru, energia wody i biogaz³. Tylko około 1% energii ze źródeł odnawialnych pochodziło z takich nośników, jak: energia promieniowania słonecznego, energia geotermalna, odpady komunalne oraz pompy ciepła.



Rys. 1. Udział nośników energii odnawialnej w łącznym pozyskaniu energii ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2011 r.

³ Dane pochodzą z opracowania GUS: *Energia ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2011 r.* Również definicje dotyczące poszczególnych nośników energii ze źródeł odnawialnych zostały przedstawione na podstawie wspomnianych opracowań.

Biomasa stała obejmuje organiczne, niekopalne substancje o pochodzeniu biologicznym, które mogą być wykorzystywane w charakterze paliwa do produkcji ciepła lub wytwarzania energii elektrycznej. Podstawowym paliwem stałym z biomasy jest biomasa leśna (drewno opałowe); odrębną grupę stanowią paliwa z biomasy rolniczej pochodzące z plantacji przeznaczonych na cele energetyczne (drzewa szybko rosnące, byliny dwuliścienne, trawy wieloletnie, zboża uprawiane w celach energetycznych) oraz pozostałości organiczne z rolnictwa i ogrodnictwa (np. odpady z produkcji ogrodniczej, odchody zwierzęce, słoma). Do grupy paliw stałych z biomasy jest również zaliczany węgiel drzewny, rozumiany szerzej jako stałe produkty odgazowania biomasy. W 2011 r. 85,57% energii ze źródeł odnawialnych pochodziło z biomasy (por. rysunek 1). Przy czym 100% energii pozyskanej z biomasy zostało zużyte w kraju, z czego 71,23% to zużycie finalne (na które składa się działalność produkcyjna zużywająca 18,46% całkowitej energii pozyskanej z biomasy, budownictwo: 0,04% oraz pozostali odbiorcy: 52,73%), 28,71% to zużycie na wsad przemian, np. w elektrowniach i ciepłowniach, zaś 0,06% to zużycie własne sektora energii. Energii pozyskanej z biomasy nie wykorzystuje się w transporcie.

Biopaliwa ciekłe są wytwarzane z surowców pochodzenia organicznego (z biomasy lub biodegradowalnych frakcji odpadów). Jako biopaliwa (biopłyny) mogą być też wykorzystywane naturalne oleje roślinne. Wymienione produkty są stosowane jako biokomponenty dodawane do paliw silnikowych wytwarzanych z ropy naftowej. W 2011 r. tylko 46% zużycia energii pochodzącej z biopaliw ciekłych pochodziło z pozyskania krajowego, pozostała część była importowana. Energia z biopaliw ciekłych była wykorzystywana w zużyciu finalnym w transporcie (28,36%) oraz jako na wsad przemian w mieszalnicach produktów naftowych (71,64%).

Energia wiatru jest to energia kinetyczna wiatru wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej w turbinach wiatrowych. Podobnie jak w przypadku elektrowni wodnych, potencjał elektrowni wiatrowych jest określany przez możliwości generowania przez nie energii elektrycznej. W latach 2006-2011 100% pozyskanej energii z wiatru było zużywane w kraju na wsad przemian w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych.

Energia wody (potencjalna i kinetyczna) jest określana przez wielkość energii elektrycznej wytwarzanej w elektrowniach wodnych. Do energii odnawialnej zalicza się jedynie produkcję energii elektrycznej w elektrowniach na dopływie naturalnym (przepływowych). W latach 2006-2011 niemal 100% pozyskanej energii wody było zużywane w kraju na wsad przemian w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych. Tylko niecały 1% był zużywany w kraju na wsad przemian w elektrowniach i elektrociepłowniach przemysłowych.

Biogaz to gaz składający się głównie z metanu i dwutlenku węgla, uzyskiwany w procesie beztlenowej fermentacji biomasy. W sprawozdawczości statystycznej, ze względu na sposób pozyskiwania, wyodrębnia się: gaz wysypiskowy (uzyskiwany w wyniku fermentacji odpadów na składowiskach), gaz z osadów ściekowych (wytwarzany w wyniku beztlenowej fermentacji szlamu kanalizacyjnego) oraz pozostałe biogazy (biogaz rolniczy uzyskiwany w procesie beztlenowej fermentacji biomasy pochodzącej z upraw energetycznych, pozostałości z produkcji roślinnej i odchodów zwierzęcych oraz biogaz uzyskiwany w procesie beztlenowej fermentacji biomasy pochodzącej z odpadów w rzeźniach, browarach i pozostałych branżach żywnościowych). W latach 2006-2011 100% pozyskiwanej energii z biogazu było zużywanej w kraju. W 2011 r. 77,46% energii pozyskanej z biogazu zostało zużyte na wsad przemian, głównie w elektrowniach i elektrociepłowniach przemysłowych, zaś 22,54% to zużycie finalne, na które składa się: zużycie w handlu i usługach – 18,81% całkowitej energii pochodzącej z biogazu (głównie biogaz z oczyszczalni ścieków) oraz zużycie na działalność produkcyjną – 3,73% (biogaz z oczyszczalni ścieków używany w sektorze spożywczym i tytoniowym oraz papierniczym i poligraficznym).

Paliwa odpadowe pochodzą z palnych odpadów przemysłowych i komunalnych, takich jak: guma, tworzywa sztuczne, odpady olejów i innych podobnych produktów. W latach 2009-2011 ogół energii pozyskanej z odpadów komunalnych był zużywany finalnie w działalności produkcyjnej (sektor mineralny).

Pompy ciepła to energia pobierana z otoczenia: z powietrza, gruntu, wód powierzchniowych i gruntowych. W latach 2006-2011 całość pozyskanej energii pochodzącej z pomp ciepła była zużywana finalnie w kraju na działalność gospodarczą dotyczącą handlu i usług.

Energia geotermalna jest to ciepło uzyskiwane z wnętrza ziemi w postaci gorącej wody lub pary wodnej. Energia geotermalna jest użytkowana bezpośrednio jako ciepło grzewcze na potrzeby komunalne oraz w procesach produkcyjnych w rolnictwie, a także do wytwarzania energii elektrycznej. Pozyskana energia geotermalna w latach 2006-2011 w całości była zużywana finalnie w kraju na działalność gospodarczą (w handlu i usługach oraz przez gospodarstwa domowe).

Energia promieniowania słonecznego jest przetwarzana na ciepło lub na energię elektryczną poprzez zastosowanie: płaskich, tubowo-próżniowych i innego typu kolektorów słonecznych; ogniw fotowoltaicznych do bezpośredniego wytwarzania energii elektrycznej; termicznych elektrowni słonecznych. W latach 2006-2011 100% pozyskanej energii z promieniowania słonecznego było zużywane finalnie w kraju na działalność gospodarczą (w handlu i usługach oraz przez gospodarstwa domowe).

2. Energia odnawialna w produkcji energii elektrycznej

Na podstawie danych pochodzących z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego⁴ przeprowadzono analizę uporządkowania województw ze względu na udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej w latach 2005-2009 (por. tabela 1).

Tabela 1

Udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem według województw

Województwa	2005	2006	2007	2008	2009
Łódzkie	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Mazowieckie	0,6	0,5	0,6	0,8	0,9
Małopolskie	4,1	3,9	4,5	4,2	6,6
Śląskie	2,1	1,5	0,6	0,8	0,9
Lubelskie	0,4	0,8	1,2	2,0	0,9
Podkarpackie	5,9	5,8	5,8	6,8	6,1
Podlaskie	1,3	1,6	1,8	3,2	10,2
Świętokrzyskie	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Lubuskie	7,0	7,0	7,1	7,2	7,4
Wielkopolskie	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Zachodniopomorskie	3,1	3,6	5,4	6,0	7,5
Dolnośląskie	1,3	1,3	1,6	1,5	1,7
Opolskie	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
Kujawsko-pomorskie	28,5	28,3	31,7	33,5	36,7
Pomorskie	32,0	22,2	21,9	26,5	27,3
Warmińsko-mazurskie	15,5	18,7	25,2	24,0	42,0

Na podstawie danych z Urzędu Regulacji Energetyki⁵ można zauważyć znaczące różnice w rozmieszczeniu instalacji odnawialnych źródeł energii w poszczególnych województwach. Są takie województwa, jak: warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie czy pomorskie, w których znajduje się kilka instalacji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych i które w latach 2005-2009 charakteryzowały się najwyższym w Polsce udziałem energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem. Zaś w takich województwach, jak łódzkie czy opolskie znajdują się pojedyncze instalacje, a udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem w tych województwach wynosił poniżej 1%.

⁴ Dane pochodzą ze strony www.stat.gov.pl (dostęp: 18.03.2013).

⁵ Portal Urzędu Regulacji Energetyki: <http://www.ure.gov.pl/porta1/pl>.

W celu porównania uporządkowań województw w kolejnych latach wyznaczono współczynnik tau Kendalla. W artykule został wykorzystany współczynnik korelacji tau Kendalla w postaci (Walesiak, 2006):

$$\Gamma_{lh} = \frac{\sum_{i=2}^{16} \sum_{k=1}^{i-1} a_{ikl} b_{ikh}}{\left[\sum_{i=2}^{16} \sum_{k=1}^{i-1} a_{ikl}^2 \sum_{i=2}^{16} \sum_{k=1}^{i-1} b_{ikh}^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

gdzie:

$i, k = 1, \dots, n$ – numer obiektu (województwa),

l, h – numer zmiennej,

z podstawieniem:

$$a_{ikl}(b_{ikh}) = \begin{cases} 1 & \text{gdy } x_{il} > x_{kl} \quad (x_{ih} > x_{kh}) \\ 0 & \text{gdy } x_{il} = x_{kl} \quad (x_{ih} = x_{kh}) \\ -1 & \text{gdy } x_{il} < x_{kl} \quad (x_{ih} < x_{kh}) \end{cases}$$

gdzie:

x_{il}, x_{kl} – i -ta obserwacja dla l -tej zmiennej.

Współczynnik tau Kendalla przyjmuje wartości z przedziału $\langle -1, 1 \rangle$. Wartość 1 oznacza pełną zgodność uporządkowań, zaś wartość -1 pełną ich przeciwstawność.

Tabela 2

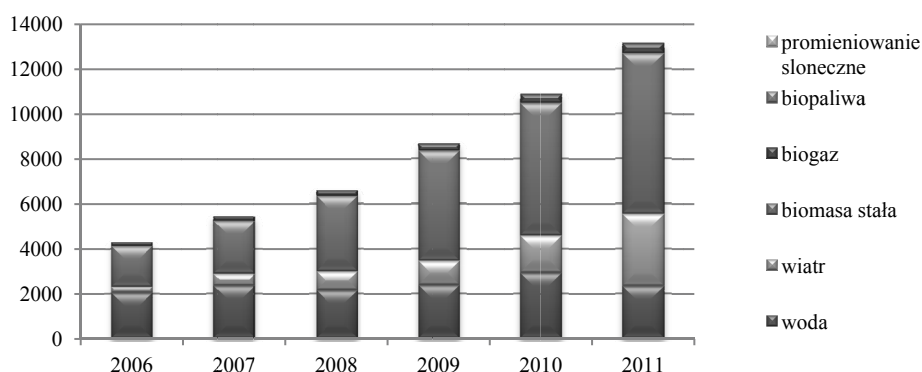
Wartości współczynnika tau Kendalla

Rok	2006	2007	2008	2009
2005	0,94	0,84	0,84	0,75
2006		0,90	0,90	0,77
2007			0,97	0,84
2008				0,81

Jak wynika z tabeli 2, uporządkowania w kolejnych latach były bardzo do siebie podobne. Jedynie uporządkowania zaobserwowane dla 2009 r. nieznacznie się różniły od uporządkowań dla wcześniejszych lat.

3. Struktura produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii

Badając strukturę produkcji energii elektrycznej z odnawialnych nośników energii⁶, można zauważyć (por. rysunek 2) znaczny wzrost produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w latach 2006-2011. W 2011 r. produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii wynosiła 13137 GWh i była o 206% wyższa niż w 2006 r.



Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej w Polsce z odnawialnych nośników energii w latach 2006-2011 [GWh]

Opierając się na dostępnych danych, przeprowadzono grupowanie wybranych państw Unii Europejskiej. Grupowanie przeprowadzono metodą Warda z wykorzystaniem odległości Euklidesa. Do analizy wzięto pod uwagę jedynie cztery podstawowe nośniki energii ze źródeł odnawialnych, czyli: biomasę stałą, energię wody, energię wiatru oraz biogaz.

Tabela 3

Grupowanie wybranych państw UE w latach 2006-2010 ze względu na strukturę produkcji energii elektrycznej z odnawialnych nośników energii

Rok	Grupa I	Grupa II	Grupa III	Grupa IV
2006	Niemcy, Estonia	Polska, Finlandia, Czechy	Szwecja, Słowacja, Łotwa, Litwa, Austria	
2007	Niemcy, Estonia	Polska, Finlandia, Czechy	Szwecja, Słowacja, Łotwa, Litwa, Austria	
2008	Niemcy, Estonia	Polska, Finlandia, Czechy	Szwecja, Słowacja, Łotwa, Litwa, Austria	
2009	Estonia, Polska	Litwa, Finlandia, Czechy	Łotwa, Szwecja, Słowacja, Austria	Niemcy
2010	Finlandia, Estonia, Polska	Niemcy, Litwa, Czechy	Łotwa, Szwecja, Słowacja, Austria	

⁶ Dane pochodzą z opracowania GUS: *Energia ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2011 r.* Do analizy zostały wzięte kraje, dla których dane znajdowały się w przytoczonym opracowaniu.

W 2006 r. można wyróżnić trzy grupy (por. rysunek 3). Pierwsza z nich składa się z Estonii i Niemiec, a są to państwa, w których około połowa energii pozyskiwanej z OZE⁷ to energia wiatru. Druga grupa to: Czechy, Polska i Finlandia, gdzie niemal 90% energii pozyskiwanej z OZE to energia wody i biomasa stała. Ostatnią grupę stanowią: Austria, Słowacja, Szwecja, Litwa i Łotwa, gdzie ponad 85% energii pozyskiwanej z OZE to energia wody.

W 2007 r. skład grup nie zmienił się w stosunku do 2006 r. Można jednak zauważyć, że w ostatniej grupie państw Litwa zmniejszyła odsetek energii pozyskiwanej z wody.

Również w 2008 r. skład grup pozostał bez zmian, jednak udział energii wody spadł na Litwie do 67%.

Zdecydowanie inne wyniki otrzymano dla danych z 2009 r., dla których można wyodrębnić cztery grupy. Niemcy, tworząc jednoelementową grupę, charakteryzowały się 43% udziałem energii wiatru oraz najwyższym wśród badanych krajów udziałem energii pozyskiwanej z biogazu (13%). Polska i Estonia to kraje, w których 56% energii pozyskiwanej z OZE pochodzi z biomasy stałej. Kolejna grupa takich państw, jak: Litwa, Finlandia i Czechy charakteryzowała się ponad 50% udziałem energii wody. Zaś ostatnia grupa składająca się z Łotwy, Szwecji, Słowacji i Austrii to kraje, w których nadal ponad 80% energii z OZE to energia wody.

W 2010 r. otrzymano trzy grupy. Finlandia, Polska i Estonia to kraje, w których przeważa energia pochodząca z biomasy (z wyjątkiem Finlandii, gdzie biomasa stanowi 43% energii pochodzącej z OZE, zaś 53% to energia wody). W drugiej grupie utworzonej przez Niemcy, Litwę i Czechy jest charakterystyczne to, że są to te kraje wśród badanych, w których biogaz stanowi znaczące źródło energii pochodzącej z OZE. Ponad 80% energii pochodzącej z OZE stanowi nadal energia wody w takich krajach, jak: Łotwa, Szwecja, Słowacja i Austria. Należy jednak zauważyć, że także w tych krajach odsetek energii wody maleje (podobnie jak na Litwie).

Podobieństwo wyników podziałów klas zbadano wykorzystując miarę skonstruowaną przez W.M. Randa (Rand, 1971; za: Walesiak, 2005, s. 185-203):

$$R = \frac{Z}{\binom{n}{2}}$$

⁷ OZE – odnawialne źródła energii.

gdzie:

$$Z = \binom{n}{2} + \sum_{s=1}^u \sum_{r=1}^v n_{sr}^2 - \frac{1}{2} \left(\sum_{s=1}^u n_{s\bullet}^2 + \sum_{r=1}^v n_{\bullet r}^2 \right)$$

przy czym: u, v to liczby klas w porównywanych podziałach $P^{(q)} = \{P_1^{(q)}, \dots, P_u^{(q)}\}$; $P^{(t)} = \{P_1^{(t)}, \dots, P_v^{(t)}\}$; $s = 1, \dots, u$; $r = 1, \dots, v$; n_{sr} – liczba obiektów, które jednocześnie należą do klas $P_s^{(q)}$ i $P_r^{(t)}$; $n_{r\bullet}$ – liczba obiektów w klasie $P_r^{(t)}$; $n_{s\bullet}$ – liczba obiektów w klasie $P_s^{(q)}$.

Miarę tę interpretuje się jako odsetek par obiektów zgodnych w obu klasyfikacjach (w przypadku prowadzonej analizy – w wybranych dwóch latach) w ogólnej liczbie par obiektów określonych na zbiorze. Wartość 0 oznacza, że podziały są zupełnie niepodobne, zaś wartość 1 oznacza podziały identyczne.

Tabela 4

Miara podobieństwa składów klas

Rok	2007	2008	2009	2010
2006	1,00	1,00	0,78	0,73
2007		1,00	0,78	0,73
2008			0,78	0,73
2009				0,87

Jak wynika z tabeli 4, podziały w kolejnych latach są do siebie bardzo podobne. Polska w całym badanym okresie należała do grupy państw, w których największym odnawialnym źródłem energii w produkcji energii elektrycznej jest biomasa stała.

Podsumowanie

W latach 2006-2011 głównym nośnikiem energii odnawialnej w Polsce była biomasa stała. Jednak udział biomasy w pozyskaniu energii ze źródeł odnawialnych w badanym okresie spadł z 90,75% do 85,57%. W tym czasie nastąpił największy wzrost wykorzystania odpadów komunalnych, choć nadal stanowią one jedynie marginalną część (wzrost z 0,01% do 0,42%). O około połowę spadł odsetek pozyskania energii geotermalnej i energii wody. Zaobserwowane udziały mogą jednak w kolejnych latach ulec znaczącym zmianom wskutek wprowadzenia uregulowań prawnych związanych z dotacjami na inwestycje w energię ze źródeł odnawialnych. Celem kolejnych badań będzie badanie zależności pomiędzy wprowadzeniem zróżnicowanych dotacji na poszczególne rodzaje energii ze źródeł odnawialnych a strukturą produkcji tejże energii.

Jak wynika z analizy, nie zachodzą znaczące zmiany w uporządkowaniu województw ze względu na udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem. Według danych Polskiej Izby Gospodarczej Energii Odnawialnej⁸ udział zużycia energii ze źródeł odnawialnych w finalnym zużyciu energii końcowej (około 756 TWh) wyniósł w 2010 r. około 8% (dla energii elektrycznej – 7%, dla ciepłownictwa i chłodnictwa – 12%, dla transportu – 6%). Udziały te muszą jednak wzrosnąć niemal dwukrotnie, aby Polska osiągnęła cele polityki energetycznej zgodne z dyrektywą unijną.

Wyniki grupowania wybranych krajów UE ze względu na strukturę produkcji energii elektrycznej z odnawialnych nośników energii w latach 2009-2010 znacząco się nie różnią. W badanym okresie Polska należała do grupy państw, gdzie głównym źródłem energii odnawialnej jest biomasa stała i energia wody. Pozostałe nośniki były w 2010 r. źródłem tylko 19% produkowanej w Polsce ze źródeł odnawialnych energii elektrycznej.

Oprócz rosnącego zapotrzebowania na „zieloną” energię, wynikającego z przyjętych celów polityki energetycznej Polski, przesłankami do rozwoju sektora odnawialnych źródeł energii w Polsce są między innymi: zmniejszenie do 2020 r. ilości biodegradowalnych odpadów komunalnych deponowanych na składowiskach do 35% oraz budowa zakładów termicznej obróbki odpadów, a także zaplanowana do 2020 r. budowa biogazowni rolniczych w każdej polskiej gminie. Warunki naturalne są również czynnikiem sprzyjającym rozwojowi sektora OZE (korzystne warunki wiatrowe, duży potencjał w zakresie pozyskania biomasy, biogazu).

Literatura

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Dz.U. UE L 09.140.16.

Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A. (1989): *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*. PWN, Warszawa.

Portal Urzędu Regulacji Energetyki: <http://www.ure.gov.pl/portal/pl>.

Uzupełnienie do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Dokument opracowany przez Ministerstwo Gospodarki, w dniu 2 grudnia 2011 r. przyjęty przez Radę Ministrów.

Walesiak M. (2005): *Rekomendacje w zakresie strategii postępowania w procesie klasyfikacji zbioru obiektów*. W: *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*. Red. A. Zeliaś. Wydawnictwo AE, Kraków.

⁸ Witryna internetowa: <http://www.pigeo.org.pl>.

Walesiak M. (2006): *Uogólniona miara odległości w statystycznej analizie wielowymiarowej*. Wyd. drugie rozszerzone. Wydawnictwo AE im. Oskara Langego, Wrocław.

Witryna internetowa Głównego Urzędu Statystycznego: www.stat.gov.pl.

Witryna internetowa Polskiej Izby Gospodarczej Energii Odnawialnej: <http://www.pigeo.org.pl>.

THE MARKET OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN POLAND – STATISTICAL ANALYSIS

Summary

The ongoing, dynamic development of civilization is associated with the growing demand for energy. The use of traditional energy sources such as coal, oil and natural gas is not only associated with an increase in environmental pollution, but also causes the depletion of natural resources. Renewable sources of energy are an alternative to non-renewable energy sources such as fossil fuels. The energy from renewable sources in Poland includes the energy from direct using solar radiation, wind, geothermal stores (from the inside of the earth), water and energy generated from solid biomass, biogas and liquid biofuels.

The main objective of this article is to assess the changes occurring in the market of renewable energy in Poland. The changes in the structure of obtaining energy from renewable sources in Poland will be discussed and the linear ordering of countries according to the proportion of energy from renewable sources in total electricity production will be conducted on the basis of available data. The paper presents also the structure of production of electricity from renewable energy sources in Poland compared to other European Union countries.