
EKONOMIA i ŚRODOWISKO

**Czasopismo Europejskiego Stowarzyszenia
Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych**

numer 2 (40) • 2011

copyright © by: Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
Białystok 2011

ISSN 0867-8898

Wydanie czasopisma dofinansowane przez
Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Katowicach

Dofinansowano ze środków
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.
Treści zawarte w publikacji nie stanowią oficjalnego stanowiska organów
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.



Wydawca: Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
15-424 Białystok, ul. Lipowa 51
tel. +48-85 744 60 96, fax: +48-85 746 04 97
www.fe.org.pl; e-mail: fundacja@fe.org.pl

Redaktor: Janina Demianowicz
Tłumacz: Łukasz Ławrysz
Korektor: Elżbieta Alicka



Projekt i skład: Agencja Wydawnicza EkoPress
Andrzej A. Poskrobko
tel. 601 311 838
e-mail: pracownia@list.pl

Druk i oprawa: Zakład Poligraficzny ARES s.c.

EKONOMIA I ŚRODOWISKO

Czasopismo Europejskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
– Oddział Polski

ECONOMICS AND ENVIRONMENT

Journal of the European Association of Environmental and Resource Economists
– Polish Division

RADA PROGRAMOWA

prof. Zbigniew Bochniarz • prof. Tadeusz Borys • prof. Adam Budnikowski
prof. Józefa Famielec • prof. Bogusław Fiedor • prof. Wojciech J. Florkowski (USA)
prof. Kazimierz Górka • prof. Włodzimierz Kaczyński (USA) • prof. Teresa Łaguna
prof. Rafał Miłaszewski • prof. Anatolij I. Popow (Rosja) • prof. Bazyli Poskrobko
prof. Leszek Preisner • prof. Tomasz Żylicz

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Redaktor naczelny – dr inż. Elżbieta Broniewicz
Redaktorzy działówi – dr hab. Stanisław Czaja
dr hab. Eugeniusz Kośmicki, dr hab. Barbara Kryk
dr hab. Dariusz Kiełczewski, dr hab. Małgorzata Burchard
Sekretarz redakcji – mgr inż. Joanna Tarasiuk

RECENZENCI

prof. dr hab. Bazyli Poskrobko
prof. dr hab. Elżbieta Lorek
prof. dr hab. Ryszard Janikowski

SPIS TREŚCI

PROBLEMY TEORETYCZNE I METODYCZNE

Bazyli Poskrobko, Organizacyjne uwarunkowania zarządzania energią w gminach	8
Elżbieta Lorek, Rozwój rynku energetyki odnawialnej w warunkach budowy gospodarki niskoemisyjnej	30
Stanisław Gad, Agnieszka Pawlak, Paweł Stawczyk, Model symulacyjny wytwarzania energii elektrycznej w procesie współspalania – ujęcie ekonomiczne i energetyczne	47

POLITYKA EKOLOGICZNA I ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKIEM

Joanna Godlewska, Uwarunkowania wykorzystania biomasy na poziomie lokalnym	58
Andrzej Graczyk, Problemy dofinansowania odnawialnych źródeł energii ze środków publicznych	72
Magdalena Ligus, Analiza porównawcza opłacalności finansowo-ekonomicznej technologii odnawialnych źródeł energii	90

STUDIA I MATERIAŁY

Lucyna Cichy, Analiza uwarunkowań związanych z wykorzystaniem biomasy w Polsce	112
Alicja Małgorzata Graczyk, Badania popytu na instalacje OZE na terenie wybranych gmin województwa dolnośląskiego	123
Alina Kowalczyk-Juško, Potencjał surowców do produkcji biogazu na terenie gminy Łaszczów	139
Bogdan Kościak, Zasoby słomy i siana na cele energetyczne gminy Łaszczów	158
Kajetan Kościak, Ocena zasobów biomasy drzewnej na terenie gminy Łaszczów	175

PROBLEMATYKA OGÓLNOEKOLOGICZNA I SPOŁECZNA

Konrad Prandecki, Odnawialne źródła energii a bezpieczeństwo energetyczne	196
Aldona K. Wota, Aspekty wyboru lokalizacji biogazowni rolniczych	215
Anna Dewalska-Opitek, Postawy mieszkańców województwa śląskiego wobec odnawialnych źródeł energii	226

RECENZJE, OMÓWIENIA, PRZEGLĄDY

Bazyli Poskrobko, Od ekorozwoju do ekonomii zrównoważonego rozwoju	240
Eugeniusz Kośmicki, Podstawy współczesnej ekonomii zrównoważonego rozwoju – próba wskazania podstawowych jej problemów. Recenzja podręcznika H. Rogalla „Podstawy zrównoważonej nauki o gospodarce. Ekonomia dla studiujących w 21 stuleciu”	268
Justyna Dyduch, Ksymena Rosiek, Jubileusz Profesora Kazimierza Górki	271
Marian Banach, O wpływie Prof. dr. hab. Kazimierza Górki na pogłębienie moich zainteresowań naukowych. Refleksje na kanwie Jubileuszu 45-lecia pracy naukowej i 70. rocznicy urodzin Profesora	277

Informacje dla autorów	280
------------------------------	-----

CONTENTS

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS

Bazyli Poskrobko, Organization determinants of energy management in municipalities	8
Elżbieta Lorek, The development of the renewable energy market in a low carbon economy conditions	30
Stanisław Gad, Agnieszka Pawlak, Paweł Stawczyk, The simulation model of electrical energy generation in the process of co-firing - the inclusion of economic and energetic view	47

ECOLOGICAL POLICY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Joanna Godlewska, Conditioning of biomass utility at the local level	58
Andrzej Graczyk, Problems of financing the renewable energy sources from public funds	72
Magdalena Ligus, Comparative analysis of financial and economical viability of renewable energy technologies.....	90

STUDIES AND RESEARCH WORK

Lucyna Cichy, Analysis of the conditions for utilization of biomass in Poland.....	112
Alicja Małgorzata Graczyk, The research on Lower Silesian Voivodeship demands for renewable energy installations in selected communes.....	123
Alina Kowalczyk-Juško, Potential of raw materials for biogas production in the Łaszczów community	139
Bogdan Kościk, Resources of straw and hay for energetic purposes in Łaszczów community.....	158
Kajetan Kościk, Rating of woody biomass resource in the community Łaszczów	175

ECOLOGICAL AND SOCIAL ISSUES

Konrad Prandecki, Renewable energy and energy security	196
Aldona K. Wota, Aspects of selecting the location for agricultural biogas plants	215
Anna Dewalska-Opitek, Attitudes of the inhabitants of Silesian voivodeship towards renewable energy sources	226

DISCUSSION AND REVIEWS

Bazyli Poskrobko, From the eco-development to the sustainable development	240
Eugeniusz Kośmicki, Basics of modern economics of sustainable development - an attempt to identify the basic problems - A Review of H. Rogalla textbook „Principles of sustainable science of economy. Economics for students in the 21st century	268
Justyna Dyduch, Ksymena Rosiek, An Anniversary of professor Kazimierz Górka	271
Marian Banach, On the effects of prof. Assoc. Kazimierz Gorka to widen my academic interests. Reflections on the canvas of the 45th Jubilee of scientific work and 70 Professor's birthday	277

Information for the authors	281
-----------------------------------	-----

PROBLEMY TEORETYCZNE I METODYCZNE

THEORETICAL
AND METHODOLOGICAL
PROBLEMS



Bazyli Poskrobko

ORGANIZACYJNE UWARUNKOWANIA ZARZĄDZANIA ENERGIĄ W GMINACH

Bazyli Poskrobko, prof. dr hab. – Wyższa Szkoła Ekonomiczna

adres korespondencyjny:

Katedra Zrównoważonego Rozwoju i Gospodarki Opartej na Wiedzy

15-732 Białystok, ul. Choroszczańska 31

e-mail: bposkrobko@wp.pl

ORGANIZATION DETERMINANTS OF ENERGY MANAGEMENT IN MUNICIPALITIES

SUMMARY: The article discusses the theoretical basis for the creation of an energy management system at the local level, in the context of the development of a new area of imperatively – organizational activity of municipalities.

Selected items of public management theory, systems theory and the basics of creating management systems were indicated. The general outline was discussed with the EN-ISO 16001 standard of Energy Management System. This is a standard build on the concept of Continuous Improvement by E.C. Deming in its construction similar to the standards of quality management and environmental management standards in preparation³. The expert model of the energy management system in the municipality is described in more detail. It is based on a general model of management. The subject and object management, management tools, and management system – understood as establishing of the system of sovereign authority, the necessary legal institutions and the way the organization unit is responsible for implementation and operation of the system was discussed.

KEY WORDS: Public management, system approach, situational approach, the problem of energy, energy management in the municipality, standardized energy management system, Expert System power management, system documentation, object management, object management, tools, energy management, energy management institutions in the municipality

Wstęp

Samorządy lokalne przeszły długą drogę, od pozornego – w okresie Polski Ludowej – do rzeczywistego decydenta gminy, a wójtowie i burmistrzowie od administratora do odpowiedzialnego jej gospodarza. Obecnie gminy/miasta poszerzają problemowy zakres gospodarowania. Służy temu rozwój nauki o zarządzaniu publicznym oraz nowe problemy, które gminy/miasta obejmują swoim władztwem. Jednym z nich jest zarządzanie energią.

Energia jest podstawowym czynnikiem warunkującym rozwój cywilizacyjny. Zapewnienie nieprzerwanej podaży energii jest podstawą rozwoju współczesnej gospodarki, funkcjonowania gospodarstw domowych, a w efekcie jakości życia mieszkańców. Nigdy wcześniej gospodarka i życie społeczne ludzi tak bardzo nie zależały od energii elektrycznej. Jednocześnie produkcja energii z kopalnych surowców energetycznych w technologicznie przestarzałych zakładach stanowi największe źródło emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych. Jest to obecnie jedno z groźnych antropogenicznych obciążeń biosfery, które prowadzi do zachwiania równowagi w przebiegu globalnych procesów przyrodniczych. Im więcej zużywamy energii z surowców kopalnianych, tym częściej pojawiają się anomalie klimatyczne, które są przyczyną mniejszych lub większych katastrof energetycznych i przerw w dostawie energii. Jednym ze sposobów przerwania tego „zaklętego kręgu” jest nowe podejście do gospodarowania energią w gminach.

Upowszechnienie lokalnych systemów zarządzania energią napotyka jednak na wiele barier, spośród których najważniejsze to rozumienie problemu przez decydentów i pracowników gmin/miast oraz zdolności organizatorskie samorządów. Podstawową rzeczą w przezwyciężaniu tego typu barier jest wiedza. Stąd z myślą o przygotowaniu odpowiednich materiałów informacyjnych dla gmin w latach 2009-2011 był realizowany projekt rozwojowy „Uwarunkowania i mechanizmy gospodarowania energią w gminach i powiatach”, finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W jego ramach opracowano model systemu zarządzania energią w jednostkach samorządu lokalnego, którego poprawność i praktyczną przydatność sprawdzono w dziewięciu gminach (po trzy w województwach dolnośląskim, lubelskim i podlaskim). Przy konstruowaniu systemu wykorzystano teorię zarządzania, w tym zarządzania publicznego, teorię systemów, doświadczenia gmin w Polsce i krajach Unii Europejskiej oraz własne, opracowane w ramach projektu metody badawcze¹. Uwzględniono także już zidentyfikowane trendy funkcjonujące w tym obszarze rzeczywistości.

Celem artykułu jest przedstawienie wybranych elementów teoretycznych podstaw tworzenia systemu zarządzania energią w jednostkach publicznych oraz opis zaproponowanego systemu, nazwanego eksperckim, poprzedzony opisem zarządzania energią w organizacji według normy EN-PN 16001:2009.

¹ *Gospodarowanie energią w gminach – podstawy metodyczne*, red. H. Rusak, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2011.

1. Teoretyczne aspekty tworzenia systemu zarządzania energią w gminie

Organizacje publiczne podejmują działania w interesie publicznym i urzeczywistniają główne cele swego istnienia poprzez oddziaływanie na inne organizacje lub na niezinstytucjonalizowanych uczestników życia społeczno-gospodarczego. Kierunkują podejmowanie działań umożliwiających jednoczesną realizację celów własnych i celów podmiotów oddziaływania.² W zarządzaniu publicznym uwzględnia się procesy polityczne, a także rozwiązywanie takich dylematów, jak: kolektywność i indywidualność, reprezentacja i uczestnictwo, biurokracja i wrażliwość społeczna, kontrolowanie i udzielanie pełnomocnictw, stałość i elastyczność, klient i obywatel, hierarchia wartości, równoważenie interesów.

Celem zarządzania publicznego jest diagnozowanie stanu wycinka rzeczywistości, będącego przedmiotem zainteresowania, wyjaśnianie relacji między elementami i cechami tej rzeczywistości i ich zmianami, ukazywanie prawidłowości zmian, ich funkcjonalnych, strukturalnych i przyczynowo-skutkowych zależności, a także wykrywanie tendencji tych zmian, które mogą być wykorzystane w przekształcaniu rzeczywistości.³ Teoretyczne założenia zarządzania publicznego stanowią pierwszy filar systemu zarządzania energią na poziomie lokalnych samorządów terytorialnych.

Teoria systemów jest drugim filarem i umożliwia wyodrębnienie systemu zarządzania energią w gminach oraz realnej i/lub wirtualnej części rzeczywistości interesującej badacza, identyfikację jej elementów składowych, ustalenie przepływu materii, energii lub informacji wewnątrz tej części oraz między nią a jej otoczeniem. Systemy zarządzania funkcjonują dzięki przepływowi informacji, stąd działanie systemu zarządzania energią w gminie może być analizowane na podstawie zmiany informacji na wejściu i wyjściu z systemu lub na podstawie opisu procesów zachodzących wewnątrz systemu. W tym przypadku ważne jest poznanie sprzężeń i relacji między wyodrębnionymi elementami systemu.

W teorii zarządzania stwierdza się, że podejście systemowe jest konieczne, ale niewystarczające przy tworzeniu nowych systemów zarządzania jednostkami organizacyjnymi. Stąd przy realizacji projektu wykorzystano także podejście sytuacyjne. Umożliwia ono zaprojektowanie struktury organizacyjnej i sposobu zarządzania organizacją dostosowanych do konkretnej sytuacji. W podejściu tym zwraca się uwagę na elementy swoiste dla poszczególnych organizacji. Sytuacyjny punkt widzenia ukazuje wielowariantową strukturę organizacji i ich funkcjonowanie w różnych warunkach i okolicznościach.⁴ Strukturę organizacyjną można określić jako układ i wzajemne zależności między elementami

² B. Koźuch, *Zarządzanie publiczne*, Wyd. Placet, Warszawa 2004, s. 83.

³ *Ibidem*, s. 51.

⁴ M. Bielski, *Organizacja – istota, struktury, procesy*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997, s. 81-85.

składowymi organizacji. Ukazuje ona powiązania pomiędzy różnymi funkcjami i czynnościami. Określa także strukturę hierarchii oraz układ odpowiedzialności.

Przy konstruowaniu systemu zarządzania energią w gminach wzięto pod uwagę dwa istotne trendy: ochronę klimatu i „internetyzację” energii. Trend ochrona klimatu przejawia się w zmianie dotychczasowego poglądu na możliwości i sposoby wytwarzania energii, w rozwoju nowych, zasobooszczędnych i niskoemisyjnych technologii. Trend „internetyzacja” energii to tworzenie małych, rozproszonych punktów wytwarzania energii z odnawialnych źródeł przy wykorzystaniu urządzeń rozproszonej energetyki i ich łączenie w lokalne, a następnie regionalne sieci celem zapewnienia dostaw wyprodukowanej przez nich energii do różnych jej odbiorców, na wzór wymiany informacji w Internecie.

Wiele krajów w Europie, a szczególnie Dania i Niemcy, rozwija program budowy małych źródeł energii, wykorzystując surowce biotyczne i abiotyczne: energię wiatru, słońca, geotermii, pomp ciepła, biomasy. Niemcy już wytwarzają 20% energii, korzystając ze źródeł odnawialnych. W 2020 roku udział energii z rozproszonych źródeł będzie już wynosić 35%. Policzano, że przy tej samej wielkości nakładów inwestycyjnych można uzyskać porównywalną ilość energii (mocy), budując albo duże elektrownie węglowe czy atomowe, albo małe zakłady wykorzystujące odnawialne źródła energii. Jednocześnie inwestowanie w produkcję energii z odnawialnych źródeł pozwala stworzyć co najmniej pięciokrotnie więcej nowych miejsc pracy niż w budowa tradycyjnych elektrowni. Budowa lokalnych urządzeń do wytwarzania energii jest korzystna także ze względu na fakt, że pozwala uniknąć strat energii przy jej przesyłaniu na duże odległości. Uwzględniając opłaty za emisję gazów cieplarnianych oraz straty w sieciach energetycznych, cena energii z obu tych źródeł może być porównywalna.

Teoretycznie można wyobrazić i zaplanować wiele systemów zarządzania energią w gminach. W niniejszym opracowaniu zostały przedstawione dwa schematy działania: jeden ujęty w europejskiej i polskiej normie EN-PN 16001:2009 System zarządzania energią oraz system ekspercki, opracowany w ramach projektu rozwojowego. System znormalizowany jest oparty na koncepcji stałego doskonalenia E. W. Deminga, podobnie jak system zarządzania jakością według normy ISO 9000 lub system zarządzania środowiskowego w organizacji według serii norm ISO 14000. System ekspercki opiera się bezpośrednio na teorii zarządzania i polega na wyodrębnieniu systemu zarządzania energią, z wydzieleniem trzech podstawowych podsystemów; zarządzającego, przedmiotu i obiektu zarządzania oraz instrumentów zarządzania.

System znormalizowany funkcjonuje jako Norma EN-PN 16001. System zarządzania energią jest adresowany do wszystkich jednostek organizacyjnych, w tym także do gmin, ale największą przydatność wykazuje w przedsiębiorstwach, w tym w gminnych jednostkach komunalnych. Wdrożenie tej normy w gminie jako jednostce organizacyjnej pozwala uporządkować wiele problemów energetycznych i uzyskać dobry ogląd sytuacji, jednak nie zapewnia wyeliminowania wielu energetycznych sytuacji problemowych. Poprawę skuteczności funkcjonowania normy można zapewnić poprzez dwustopniowe jej wdrażanie – na poziomie ogólnym w gminie oraz, oddzielnie, w każdej gminnej jednostce

organizacyjnej. Wymagane prawem założenia do planu energetycznego lub plan energetyczny gminy można włączyć do dokumentów tej normy.

System ekspercki umożliwia kompleksowe ujęciu problemów energetycznych gminy, postrzeganie ich z różnych punktów widzenia. W aspekcie gospodarczym wdrożenie systemu umożliwia efektywne wykorzystanie lokalnych zasobów energii, aktywizację lokalnej przedsiębiorczości, tworzenia nowych miejsc pracy, a także służy poprawie efektywności energetycznej, obniżeniu kosztów energii zużywanej w jednostkach gminy, gospodarstwach domowych, rolnych i mikroprzedsiębiorstwach. W aspekcie społecznym realizacja koncepcji zapewni poprawę bezpieczeństwa energetycznego mieszkańców i komfortu użytkowników energii, a jednocześnie przyczyni się do obniżenia emisji zanieczyszczeń powietrza, a zatem do poprawy jakości przyrodniczych warunków życia i rozwoju człowieka. Wdrożenie systemu będzie stanowić wkład gminy w ochronę klimatu, zgodnie z dewizą – myśl globalnie, działaj lokalnie.

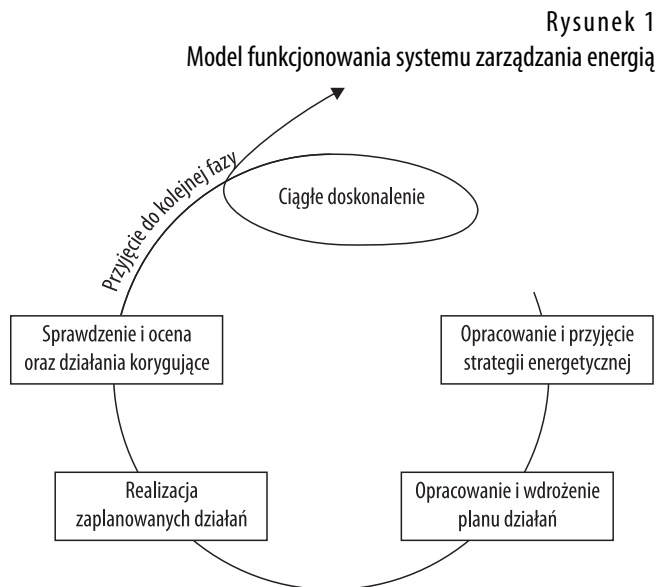
2. Znormalizowany system zarządzania energią

Państwa Unii Europejskiej oraz Norwegia i Szwajcaria przyjęły normę PN-EN 16001:2009 System zarządzania energią celem udzielenia wsparcia organizacjom w realizacji działań w zakresie poprawy efektywności energetycznej, redukcji kosztów i ograniczenia emisji gazów. Norma dotyczy gospodarowania wszystkimi rodzajami energii, niezależnie od źródła i sposobu jej wytwarzania i przesyłania. Może być stosowana samodzielnie lub w powiązaniu z innymi systemami (na przykład ISO 9001 System zarządzania jakością, ISO 14001 System zarządzania środowiskowego) w przedsiębiorstwach, organizacjach i urzędach różnej wielkości, niezależnie od środowiska, w którym funkcjonują. W gminach norma może być stosowana w różnych jednostkach, takich jak: urząd gminy, jednostki oświatowo-kulturalne (w każdej z tych jednostek lub dla całej zbiorowości) oraz w samodzielnych przedsiębiorstwach komunalnych.

System zarządzania energią jest rozumiany jako element ogólnego systemu zarządzania jednostką organizacyjną. Jego funkcjonowanie ma służyć ciągłej poprawie efektywności energetycznej (ograniczeniu zużycia energii na jednostkę produktu, powierzchni, na osobę). Jest to zestaw powiązanych ze sobą i współdziałających elementów – od strategii energetycznej do wymiernych efektów. Funkcjonowanie systemu ilustruje rysunek 1.

Wdrożenie normy powinno być poprzedzone wstępnymi działaniami, takimi jak:

1. Przeprowadzenie przeglądu wstępnego. Jego celem jest identyfikacja miejsc i przyczyn nadmiernego zużycia energii.
2. Zidentyfikowanie i opisanie aspektów energetycznych wynikających z prowadzonej działalności. W głównej mierze należy się zastanowić, czy istniejący stan jest adekwatny do współczesnych możliwości, co należy zmienić w sposób radykalny, a co usprawnić.



Źródło: opracowanie własne.

3. Ustalenie obowiązków jednostki, wynikających z nakazów lub zakazów ustalonych prawem dotyczących gospodarowania energią, określonych w aktach prawa międzynarodowego, unijnego, krajowego, regionalnego i lokalnego, które musi przestrzegać gmina jako samorząd lokalny oraz gminne jednostki organizacyjne. Konieczna jest także identyfikacja aspektów energetycznych wynikających z porozumień zawartych przez radę, wójta/burmistrza z mieszkańcami gminy, przedsiębiorcami, organizacjami pozarządowymi, a także wynikających z podjętych jednostronnych publicznych zobowiązań władz gminy.
4. Określenie priorytetów zamierzeń energetycznych – co należy zrobić w pierwszej kolejności i dlaczego.

Norma wprowadza obowiązek opracowania strategii energetycznej. W innych normach tej serii wymaga się opracowania odpowiedniej polityki, na przykład polityki jakości lub polityki środowiskowej. W normie System zarządzania energią wymaga się opracowania strategii. Jest to zmiana merytoryczna. Politykę można zmienić w krótkim okresie, działania w zakresie energochłonności i efektywności energetycznej są przedsięwzięciami długotrwałymi, stąd muszą być dobrze przemyślane i przeanalizowane z różnych punktów widzenia. Dlatego norma wymaga opracowania strategii energetycznej jednostki organizacyjnej.

Strategia energetyczna jednostki powinna być opracowywana pod kierunkiem naczelnego kierownictwa jednostki – w gminie pod kierunkiem wójta/burmistrza, w przedsiębiorstwie komunalnym pod kierunkiem prezesa. Strategia energetyczna powinna zawierać diagnozę stanu istniejącego, z wyeksponowaniem tych elementów wstępnego przeglądu, które posłużyły do określenia celów

i kierunków działań. Kolejny element strategii to należyte sformułowanie celu głównego lub kilku celów równorzędnych albo hierarchicznych. Cele powinny być zredagowane w sposób umożliwiający łatwe zrozumienie i zapamiętanie przez pracowników jednostki oraz interesariuszy. Każdy cel powinien być zapisany w sposób umożliwiający pomiar stopnia jego realizacji. Trzecim elementem strategii energetycznej jest wskazanie działań niezbędnych do realizacji postawionych celów. Norma EN-PN 16001 wskazuje, że strategia energetyczna powinna:

- określać zakres działania systemu zarządzania energią lub powody ewentualnych wyłączeń z jego obszaru działania;
- być adekwatna, a więc odpowiednio dostosowana do sposobu i skali korzystania z energii przez całą jednostkę organizacyjną lub jej komórki organizacyjne;
- zawierać konkretne wskazania działań i/lub wykaz zadań, które należy zrealizować celem maksymalizowania oszczędzania energii i zwiększenia efektywności energetycznej;
- wskazywać zakres obowiązkowej, powszechnie dostępnej informacji służącej osiągnięciu postawionych celów i realizacji zadań oraz sposobu dostępu i zasad korzystania z jej zasobów;
- określać zakres i częstotliwość przeglądu aktualności oraz weryfikacji celów i zadań energetycznych;
- zawierać zobowiązanie do dostosowania się organizacji do wymagań prawnych dotyczących aspektów energetycznych.

Strategia energetyczna powinna mieć formę oficjalnego dokumentu jednostki organizacyjnej (gminy, przedsiębiorstwa, organizacji), trwale upubliczniona na specjalnych tablicach i stronach internetowych i być napisana językiem zrozumiałym przez przeciętnego interesariusza (na przykład radnego, sołtysa, pracownika gminnej jednostki organizacyjnej), nie może więc zawierać specjalistycznych wyrażań lub mało znanych, złożonych mierników.

Plan działań energetycznych jest kolejnym dokumentem znormalizowanego systemu zarządzania energią w jednostce organizacyjnej. Powinien zawierać wskazania działań, które zapewnią pełną realizację obowiązujących regulacji prawnych i dobrowolnych zobowiązań oraz przyczyniać się do wyeliminowania zidentyfikowanych aspektów energetycznych. W planie aspekty te powinny być ukazane w sposób szczegółowy. Norma zwraca uwagę na następujące aspekty:

- kształtowanie się poziomu dotychczasowego (od kilku lat) zużycia energii;
- oszacowanie wykorzystania energii w okresie objętym strategią;
- wskazanie lub opis urządzeń, obiektów, procesów i działań nadmiernie energochłonnych, które można usprawnić lub zmienić;
- identyfikację osób mogących maksymalizować efektywne korzystanie z energii;
- maksymalizację efektywności energetycznej.

Każdy aspekt energetyczny powinien być zarejestrowany, przy czym w rejestrze jako minimum powinny być wyróżnione: wielkość zużycia, koszty energii, wymagane działania i termin ich wykonania. Zidentyfikowane istotne aspekty energetyczne, a także ich różne uwarunkowania: technologiczne, finansowe, biz-

nesowe i prawne, powinny stanowić podstawę do określenia celów szczegółowych i zadań.

Cele szczegółowe powinny być ambitne, by zapewnić ciągłe doskonalenie w tym obszarze działalności organizacji, a jednocześnie realistyczne – możliwe do osiągnięcia w określonych granicach czasowych przy danych możliwościach finansowych. Najlepiej stosować wskaźniki zużycia energii na jednostkę, na przykład godzinę pracy urzędnika, na metr kwadratowy, metr sześcienny, na osobę. Cele należy ustalić dla każdego zidentyfikowanego, istotnego aspektu energetycznego.

W planie należy określić sposób dostosowania się do tych zobowiązań prawnych, które jeszcze nie są w pełni przestrzegane w jednostce. Jako minimum należy ustalić, jakie działania zostaną podjęte, w jakim terminie będą realizowane i kto imiennie jest za to odpowiedzialny. Plan zarządzania energią powinien zawierać ramy czasowe realizacji zadań, środki niezbędne do ich wykonania oraz odpowiedzialność osobową lub instytucjonalną i osobową⁵.

Norma, w części dotyczącej wdrożenia i działania, reguluje aspekty organizacyjne, problem szkolenia i kompetencje. Funkcjonowanie każdego systemu jest możliwe przy zapewnieniu dostępności niezbędnych zasobów. Obejmują one zasoby ludzkie, specjalistyczne umiejętności, technologię oraz zasoby finansowe. Stąd w normie zaleca się powołanie pełnomocnika zarządu lub kierownika jednostki (w gminie pełnomocnika wójta/burmistrza) do spraw systemu zarządzania energią.

Zadaniem pełnomocnika jest organizowanie prac mających na celu stworzenie i wdrożenie systemu zarządzania energią oraz organizacyjny nadzór nad jego funkcjonowaniem zgodnie z wymogami normy. Ważnym aspektem są umiejętności merytoryczne i organizacyjne kandydata na to stanowisko. Pełnomocnictwo można powierzyć osobie posiadającej przygotowanie zawodowe lub doświadczenie zawodowe w gospodarowaniu energią. Pełnomocnik powinien przejść przeszkolenie w zakresie prowadzenia audytu energetycznego jednostki.

Szkolenie wymagane normą obejmuje, w pierwszej kolejności, osoby zajmujące kierownicze stanowiska w jednostkach funkcjonalnych gminy, następnie zaś wszystkich pracowników tych jednostek. W trakcie szkolenia należy szczegółowo zapoznać pracowników z systemem, wskazać osobistą rolę każdego z nich w realizacji celów strategii i zadań wynikających z planu energetycznego na jego miejscu pracy, ale także w ujęciu bardziej ogólnym. Należy na konkretnych przykładach wyjaśnić, jakie koszty generuje nadmierne lub zbędne zużycie energii oraz jakie korzyści przyniesie oszczędzanie energii i poprawa efektywności energetycznej.

Norma wskazuje na konieczność prowadzenia dokumentacji funkcjonowania systemu. W dokumentach powinny być zawarte wszystkie opracowania wykonane na potrzeby systemu: raport ze wstępnego przeglądu energetycznego jednostki, strategia energetyczna, plan działań, program szkolenia załogi, raporty

⁵ W gminie odpowiedzialność instytucjonalna może dotyczyć jednostki gminnej, na przykład szkoły, przedsiębiorstwa komunalnego, a odpowiedzialność osobowa – jej dyrektora lub prezesa.

z audytów wewnętrznych funkcjonowania systemu, okresowe (na przykład roczne) sprawozdania pisane na potrzeby wewnętrzne i zewnętrzne jednostki, a także opisany podsystem bieżącej informacji o funkcjonowaniu systemu zarządzania energią, przeznaczony dla szerokiego kręgu odbiorców. Ważnym elementem systemu są dokumenty poszczególnych działań szczegółowych, takie jak:

- opis zidentyfikowanych istotnych aspektów energetycznych;
- instrukcje „energetyczne” na stanowiskach pracy, ważnych z punktu widzenia oszczędzania energii;
- tabele organizacyjne;
- standardy energetyczne zewnętrzne i wewnętrzne;
- zapisy dotyczące realizacji celów i zadań;
- dokumentacja techniczna, taka jak graficzne przedstawienie instalacji i wyposażenia, a także graficzne ukazanie dystrybucji energii oraz użyteczności, plan utrzymania, podręczniki lub instrukcje działań operacyjnych.

Dokumentacja ta powinna być dostępna wszystkim zainteresowanym w formie papierowej i/lub elektronicznej.

Ważnym elementem systemu jest zapewnienie bieżącej lub okresowej informacji pracownikom (radzie, mieszkańcom) o efektach funkcjonowania systemu, a szczególnie informacja o sposobie i stopniu zaawansowania rozwiązywania zidentyfikowanych aspektów energetycznych, przestrzeganiu obowiązujących przepisów, bieżącym zużyciu energii i występujących trendach w tym zakresie oraz stopniu realizacji podejmowanych zadań organizacyjnych i inwestycyjnych, a także o korzyściach uzyskanych dzięki funkcjonowaniu systemu.

Norma wprowadza obowiązek monitorowania i pomiaru oraz oceny zgodności planowanych i realizowanych przedsięwzięć oraz zakładanych i uzyskanych efektów. W przypadku stwierdzenia niezgodności należy ocenić ich przyczyny (na przykład poprzez audyt wewnętrzny) i ewentualnie podjąć niezbędne działania naprawcze. Jednostka organizacyjna powinna przyjąć i realizować plan pomiarów, tworzyć powiązania między zużyciem energii a właściwymi czynnościami mającymi wpływ na wielkość zużycia, notować wszelkie odchylenia negatywne (wzrost zużycia) i pozytywne (oszczędności). Monitorowanie i pomiary powinny przede wszystkim służyć zarządzaniu energią za pomocą regularnych porównań aktualnego i oczekiwanego zużycia w trakcie ogrzewania, oświetlenia, sprężania powietrza, chłodzenia, podczas pracy maszyn i urządzeń lub ich pustych przebiegów. Monitorowanie może być realizowane za pomocą wskaźników wydajności energetycznej i prezentowane, na przykład, w formie wykresów i zapisów znaczących odchyleń. W systemie zarządzania energią należy zaplanować sposób i częstotliwość pomiaru zużycia energii i wszystkich czynników energetycznych: wskazania dotyczące kalibracji i utrzymania sprzętu pomiarowego oraz sposób obliczania zużycia energii w odniesieniu do czynników energetycznych, a także ustalić, wdrożyć i utrzymać procedury monitorowania zgodności systemu zarządzania energią z obowiązującym prawem.⁶

⁶ Powyższy opis normy nie może stanowić podstawy do decyzji wdrożeniowych. Jest to subiektywne postrzeganie przez autora istoty i wskazań normy. Decyzje wdrożeniowe muszą być podejmowane na podstawie oryginalnego tekstu dokumentu.

Doświadczenia dowodzą, że wdrożenie systemu zarządzania energią jest opłacalne ekonomicznie oraz posiada istotne znaczenie społeczne, przede wszystkim służy podniesieniu świadomości energetyczno-ekologicznej pracowników danej jednostki, a w odniesieniu do gmin także znacznej części mieszkańców. Jest wyrazem wkładu społeczności lokalnej w realizację celów narodowych i ogólnoswiatowych w obszarze utrzymania szeroko rozumianych przyrodniczych warunków bytu i rozwoju człowieka na Ziemi.

3. Ekspercki system zarządzania energią w gminie

System zarządzania energią w gminie powinien spełniać trzy funkcje: zarządzającą (w ramach uprawnień władczych gminy – prawnych i zwyczajowych); inspiracyjno-koordynacyjną działań, zwłaszcza na rzecz bezpieczeństwa energetycznego, poprawy efektywności energetycznej, wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz funkcję informacyjno-edukacyjną.

Celem systemu powinno być:

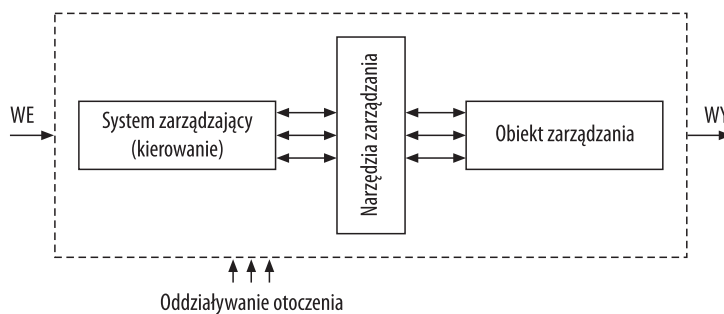
1. Dążenie do efektywnego wykorzystania energii elektrycznej i ciepłej poprzez:
 - zmniejszenie zużycia energii pierwotnej i finalnej w budynkach i budowach użyteczności publicznej (np. oświetlenie ulic) oraz w gospodarstwach domowych, rolnych i w mikroprzedsiębiorstwach,
 - usprawnienie przesyłu energii w lokalnych sieciach energetycznych i ciepłych,
 - poprawę jakości energii dostarczanej odbiorcom finalnym.
2. Poprawa bezpieczeństwa energetycznego gminy, głównie zapewnienie dostaw energii elektrycznej i ciepłej w warunkach długotrwałych przerw w jej dostawach ze źródeł scentralizowanych.
3. Ograniczanie niskiej emisji zanieczyszczeń powietrza.
4. Realizacja narodowego programu ograniczania emisji gazów cieplarnianych.
5. Tworzenie nowych miejsc pracy w lokalnym sektorze energetycznym.
6. Poprawa jakości życia mieszkańców gminy między innymi w wyniku:
 - wyeliminowania strat z tytułu awarii centralnych systemów zasilania oraz niewłaściwej jakości dostarczanej energii,
 - zmniejszenia wydatków urzędu gminy, gospodarstw domowych i mikroprzedsiębiorstw na energię (elektryczną i ciepłą),
 - ograniczenia emisji dioksyn i innych związków toksycznych z niskiej emisji.
7. Wykorzystanie gleb marginalnych do produkcji biomasy.
8. Wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
9. Lepszy dostęp i większa możliwość wykorzystania różnych środków pomocowych.
10. Podniesienie świadomości ekologiczno-energetycznej społeczności gminy poprzez różne formy oddziaływania społecznego, takie jak: zapewnienie informacji, doradztwo, pokazy, demonstracje.

Osiągnięcie tak sformułowanych celów wymaga dobrze przemyślanego i właściwie zorganizowanego systemu zarządzania energią. W każdym systemie zarządzania wyróżnia się:

- system zarządzający, który obejmuje instytucje prawne – organy prawodawcze i wykonawcze wraz z urzędami ich obsługi, podsystem informacji i sprawozdawczości oraz podsystem finansowania;
- system narzędzi zarządzania, który obejmuje narzędzia polityczno-planistyczne oraz instrumenty zarządzania;
- przedmiot – co jest celem podejmowanych działań oraz obiekt zarządzania – do kogo są kierowane decyzje zarządcze i kto jest zobowiązany realizować wskazania polityczno-prawne i przestrzegać regulacji zawartych w narzędziach zarządzania.

Ogólny model systemu zarządzania przedstawiono na rysunku 2.

Rysunek 2
Ogólny model systemów zarządzania



Źródło: opracowanie własne.

System zarządzania energią w gminie może być ukierunkowany na realizację celów lub zadań. Zadaniem systemu jest realizacja celów długookresowych lub średniookresowych, poprzez nakazywanie obligatoryjnego lub inspirowanie i organizowanie dobrowolnej realizacji zadań przez jednostki organizacyjne. System może umożliwiać wykonawstwo „zastępcze” odpłatne, finansowane przez zobowiązane podmioty lub nieodpłatne, finansowane ze środków publicznych.

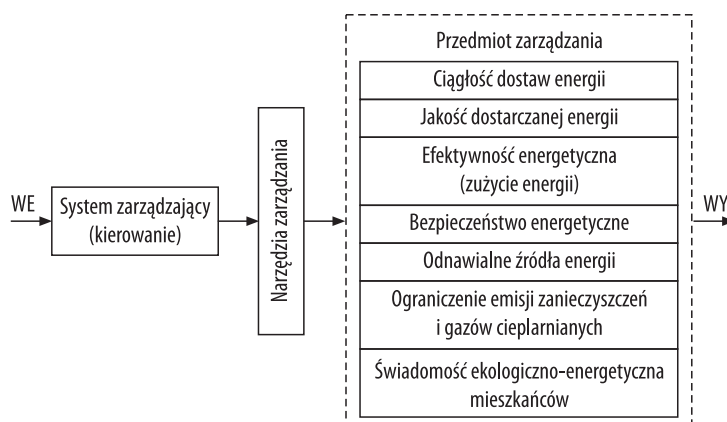
Budowę każdego systemu zarządzania rozpoczyna się od identyfikacji przedmiotu i obiektu (podmiotu) sterowania. Przedmiot zarządzania stanowią takie problemy jednostkowe lub złożone, które wymagają rozwiązania, najczęściej usprawnienia lub wdrożenia. W każdej gminie można zidentyfikować zestaw takich problemów. W trakcie prac metodologicznych projektu rozwojowego wyróżniono następujące problemy zarządzania energią w gminach:

- nadmierne (zbędne) zużycie energii elektrycznej;
- nadmierne (zbędne) zużycie energii cieplnej, a w wielu przypadkach wręcz jej marnotrawstwo;
- niezadowalająca jakość zasilania w energię elektryczną i/lub ciepłą;

- wysoka (nadmierna) emisja zanieczyszczeń powietrza w stosunku do zapotrzebowania na energię ciepłą mieszkańców gminy;
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii;
- wykorzystanie gleb marginalnych pod uprawy roślin energetycznych;
- uruchomienie nowych miejsc pracy w lokalnym sektorze energetycznym;
- zapewnienie normalnego funkcjonowania gminy – urzędów, szkół, jednostek komunalnych, gospodarstw rolnych, ogrodniczych i mikroprzedsiębiorstw, a także gospodarstw domowych w warunkach długotrwałych (ponad dobę) przerw w zasilaniu zewnętrznym w energię elektryczną;
- działania gminy w przypadku awarii urządzeń scentralizowanego źródła energii ciepłej;
- zapewnienie funkcjonowania gospodarki gminy w warunkach długotrwałych przerw w dostawach paliw gazowych i płynnych.

Przedmiot zarządzania energią w gminie zobrazowano na rysunku 3.

Rysunek 3
Przedmiot zarządzania energią w gminie

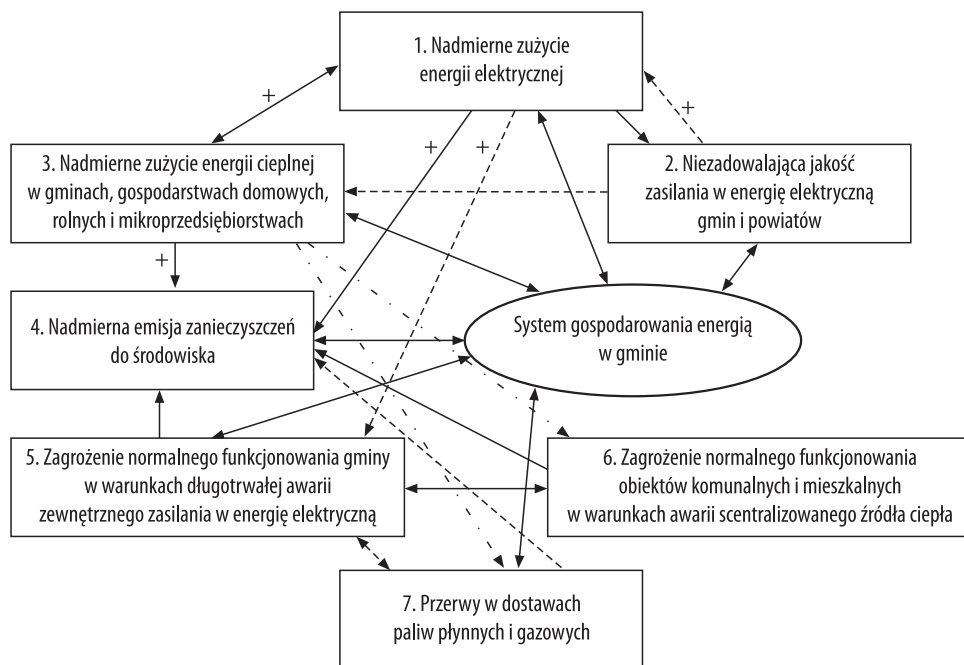


Źródło: opracowanie własne.

Problemy rzadko pojawiają się i występują w sposób jednostkowy, na ogół są to złożone sytuacje problemowe, obejmujące kilka powiązanych ze sobą aspektów. Cechą charakterystyczną sytuacji problemowej jest fakt, że na ogół postrzegany jest tylko ten problem, którego uciążliwość jest odczuwalna w sposób bezpośredni. Problemy towarzyszące występują niejako w jego tle. Stąd podjęcie decyzji zarządczych i uruchomienie odpowiednich instrumentów powinno odnosić się do sytuacji problemowej w całej jej złożoności. Poznanie sytuacji problemowej ułatwia narzędzie zwane metodą myślenia sieciowego. Zgodnie z tą metodą najpierw buduje się sieć zależności, która sama w sobie pozwala zorientować się w złożoności danej sytuacji. W wielu przypadkach wystarcza to do podjęcia trafnych decyzji zarządczych. Prosta sieć wzajemnych oddziaływań sy-

Rysunek 4

Zakres i siła wzajemnych oddziaływań problemów w systemie zarządzania energią w gminach



Siła oddziaływania:

———— duża
 - - - - - średnia
 · · · · · mała

Rodzaj oddziaływania:

+ oddziaływanie wzmacniające
 - oddziaływanie osłabiające

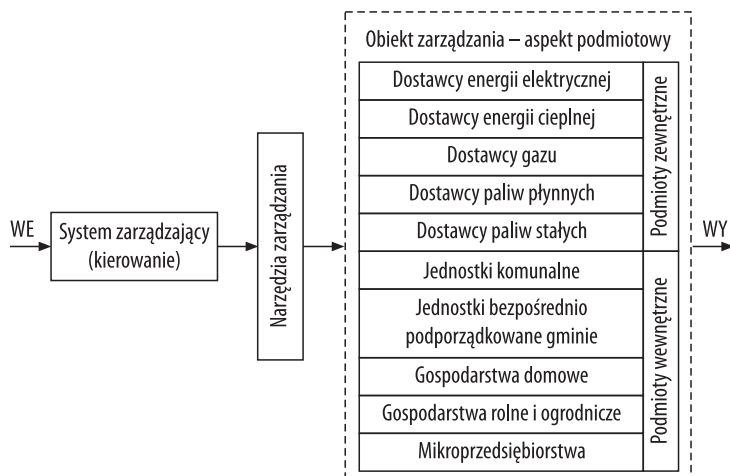
Źródło: opracowanie własne.

tuacji problemowych ilustruje rysunek 4. W przypadku potrzeby głębszego rozpoznania sytuacji problemowej należy zastosować pogłębioną analizę zgodnie z metodą myślenia systemowego.⁷

Obiektem (przedmiotem) zarządzania energią w gminie są podmioty, które realizują zadania systemu (rysunek 5). Można je podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne. Do podmiotów zewnętrznych zalicza się jednostki niepodporządkowane władztwu gminy. Są to firmy dostarczające energię elektryczną lub ciepłą, zajmujące się zaopatrzeniem gminy w paliwa stałe, płynne i gazowe, firmy zajmujące się eksploatacją odnawialnych źródeł energii. Oddziaływanie na podmioty zewnętrzne odbywa się na podstawie relacji rynkowych. W zdecydowanej większości gmin relacje rynkowe są skażone ich monopolistyczną pozycją. Monopolista przeważnie jest bardziej zainteresowany zyskiem niżeli dobrem gminy. W takich warunkach rynek nie spełnia roli regulatora. Stąd konieczne jest

⁷ Metoda myślenia sieciowego została przedstawiona w pracy: K. Zimmewicz, *Współczesne koncepcje i metody zarządzania*, PWE, Warszawa 2003.

Rysunek 5
Obiekt zarządzania – aspekt podmiotowy



Źródło: opracowanie własne.

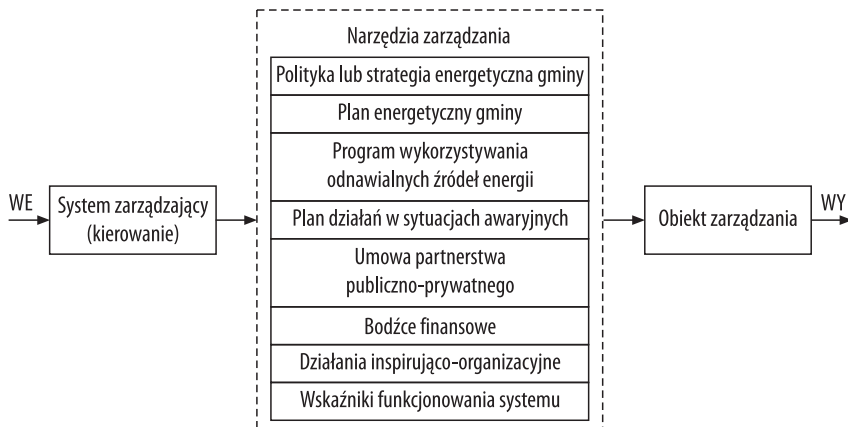
uzupełnienie relacji rynkowych relacjami partnerskimi. Pod tym pojęciem rozumie się takie działania gminy, jak:

- uchwalenie planu energetycznego gminy;
- szczegółowa znajomość przepisów prawnych obowiązujących dostawcę i drobiazgowo rozpoznanie ich przestrzegania w trakcie zaopatrzenia gminy w dany rodzaj energii;
- negocjowanie warunków dostawy;
- uruchamianie alternatywnych rozwiązań;
- proponowanie realizacji nowych rozwiązań w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego.

Podmioty wewnętrzne to jednostki komunalne, jednostki bezpośrednio podporządkowane gminie oraz gospodarstwa domowe, gospodarstwa rolne i ogrodnicze oraz jednostki prowadzące działalność gospodarczą w małej skali (mikroprzedsiębiorstwa).

Narzędzia zarządzania są to środki i instrumenty oddziaływania na podmioty stanowiące obiekt zarządzania lub umożliwiające współdziałanie z tymi podmiotami w realizacji przyjętych celów energetycznych (rysunek 6). Podstawowym celem systemu zarządzania energią w gminie jest rozwiązywanie sytuacji problemowych, stąd konieczny jest dobór narzędzi stosownie do specyfiki gminy oraz celów i zadań systemu. W zasadzie we wszystkich gminach można wdrożyć takie narzędzia, jak: polityka energetyczna gminy, założenia do planu energetycznego lub plan energetyczny gminy, program gospodarowania odnawialnymi źródłami energii, plan działań w sytuacjach awaryjnych, prowadzić negocjacje, zawierać umowy partnerstwa publiczno-prywatnego, stosować bodźce finansowe oraz uruchomić systematyczne działania inspirująco-organizacyjne.

Rysunek 6
Narzędzia zarządzania energią w gminie



Źródło: opracowanie własne.

W treści poszczególnych dokumentów powinny znaleźć między innymi następujące elementy:

1. Polityka energetyczna gminy, która określa intencję oraz główne cele działań w tym obszarze zarządzania lokalnego. Dokument ten powinien zawierać:
 - opis sytuacji problemowych zarządzania energią w gminie;
 - identyfikację i ocenę czynników powodujących każdą z opisanych sytuacji;
 - długookresowe (co najmniej pięcioletnie) cele gospodarowania energią w gminie, ze wskazaniem kolejności i terminu ich realizacji;
 - zadania do realizacji;
 - narzędzia realizacji polityki, w tym sposób finansowania zadań;
 - efekty realizacji zadań w obszarze poprawy bezpieczeństwa energetycznego, wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnej, tworzenia nowych miejsc pracy, podniesienia jakości życia mieszkańców gminy.
2. Dokumenty: Założenia do planu energetycznego gminy lub Plan energetyczny gminy; opracowuje się je zgodnie z wymaganiami ustawy – Prawo energetyczne.
3. Program wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Jest to ważny, dotychczas niedoceniany dokument, który może stanowić podstawę podejmowania nowej działalności gospodarczej w gminie przy wykorzystaniu wsparcia finansowego ze środków publicznych (funduszy europejskich lub krajowych funduszy ekologicznych). Program powinien obejmować dokumenty szczegółowe, jak:
 - Inwentaryzacja odnawialnych źródeł energii w gminie, która ma zawierać informację o wszystkich odnawialnych źródłach: biomasy, energii słonecznej, wiatrowej, wodnej i geotermalnej. Inwentaryzacja biomasy i energii wodnej odbywa się na danych rzeczywistych, w przypadku po-

zostałych zasobów – na danych planistycznych i literaturowych, ze wskazaniem obszarów preferowanych dla danego rodzaju energii oraz obszarów wyłączonych z budowy wiatraków, lokalnego piętrzenia wody dla celów energetycznych, budowy urządzeń do wykorzystania energii geotermalnej lub budowy biogazowni. Ważne jest wskazanie zasobów potencjalnych i realnych do wykorzystania przy możliwie minimalnych nakładach i kosztach eksploatacji.

- Obszary z przewagą gleb marginalnych możliwych do wykorzystania pod uprawy energetyczne z określeniem preferowanej uprawy na każdym z wyodrębnionych obszarów. Zasady identyfikacji i wyodrębnienia obszarów muszą uwzględniać dotychczasowy sposób ich zagospodarowania (preferowane pola nieuprawiane rolniczo), rodzaj ochrony przyrody bezpośrednio na obszarach i w ich otoczeniu, z uwzględnieniem odległości oddziaływania preferowanej uprawy, lokalne tradycje kulturowe, stan krajobrazu i inne.
 - Zasady i/lub algorytm obliczania kosztów i korzyści zainstalowania paneli słonecznych i ogniw fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej (komunalnych) oraz analizy techniczno-energetyczno-finansowej budowy zakładu produkcji paliw stałych i biodiesla.
4. Plan działań gminy w sytuacjach awaryjnych powinien wskazywać, jakie prace przygotowawcze i doraźne powinny być wykonane w gminie, aby zapewnić normalne życie mieszkańców i funkcjonowanie gminy (urzędów, szkół i innych instytucji) w przypadku długich (ponad dobę) przerw w dostawach energii ze scentralizowanych źródeł zasilania. Plan między innymi powinien zawierać:
- określenie wariantów przypuszczalnych obszarów wyłączenia z dostawy energii elektrycznej i/lub ciepłej;
 - wskazanie newralgicznych punktów funkcjonowania gminy w okresie braku zasilania w energię, np. systemy komputerowe urzędów, przekaźniki telefonii komórkowej, placówki kulturalne, służby zdrowia, szkoły i inne;
 - informację o „planach awaryjnych” w tych jednostkach;
 - działania przygotowawcze na wypadek awarii, ze szczególnym zabezpieczeniem normalnego funkcjonowania gminy w warunkach braku zasilania w energię elektryczną i/lub ciepłą;
 - instrukcję działania instytucji i osób odpowiedzialnych w warunkach braku zasilania w energię.
5. Umowy partnerstwa publiczno-prywatnego – jest to podstawowe narzędzie realizacji zadań wynikających z dokumentów zarządzania energią w gminie. Partnerstwo publiczno-prywatne przede wszystkim umożliwia realizację lokalnych inwestycji energetycznych, takich jak: lokalne elektrownie biogazowe, zakłady produkcji biopaliw stałych i płynnych, lokalne sieci energetyczne.
6. Bodźce finansowe. Samorządy terytorialne dysponują wprawdzie niewielkim, jednak liczącym się zestawem instrumentów o charakterze finansowym. Można wśród nich wymienić:

- ulgi w podatku od nieruchomości, na przykład okresowe zwolnienie z tego podatku budynków po przeprowadzeniu termomodernizacji, jeśli zapewni ona uzyskanie określonych parametrów,
- ulgi w podatku rolnym, na przykład na okres eksperymentalnej uprawy określonej rośliny na cele energetyczne,
- podejmowanie wspólnych przedsięwzięć finansowanych z różnych źródeł (montaż finansowy),
- przygotowanie (na przykład poprzez techniczne uzbrojenie) terenów pod zabudowę przemysłową.

Uruchomienie tych bodźców przeważnie wymaga uchwały rady gminy/miasta.

7. Działalność inspirująco-organizacyjna. Na współczesnym etapie rozwoju społeczeństwa obywatelskiego słabym ogniwem samorządności w Polsce jest zapewnienie informacji mieszkańcom. Wciąż nie wykorzystuje się możliwości, jakie w tym względzie stwarza technologia informacyjno-telekomunikacyjna. System informacji energetycznej gminy powinien obejmować takie aspekty, jak możliwość zwiększenia efektywności energetycznej i zmniejszenia wydatków na energię elektryczną i ciepłą w jednostkach organizacyjnych, gospodarstwach domowych, obiektach hodowlanych, wytwórczych lub usługowych, na przykład poprzez:

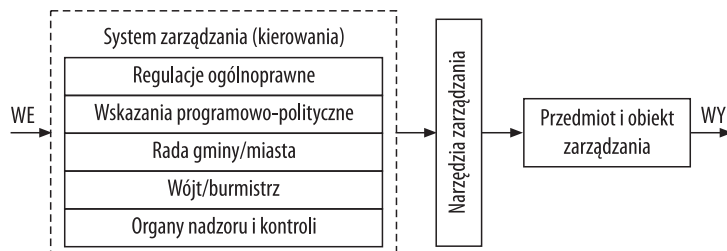
- podejmowanie działalności gospodarczej i usługowej w lokalnej energetyce;
- wsparcie finansowe podejmowanych działań ze środków publicznych;
- obowiązek jednostek organizacyjnych gminy, gospodarstw domowych i prowadzących hodowlę zwierząt gospodarstw rolnych przygotowania się do ewentualnego wystąpienia długotrwałej awarii energetycznej oraz informowania o działaniach w trakcie awarii.

W systemie zarządzania energią działania inspirująco-organizacyjne gmin powinny być wiodącą formą oddziaływania na obiekty zarządzania i dotyczyć wszystkich obszarów funkcjonowania systemu, a przede wszystkim:

- inicjowania akcji energooszczędności w gospodarstwach domowych, na przykład organizowania zespołów do opracowania wniosków o dofinansowanie działań w gospodarstwach domowych ze środków publicznych (fundusze unijne, środki na badania rozwój, fundusze ekologiczne);
- organizowania bezpośredniej dostawy przez producentów najbardziej energooszczędnego sprzętu gospodarstwa domowego po cenie zbytu lub z rabatem niemożliwym do uzyskania w sprzedaży detalicznej;
- organizowania akcji propagujących energooszczędność;
- prowadzenia wśród dzieci i młodzieży edukacji na rzecz energooszczędności.

Działalność inspirująco-organizacyjna systemu zarządzania energią w gminie powinna być skoordynowana z różnymi programami edukacyjnymi, na przykład planem edukacji ekologicznej, edukacji korzystania z komputera i Internetu, edukacji młodych małżeństw.

Rysunek 7
Elementy systemu zarządzającego



Źródło: opracowanie własne.

System zarządzający (kierowania), (rysunek 7) powinien charakteryzować się prostotą i elastycznością struktury, łatwością i jednoznacznością procesu decyzyjnego. W systemie tym można wyróżnić takie elementy, jak:

- regulacje ogólnoprawne obowiązujące gminę w analizowanym obszarze;
- organy stanowiące prawo miejscowe (rada gminy, rada miasta i gminy lub rada miasta);
- organy wykonawcze (wójt gminy, burmistrz miasta i gminy lub miasta na prawach gminy, prezydent miasta na prawach powiatu oraz odpowiednie urzędy – gminy, miasta i gminy lub miasta);
- organy kontroli i nadzoru państwowe, samorządowe (od Najwyższej Izby Kontroli do komisji problemowych rady gminy) i administracyjne (na przykład wojewódzki inspektor ochrony środowiska).

Regulacje prawne są to akty prawne stanowiące podstawę utworzenia i zapewnienia funkcjonowania systemu zarządzania energią w gminie. Można je podzielić na regulacje unijne, państwowe, regionalne i lokalne (gminne). Regulacje gminne są to uchwały rady gminy lub postanowienia wójta/burmistrza bezpośrednio lub pośrednio odnoszące się do problemu gospodarowania energią w gminie.

Wskazania programowo-polityczne są to ogólne wytyczne i cele działania w danej dziedzinie zarządzania. Są one zawarte w politykach problemowych i szczegółowych oraz programach działania. W systemie zarządzania energią szczególne znaczenie mają polityki problemowe Unii Europejskiej i państwa, takie jak: polityka energetyczna, polityka ekologiczna, polityka rolna oraz bardziej szczegółowe: polityka ochrony klimatu, polityka wsparcia rozwoju odnawialnych źródeł energii, polityka kształtowania cen energii, polityka termomodernizacji. Do tej grupy zalicza się także programy rozwojowe uchwalane na wszystkich szczeblach samorządu terytorialnego, na przykład strategię rozwoju jednostek terytorialnych, plan zagospodarowania przestrzennego województwa, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, program ochrony środowiska, plan gospodarki odpadami i inne.

Rada gminy/miasta powinna podjąć uchwały o utworzeniu systemu zarządzania energią lub zaaprobować postanowienie wójta/ burmistrza o:

- utworzeniu takiego systemu, w którym powinno się znaleźć określenie misji, wskazanie celów i zadań do realizacji, sposób opracowywania i zatwierdzania planów, programów, projektów inwestycyjnych, badawczych lub informacyjnych, a także określenie jego usytuowanie w ogólnym systemie zarządzania gminą;
- powołaniu jednostki administrującej systemem zarządzania energią ze wskazaniem jej miejsca w systemie organizacyjnym gminy, której zadaniem będzie koordynacja i/lub realizacja przyjętych celów i zadań.

Wybór organu decyzyjnego zależy od koncepcji systemu, zakresu, zadań i kompetencji przypisanych wyodrębnionej jednostce organizacyjnej. Skuteczne funkcjonowanie systemu wymaga poparcia rady gminy, niekoniecznie w formie uchwały stanowiącej.

Wójt/burmistrz powołuje kierownika jednostki administrującej, ze wskazaniem jego formalnego podporządkowania, zakresu uprawnień i obowiązków.

Organy nadzoru i kontroli można podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne. Organy zewnętrzne mogą być państwowe – Naczelna Izba Kontroli, Państwowa Inspekcja Sanitarna, Państwowa Inspekcja Pracy i administracyjne, na przykład Urząd Kontroli Finansowej, Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska. Organy kontroli wewnętrzne to rada gminy (działająca za pośrednictwem odpowiedniej komisji) i wójt/burmistrz gminy. W odniesieniu do komórki zarządzającej energią w gminie nadzór mogą pełnić i przeprowadzać kontrolę również sekretarz i skarbnik gminy.

Sprawność funkcjonowania wszystkich systemów zarządzania, w tym także systemu zarządzania energią w gminie, jest uzależniona od dobrej organizacji, sprawnego systemu informacji oraz jasnych, należycie sformułowanych zasad finansowania.

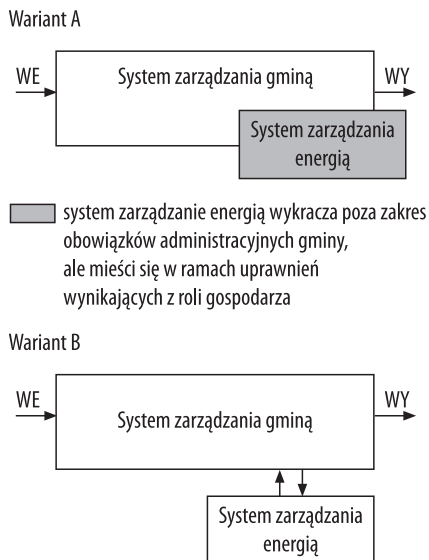
Organizacja funkcjonowania systemu zarządzania energią w gminie zależy między innymi od jego usytuowania w ogólnym systemie zarządzania gminą. System może być różnie umiejscowiony, w zależności od wyznaczonych celów i zadań przyjętych do realizacji. Najczęściej są stosowane dwa rozwiązania:

- system jest administrowany, czyli włączony do pionu administracyjnego gminy – wtedy spełnia tylko rolę koordynacyjno-informacyjną (rysunek 8, wariant A);
- system posiada własny zarząd, czyli jest realizowany przez specjalnie powołaną jednostkę komunalną (rysunek 8, wariant B).

Istnieje także wiele modyfikacji, na przykład zadanie prowadzenia systemu otrzymuje już istniejąca jednostka komunalna. W takim przypadku szczególnej staranności wymaga przygotowanie dokumentów powołujących system.

Podsystem informacji umożliwia funkcjonowanie systemu. Skuteczność działania zarówno całego systemu, jak i jego komórki organizacyjnej zależy od sposobu pozyskiwania, analizowania, oceniania, gromadzenia, przechowywania i udostępniania zasobów informacji, która może być wykorzystywana do celów wewnętrznych i zewnętrznych systemu. Informacja wewnętrzna powinna zapewnić wiarygodne i wyczerpujące dane na potrzeby planowania (długoterminowego i rocznego), bieżących decyzji zarządczych, opracowania projektów współfinan-

Rysunek 8
System gospodarowania energią jako element systemu zarządzania gminą



Źródło: opracowanie własne.

sowanych z różnych środków pomocowych i prywatnych. Informacja na potrzeby zewnętrzne, a więc mieszkańców, przedsiębiorców, rolników i innych interesariuszy, to lokalne informatorium zawierające dane zestawione w układzie czasowym, przestrzennym, technicznym, ekonomicznym, społecznym, własnościowym i organizacyjnym, związane z funkcjonowaniem systemu. W gminnym informatorium energetycznym powinny znaleźć się przede wszystkim szczegółowe dane o systemie zarządzania energią, obowiązujące akty prawa międzynarodowego, Unii Europejskiej, ustawy i rozporządzenia, dokumenty odnośnych polityk i programów, krajowych, regionalnych i lokalnych. W informatorium szczególnie miejsce (i łatwy dostęp) powinny mieć studia przypadków pozytywnie zweryfikowanych doświadczeń i dobrych praktyk zarządzania energią w gminach państw Unii Europejskiej i Polski. Powinno to być forum wymiany doświadczeń w gospodarowaniu energią w gospodarstwach domowych, gospodarstwach rolnych tradycyjnych i specjalistycznych, w obiektach użyteczności publicznej oraz w małych i średnich przedsiębiorstwach o różnym profilu ich działalności. Przedmiotem wymiany doświadczeń mogą być różne sprawdzone działania – od opłacalności wymiany tradycyjnych żarówek na energooszczędne nowej generacji czy analizy kosztów i korzyści termomodernizacji budynków mieszkalnych do różnych informacji generowanych przez system, na przykład o poletkach, a nawet działkach gleb marginalnych zakwalifikowanych pod uprawy energetyczne czy bieżącej informacji o dostępnych środkach finansowego wsparcia przedsięwzięć w tym obszarze działalności.

Łatwy dostęp do danych (elektronicznie i bezpośrednio) powinien zachęcać do korzystania, służyć działaniom biznesowym i edukacji energetyczno-ekologicznej mieszkańców gminy.

Finansowanie systemu zarządzania energią może być realizowane ze środków budżetu gminy/miasta, w głównej mierze pochodzących z oszczędzania wydatków gminy/miasta na energię elektryczną i ciepłą, lub ze środków zewnętrznych, na przykład z pozyskanych grantów lub odpłatnych usług. System finansowania powinien umożliwiać:

- zatrudnienie wysokiej klasy specjalistów na różnych warunkach umownych (etat, części etatu, umowa o dzieło, umowa zlecenie);
- zlecenie wykonania prac instytucjom wyspecjalizowanym, na przykład przeprowadzanie badań;
- podejmowanie przedsięwzięć gospodarczych w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego;
- stosowanie bodźców finansowych stymulujących działania w zakresie energooszczędności.

W pierwszym przypadku skuteczne administrowanie systemem wymaga powołania specjalnej komórki organizacyjnej. Przypisanie nowych, dodatkowych obowiązków dotychczasowym pracownikom nie zdaje egzaminu. System nie będzie właściwie funkcjonować. Konieczne jest wydzielenie jednoosobowej lub wieloosobowej komórki organizacyjnej podporządkowanej bezpośrednio wójtowi/burmistrzowi albo włączonej do administracji gminy kierowanej przez sekretarza gminy (miasta). Organizacja jednostki może ewoluować od jednoosobowego stanowiska specjalisty, na przykład „gminnego energetyka”, do samodzielnego Biura Zarządzania Energią. Zależy to od ilości i wartości oraz sposobu finansowania realizowanych projektów. Niektóre gminy w Polsce mają ten problem rozwiązany, na przykład w Bielsku-Białej utworzono Biuro Zarządzania Energią, w Dzierżonowie – stanowisko pod nazwą „inżynier miasta”.

W drugim przypadku systemem zarządza samodzielna jednostka komunalna podporządkowana gminie. Realizuje ona zadania zlecone i własne, na przykład prowadzi uprawy energetyczne na gruntach gminy, wydzierżawionych od Skarbu Państwa lub osób prywatnych, buduje i utrzymuje biogazownie, zakłady produkcji biopaliw płynnych i stałych (brykociarnie), a także inicjuje i realizuje inne projekty.

Każda gmina może zastosować takie rozwiązanie, które będzie najlepiej dostosowane do istniejących potrzeb, lokalnych tradycji, wizji stopnia samodzielności energetycznej gminy. Podstawowym kryterium wdrażanego rozwiązania powinno być zapewnienie sprawności i efektywności funkcjonowania systemu.

Zarządzanie energią w gminie może być realizowane systemowo i wtedy przyniesie długotrwałe efekty gospodarcze, ekologiczne i społeczne i będzie służyć oszczędności, poprawie jakości życia mieszkańców, tworzeniu nowych miejsc pracy. Może być także zarządzany amatorsko, na „wycucie” i wtedy może przyczynić się do doraźnego rozwiązania jednego lub kilku problemów bez większego efektu. Wybór zawsze należy do decydentów.

Zakończenie

Zarządzanie jest nauką, w której występują silne sprzężenia zwrotne między teorią a praktyką. Wiele teoretycznych pomysłów stanowi inspirację do praktycznych działań, w trakcie których te pomysły są doskonalone i rozwijane, i odwrotnie – wiele jednostkowych doświadczeń praktycznych jest doskonalonych i uogólnianych teoretycznie oraz upowszechnianych w postaci propozycji do wykorzystania już o wyższym poziomie doskonałości. Można żywić nadzieję, że ten proces obejmie także proponowany system zarządzania energią na poziomie lokalnym. Został on opracowany na bazie teoretycznych założeń, przy uwzględnieniu praktycznych doświadczeń zarządzania energią w miastach Unii Europejskiej objętych Porozumieniem Burmistrzów (Covenant of Majors), ze szczególnym uwzględnieniem doświadczeń polskich miast, które podpisały to porozumienie i utworzyły Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cites”. Systemy zarządzania energią w tych gminach powstawały całkowicie oddolnie. Różnorodność gmin w tak dużym kraju, jak Polska, wymagała uogólnienia doświadczeń i opracowania systemu, który mógłby być wdrożony w każdej gminie, niezależnie od ilości i wagi problemów energetycznych wymagających rozwiązania.

Systemy zarządzania energią zaprezentowane w niniejszym opracowaniu mają elastyczny charakter. System regulowany normą EN-PN 16001 wprawdzie jest mniej elastyczny od systemu eksperckiego, mimo to daje się tak modyfikować, aby osiągnąć założone cele w konkretnych warunkach danej organizacji. System nazwany eksperckim stanowi tylko szkielet działań, który gmina może dowolnie wypełniać treścią, uwzględniając działania nakazane systemem regulacji prawnych. Celem każdego systemu jest uzyskanie wymiernych wartości ekonomicznych i społecznych, głównie zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego mieszkańcom gminy, zmniejszenie wydatków na energię, wzrost wykorzystania lokalnych surowców energetycznych oraz utworzenie nowych miejsc pracy. Funkcjonowanie każdego systemu zarządzania zawsze zależy od inwencji twórczej decydentów oraz pracowników, w tym przypadku – od horyzontu postrzegania problemów energetycznych przez radę gminy/miasta, przez wójta/burmistrza oraz pełnomocnika do spraw systemu zarządzania energią i jego współpracowników.⁸

⁸ W artykule wykorzystano opracowany przez autora opis systemów zarządzania energią w gminie zamieszczony w pracy: *Gospodarowanie energią na poziomie lokalnym*, Podręcznik dla gmin pod redakcją Bazylego Poskrobki, Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok 2011.



Elżbieta Lorek

ROZWÓJ RYNKU ENERGETYKI ODNAWIALNEJ W WARUNKACH BUDOWY GOSPODARKI NISKOEMISYJNEJ

Elżbieta Lorek, prof. zw. dr hab. – Akademia Ekonomiczna w Katowicach

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomii
40-287 Katowice, ul. Bogucicka 3
e-mail: elzbieta.lorek@ae.katowice.pl

THE DEVELOPMENT OF THE RENEWABLE ENERGY MARKET IN A LOW CARBON ECONOMY CONDITIONS

SUMMARY: The article presents the project for building a low carbon economy. In particular, drew attention to initiatives designed to protect the climate, which reduces the emission of industrial sectors. Also discusses issues concerning the functioning of the electricity from renewable sources in the European Union. Economic conditions, social and environmental development of renewable energy for the European economy including Poland were characterized.

KEY WORDS: low carbon economy, protect the climate

Wstęp

Trwałość rozwoju gospodarczego zależy od zapewnienia stałego dostępu do źródeł energii. Nieprzerwany dostęp do zasobów energetycznych, niepohamowany wzrost produkcji i konsumpcji powodują, że zapotrzebowanie na energię wciąż rośnie. Determinuje to wyczerpywanie się niektórych zasobów surowców energetycznych, jak również zanieczyszczenie środowiska i w dalszej konsekwencji – zmiany klimatyczne. Od wielu lat na ograniczenia ujemnego oddziaływania na środowisko i racjonalne wykorzystanie jego zasobów zwraca uwagę wiele państw, między innymi przez dążenie do rozwoju energetyki odnawialnej (OZE). Atrybutami energetyki odnawialnej są niewyczerpywalność zasobów oraz eliminacja różnego rodzaju zanieczyszczeń. Początki rozwoju OZE w Europie sięgają lat pięćdziesiątych XX wieku, jednak dopiero kryzys paliwowy lat siedemdziesiątych oraz wzrastająca świadomość ekologiczna przyczyniły się do zintensyfikowania poszukiwań nowych, alternatywnych źródeł energii. Rządy wielu państw przyjęły nowy kierunek, zaczęły popierać rozwój energii ze źródeł odnawialnych. Przyjęte dokumenty Unii Europejskiej, takie jak między innymi: Zielona Księga UE (*Green Paper*) – Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii, dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE, czy wreszcie Mapa drogowa dojścia do gospodarki niskowęglowej do 2050 roku, mają na celu podwojenie obecnego udziału energii odnawialnej w krajowym zużyciu energii brutto, przy zachowaniu pełnej harmonii w zakresie energetyki i środowiska. Określony w tym dokumencie dla okresu docelowego 2020 roku 15% udział energii odnawialnej w konsumpcji energii brutto przekłada się na 22,1% udziału energii elektrycznej wyprodukowanej ze źródeł odnawialnych. Przewiduje się możliwość zróżnicowania powyższych wskaźników dla poszczególnych krajów członkowskich, z uwzględnieniem zasobów oraz stanu istniejącego. Z uwagi na wysoki koszt inwestycji, a w konsekwencji cenę energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych, osiągnięcie zamierzonego celu możliwe będzie jedynie przez wdrożenie mechanizmów ekonomicznych wspierających tę dziedzinę, poprzez pomoc inwestycyjną, ulgi podatkowe, a nawet dotacje do ceny hurtowej wyprodukowanej energii.

Problematyka wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w Polsce jest przedmiotem szeregu dokumentów państwowych. Sejm Rzeczypospolitej w 1999 roku przyjął rezolucję stwierdzającą, że wzrost wykorzystania energii ze źródeł powinien stać się integralnym elementem zrównoważonego rozwoju kraju, a ustawa z 2001 roku o zachowaniu narodowego charakteru strategicznych zasobów naturalnych obliguje do utrzymania, powiększania i doskonalenia zasobów odnawialnych. Zapisy te dotyczą również nowych dokumentów rządowych, takich jak między innymi: Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku, czy wreszcie Krajowy plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (projekt Ministerstwa Gospodarki z 2010 roku Strategia OZE wyznacza osią-

gnięcie 15% udziału energii odnawialnej w całkowitym bilansie paliwowo energetycznym w 2020 roku). Nie stworzono jednak dotąd żadnych mechanizmów regulacji i kontroli przebiegu tego procesu oraz niezbędnych bodźców ekonomicznych.

W artykule omówiono wybrane zagadnienia dotyczące funkcjonowania rynku energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Unii Europejskiej, jak również uwarunkowania ekonomiczne, społeczne i środowiskowe rozwoju energetyki odnawialnej w gospodarce europejskiej, w tym polskiej. Wykorzystując dane statystyczne z Urzędu Regulacji Energetyki, oceniono rozwój rynku energii odnawialnej w Polsce, patrząc przez pryzmat doświadczeń państw UE w tym zakresie. Zidentyfikowano bariery rozwoju energetyki odnawialnej w naszym kraju i zaprezentowano źródła finansowego wsparcia rozwoju tego rynku.

1. Ochrona klimatu – priorytetowy cel w budowaniu gospodarki niskoemisyjnej

Konsekwencją spalania paliw kopalnych jest emisja dwutlenku węgla, który ma największy udział w globalnym ociepleniu klimatu i odpowiada za 60% zwiększonego efektu cieplarnianego, a zagrożenie dla środowiska z tego powodu jest globalne. Z danych *International Energy Agency* wynika, że do 2025 roku w porównaniu z 2001 rokiem emisja CO₂ wzrośnie do około 14 mld ton¹. Według badań prowadzonych przez Międzyrządowy Zespół do spraw Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel Climate Change) działający pod auspicjami ONZ, taki scenariusz zmiany klimatu spowoduje zwiększenie efektu cieplarnianego, co poskutkuje wzrostem temperatury o 5-6°C (UE prognozuje wzrost tylko o 2°C. Powstrzymanie globalnych zmian klimatycznych wymaga współpracy wszystkich państw świata, które powinny dążyć do ograniczenia emisji gazów szklarniowych. Tylko wspólny międzynarodowy wysiłek walki z zanieczyszczeniami (tak jak w przypadku Protokołu Montrealskiego w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową) może przynieść sukces w tej walce. Unia Europejska, w tym Polska, dokonały ogromnego wysiłku technologicznego i ekonomicznego w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych². Ramy międzynarodowej współpracy w sprawie zmian klimatu wyznaczają przede wszystkim:

- Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu (UNFCCC), podpisana przez Polskę podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku. Została ona ratyfikowana przez nasz kraj w 1994 roku.

¹ IV Raport Rządowy dla Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian Klimatu (UNFCCC) zgodnie z decyzją UNFCCC/CP/1999/7, cz. 2, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2006.

² E. Lorek, *Polska polityka energetyczna w warunkach integracji z Unią Europejską*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Katowice 2007, s.157-161; *Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003.

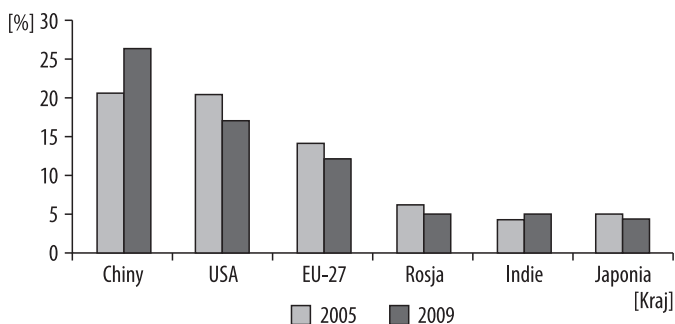
- Protokół z Kioto z 1997 roku w sprawie redukcji gazów cieplarnianych ratyfikowany przez Polskę w 2002 roku. Po ponad 7 latach po podpisaniu go przez Rosję weszły w życie regulacje wynikające z Protokołu z Kioto.

Protokół z Kioto wszedł w życie 16 lutego 2005 roku. Sygnatariusze Protokołu z Kioto, odpowiadając łącznie za 61% światowej emisji, zobowiązały się do redukcji emisji do atmosfery sześciu gazów cieplarnianych³ w latach 2008-2012 łącznie o około 5,2% w stosunku do bazowego 1990 roku. Wielkość tej redukcji jest zróżnicowana w poszczególnych krajach: 8% dla UE i krajów z nią stowarzyszonych (poza Polską i Węgrami), 7% dla USA, 6% dla Japonii, Kanady, Węgier i Polski. Rosja, Nowa Zelandia i Ukraina mają utrzymać emisje na tym samym poziomie, jak w roku bazowym, a Islandii i Norwegii zezwala się na zwiększenie emisji. Kraje, które po tym roku będą emitowały więcej, niż pozwalają na to ich limity, zostaną ukarane ich obniżeniem o 30%. Niektórym państwom, w tym krajom w procesie transformacji gospodarczej, zezwolono nawet na wzrost emisji. Większość nowych członków UE (w tym Polska) obniżyła emisję gazów cieplarnianych do poziomu wymaganego przez Protokół z Kioto z 1999 roku, a niektóre ze starych krajów UE tych wymagań nie spełniły. Przykładowo Polska ograniczyła emisję gazów cieplarnianych aż o 28%. Jak wynika z wyliczeń Instytutu na rzecz Ekorozwoju, dzięki temu polski przemysł może sprzedać prawa do emisji o wartości 2 mld EUR. Najwięksi emitenci trujących gazów, jak Chiny, zwiększyły emisję gazów cieplarnianych (rysunek 1).

Ostatnie badania potwierdziły wcześniejsze oceny, że do złagodzenia zmian klimatycznych w dłuższym okresie potrzebna byłaby dużo większa redukcja emisji. Przykładowo Wielka Brytania i Niemcy ustaliły, że obniżenie emisji przez

Rysunek 1

Szacunkowe udziały w globalnej emisji gazów cieplarnianych oraz CO₂ w latach 2005 i 2009



Źródło: opracowano na podstawie danych z Netherlands Environmental Assessment Agency 2010 rok.

³ Protokół z Kioto systemem obejmuje następujące gazy cieplarniane: CO₂, metan, podtlenek azotu, hydrofluorowęglowodory – HFCs, perfluorowęglowodory – PFCs, sześćofluorek siarki – SF₆.

ich kraje wynosić będą odpowiednio 30% w 2030 roku i 60% w 2050 roku (względem 1990 roku)⁴, jednak aktualna polityka energetyczna UE wykazuje, że do 2030 roku emisje wzrosną o około 5%, a na całym świecie o 55%⁵. Komisja Europejska stoi na stanowisku, że do walki z globalnym ociepleniem powinny przystąpić najszybciej rozwijające się gospodarki świata: Indie i Chiny, które wyrastają obecnie na największych emitentów zanieczyszczeń. Państwa rozwijające się powinny wypracować własne zobowiązania w zakresie przeciwdziałania globalnemu ociepleniu, gdyż nałożenie restrykcyjnych limitów gazów cieplarnianych tylko na uprzemysłowione gospodarki krajów zachodnich nie może być jedynym efektywnym zadaniem w światowej strategii ochrony klimatu.

2. Przedsięwzięcia w zakresie obniżania emisyjności europejskiej gospodarki

Polityka energetyczna UE i akty prawne dotyczące sektora elektroenergetycznego, w tym przemysłu wydobywczego, mają na celu realizację filozofii zgodnej z zasadami zrównoważonego rozwoju, głównie poprzez: rozwój technologii wykorzystujących odnawialne zasoby energii oraz rozwój skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. Zrównoważona polityka energetyczna jest to polepszenie dobrobytu społeczeństwa w długiej perspektywie poprzez dążenie do utrzymania równowagi pomiędzy:

- bezpieczeństwem energetycznym;
- zaspokojeniem potrzeb społecznych;
- konkurencyjnością gospodarki;
- ochroną środowiska.

Do realizacji powyższych celów służą uchwalone dokumenty strategiczne oraz prawodawstwo unijne. W Europejskiej strategii na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii – tak zwanej „Zielonej Księżdz” – głównymi celami europejskiej polityki energetycznej są⁶:

- poprawa konkurencyjności rynku energii poprzez liberalizację rynków energii elektrycznej i docelowo utworzenie jednolitego rynku energii;
- zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego krajom UE;
- zrównoważony rozwój energetyki, zakładający poszanowanie środowiska naturalnego ze szczególnym uwzględnieniem przedsięwzięć przeciwdziałających zmianom klimatycznym.

⁴ *Środowisko Europy. Trzeci Raport Oceny*, Europejska Agencja Środowiska, dostęp: <http://europa.eu.int> [data wejścia: 3-10-2011], Luksemburg 2003.

⁵ *European energy and transport trends to 2030*, dostęp: [www. www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu). [data wejścia: 3-10-2011].

⁶ Europejska Polityka Energetyczna, Komunikat Komisji do Rady Europejskiej i Parlamentu Europejskiego, Komisja Europejska, Bruksela 2007, COM (2007)1.

W „Zielonej Księdze” zaproponowano sześć priorytetowych kierunków działań:

- dokończenie budowy konkurencyjnego europejskiego rynku energii;
- wewnętrzny rynek energetyczny zapewniający bezpieczeństwo dostaw;
- bezpieczeństwo i konkurencyjność zaopatrzenia w energię;
- zintegrowane działania UE przeciwdziałające zmianom klimatycznym, w tym zwiększenie wykorzystania źródeł energii odnawialnej;
- zachęcanie do innowacji w zakresie technologii energetycznych;
- spójna zewnętrzna polityka energetyczna zmierzająca do rozwiązywania problemów energetycznych we współpracy z innymi krajami świata⁷.

Zapisy dotyczące tworzenia wspólnych rynków energii elektrycznej w europejskiej polityce energetycznej nie budzą kontrowersji. Zupełnie inaczej jest z działaniami na rzecz ograniczenia emisyjności europejskiej gospodarki, a zwłaszcza sektora energetycznego. Na początku marca 2011 roku Komisja Europejska przyjęła plan działania, którego celem jest obniżenie do 2050 roku emisji gazów cieplarnianych o 85-95% w porównaniu z 1990 rokiem. Model polityki energetycznej zaproponowany przez Komisję Europejską zakłada zmniejszenie poziomu emisji CO₂ o 40% i 60% odpowiednio do roku 2030 i 2040. Realizowana obecnie polityka odpowiada ograniczeniu poziomu emisji wewnętrznych o 30% w 2030 roku i 40% w 2050 roku. Aby zrealizować tak zaproponowany europejski scenariusz tworzenia gospodarki niskoemisyjnej, należy zrealizować w ciągu nadchodzących 40 lat dodatkowe inwestycje wynoszące 1,5% unijnego PKB (270 mld EUR rocznie), poza bieżącymi inwestycjami wynoszącymi 19% PKB⁸. Komisja Europejska zaproponowała również zmianę sposobu opodatkowania energii w UE, wprowadzając „podatek węglowy”, uzależniając jego wysokość między innymi od emisji CO₂. Skutkować to będzie wzrostem kosztów redukcji emisji CO₂ w krajach UE (zwłaszcza w Polsce), chociaż przy takiej polityce wpływ redukcji na światową emisję CO₂ będzie niewielki. Według Światowej Agencji Energii, Europa generuje tylko 12% światowej emisji CO₂. Zmniejszenie w UE emisji o 30%, a nie o 20%, z globalnego punktu widzenia ma niewielkie znaczenie wobec faktu, że szybko rozwijające się gospodarki, takie jak: Chiny, Brazylia, Indie, RPA, ignorują zupełnie wszelkie działania UE w tym zakresie (rysunek 1). Od 2009 roku emisja CO₂ w Chinach zwiększyła się dwukrotnie, a w Indiach wzrosła o połowę do 1,7 mld ton CO₂, przekraczając o 6% poziom emisji w Rosji (piątego co do wielkości emitenta CO₂). Należy jednak dodać, że w 2009 roku po raz pierwszy od 1992 roku nie było wzrostu globalnej emisji CO₂, gdyż kryzys finansowy doprowadził w wielu krajach do 7% spadku emisji CO₂. Jednak ten spadek o 800 mln ton zrekompensował wzrost emisji o 9% w Chinach i 6% w Indiach. Komisja Europejska zapewnia, że interesy wszystkich krajów członkowskich traktowane są tak samo, co nie potwierdza

⁷ Zielona Księga – European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy. Brussels, 8.03.2006 wraz z aneksem: Commission Staff Working Document – Annex to the Green Paper. What is at stake- Background document.

⁸ D.Ciepela, *Rynek, energia i klimat*, „Nowy Przemysł” 2011 nr 5, s. 56.

się na przykład przy II alokacji uprawnień do emisji CO₂ dla krajów członkowskich⁹. Komisja Europejska, rozdzielając pod koniec 2006 roku prawa do emisji zanieczyszczeń na lata 2008-2012, zmniejszyła ich ilość przede wszystkim nowym państwom UE: Łotwie o 57%, Litwie o 46%, Słowacji o 21%, Polsce o 23%, Czechom o 16%. Jednocześnie Francja, Wielka Brytania otrzymały taką ilość praw do emisji, o jaką wnioskowały.

Z przedstawionych danych wynika, że państwa europejskie, których gospodarki znajdują się w okresie transformacji, ponoszą duże obciążenia związane z ochroną klimatu. Z wyliczeń polskiego Ministerstwa Środowiska wynika, że polska elektroenergetyka za niezbędne 170 mln ton emisji CO₂ będzie musiała płacić 5 mld EUR rocznie. Pozostaje pytanie – czy nasza energetyka i polska gospodarka będzie w stanie ponieść takie koszty? Zdaniem wielu ekspertów Polska w najbliższych 15 latach nie będzie w stanie przestawić się z energetyki węglowej na atomową, gazową czy wiatrową. Pilną potrzebą jest całościowe oszacowanie wielkości kosztów i korzyści związanych z redukowaniem emisji gazów cieplarnianych, zwłaszcza że raport McKinseya zawiera tylko analizę technicznego potencjału redukcji emisji gazów cieplarnianych w ujęciu do 2030 roku. Całkowite nakłady inwestycyjne w latach 2011-2030, prowadzące do obniżki o 31% w stosunku do poziomu z roku 2005, oszacowano na 92 mld EUR, przy średnim koszcie emisji około 10 EUR za tonę CO₂ w 2030 roku. Nie podjęto jednak badań nad określeniem kosztów redukcji emisji dla gospodarki polskiej w długim horyzoncie czasowym¹⁰.

3. Europejski i krajowy rynek energii odnawialnej

Obserwowane zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii w Unii Europejskiej wywołane jest kilkoma czynnikami, między innymi:

- dążeniem do racjonalizacji użytkowania surowców mineralnych;
- spadkiem społecznego poparcia dla rozwoju energetyki jądrowej;
- zmianami w produkcji rolnej, stwarzającymi możliwości energetycznego wykorzystania odpadów poprodukcyjnych i uzyskiwania paliw pochodzenia roślinnego (np. olejów napędowych).

Negatywne efekty środowiskowe oraz świadomość wyczerpywania się zasobów energii konwencjonalnej wpływają na kierunki polityki energetycznej Unii Europejskiej. Najważniejszymi dokumentami prawnymi regulującymi rynek energii odnawialnej są:

- Biała Księga UE (White Paper) przyjęta 11 listopada 1997 roku – Energia dla Przyszłości – Odnawialne Źródła Energii;
- Porozumienie z Kioto;

⁹ Działania UE przeciw zmianom klimatu. Europejski System Handlu Emisjami (ETS). Komisja Europejska, 2009.

¹⁰ J. Bazyl, *Koszty i korzyści redukcji emisji gazów cieplarnianych w kontekście raportu McKinseya – ujęcie ekonomiczne*, Centrum Stosunków Ekonomicznych nr 6 (styczeń), Warszawa 2010, s. 4.

- Zielona Księga UE (*Green Paper*) – Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii – 8 marzec 2006 (wersja ostateczna);
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i następnie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Dz.U.WE L. 140/16/2009 z modyfikacjami;
- Mapa drogowa dojścia do gospodarki niskowęglowej do 2050 roku – dokument przyjęty przez Komisję Europejską 8 marca 2011 roku;
- Nowa strategia rozwoju Europy „Europa 2020” z 3 marca 2010 roku, przedstawiająca trzy podstawowe priorytety polityki europejskiej, czyli:
 - rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacjach (*smart growth*),
 - promowanie gospodarki zrównoważonej – efektywnie wykorzystującej zasoby, bardziej ekologicznej i konkurencyjnej zwłaszcza w odniesieniu do energii, efektywności i konsumpcji (*sustainable growth*),
 - wzmacnianie gospodarki charakteryzującej się wysokim zatrudnieniem oraz spójnością ekonomiczną, społeczną i przestrzenną (*inclusive growth*)¹¹.

Wdrożenie tych inicjatyw to priorytet działania władz na wszystkich szczeblach: państw członkowskich, władz regionalnych i lokalnych. W nowej strategii zakłada się zwiększenie konkurencyjności unijnego sektora przemysłu poprzez kreowanie polityki przemysłowej na rzecz ekologicznego rozwoju. W nowej strategii priorytetem jest inteligentny i zrównoważony rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu. Jeden z celów określonych w strategii bezpośrednio odnosi się do klimatu i energii, gdzie oprócz pakietu klimatycznego 3x20 UE zakłada zmniejszenie gazów cieplarnianych o 80-95% do 2050 roku w porównaniu z 1990 rokiem.

Według założeń zawartych w Białej Księdze, z wykorzystaniem energii odnawialnej wiązać się następujące kluczowe korzyści:

- wzrost bezpieczeństwa energetycznego (szacuje się, że import paliw i energii stanowi obecnie w UE 50% całkowitego zapotrzebowania, a może wzrosnąć do 2020 roku aż do 70%, jeżeli zachowany będzie obecnie istniejący model rozwoju i dotychczasowe sposoby zaopatrzenia w paliwo i energię);
- promocja regionalnego rozwoju gospodarczego;
- korzyści ekologiczne, zdefiniowane w planie działań na rzecz ochrony środowiska;
- powstanie nowych miejsc pracy, szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach ¹².

W marcu 2003 roku w Brukseli z inicjatywy Parlamentu Europejskiego odbyła się Konferencja Energy Choices for Europe. Przedmiotem zainteresowania było zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego Unii przez następnych 20 i więcej lat przy wykorzystaniu rozmaitych źródeł energii i różnych metod zwiększania efektywności wykorzystania energii w przemyśle i życiu codziennym.

¹¹ Europe 2020 – A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM (2010) 2020, z dnia 3 marca 2010, Bruksela.

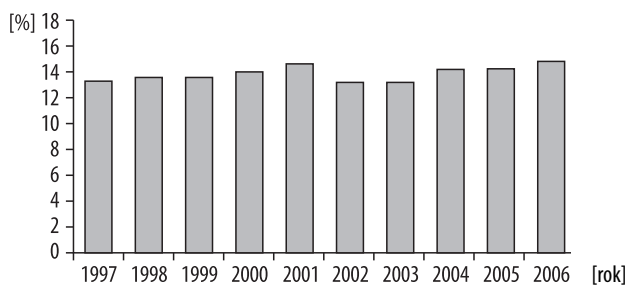
¹² W. Gotkiewicz, Z. Brodziński, M. Stolarski, *Zasoby i możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, ZKZMW, Warszawa 2003.

Biorąc pod uwagę wymogi ochrony środowiska, zwłaszcza konieczność ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza, oraz prognozę, zgodnie z którą do połowy XXI wieku światowa konsumpcja energii podwoi się, można oczekiwać, że przyszłość należeć będzie do tak zwanych energii „czystych”, do których zalicza się energię nuklearną oraz tę pochodzącą ze źródeł odnawialnych.

Stosunek produkcji energii odnawialnej do zużycia energii w państwach UE (27 krajów) w układzie dynamicznym przedstawiono na rysunku 2. Z danych tych wynika, że udział ten systematycznie rośnie. Natomiast stosunek produkcji energii odnawialnej do zużycia energii w wybranych krajach przedstawiono na rysunku 3. Z przedstawionych danych wynika fakt, że przodującymi krajami w produkcji i zużyciu OZE są głównie kraje skandynawskie, a także Austria i Łotwa, co niewątpliwie wynika z posiadania przez nie dużych zasobów energii odnawialnej.

Rysunek 2

Stosunek produkcji energii odnawialnej do zużycia energii w UE (27 krajów)



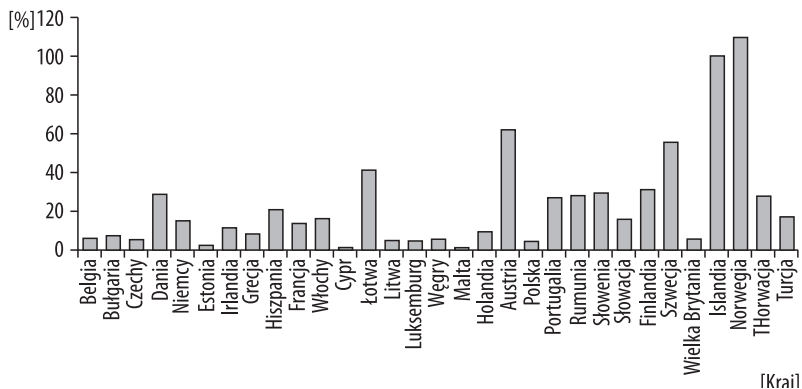
Źródło: opracowano na podstawie Eurostatu 2011.

Unia Europejska osiągnęła postęp w ograniczaniu emisji i rozwijaniu energii odnawialnej. Emisje 27 krajów UE w 2009 roku kształtują się na poziomie 17% poniżej poziomu z 1990 roku i tym samym zbliżyły się bardzo do wspólnotowego celu w zakresie ograniczenia emisji o 20% do 2020 roku. Jednak nie we wszystkich branżach tendencje są pozytywne. W latach 1990-2008 emisje w UE-27 pochodzące z sektora transportu wzrosły o 24%¹³. Nawet jeśli Europa zrealizuje wszystkie swoje cele w zakresie ograniczenia emisji, a światowi liderzy w toku negocjacji porozumieją się co do śmiałych działań, Europa i tak będzie musiała dostosować się do obecnych i spodziewanych skutków zmian klimatu. Dzięki specjalnemu zarządzaniu kapitałem naturalnym można łatwiej poradzić sobie z takimi wyzwaniem.

Przed UE jest wyznaczony cel – udział „zielonej energii” w całkowitej produkcji energii elektrycznej to 20% w 2020 roku.

¹³ Środowisko – stan i prognozy (SOER 2010), dostęp: www.eea.europa.eu/soer [data wejścia: 3-10-2011].

Rysunek 3
Stosunek produkcji energii odnawialnej do zużycia energii w wybranych krajach w 2008 roku



Źródło: opracowano na podstawie Eurostatu 2011.

W UE zużycie energii elektrycznej wzrastać będzie około 2% rocznie. W dużej części ten wzrost zapotrzebowania pokrywany jest (i będzie) z odnawialnych źródeł energii. Szacuje się, że dla osiągnięcia założonego udziału 20% w 2020 roku niezbędne będzie roczne zwiększanie tempa udziału energii elektrycznej z OZE do ponad 5%. Ten 20% cel dla UE (27) jest zróżnicowany na poziomie poszczególnych państw; według założeń największy ma być w: Szwecji – 49%, Portugalii – 31%, Danii – 30%, a najniższy w Luksemburgu – 11%, Belgii – 13%, Holandii – 14%. Wśród nowych członków Unii ten udział najwyższy ma być w Łotwie – 40% i Słowenii – 25%, a najniższy na Malcie – 10% i Węgrzech – 13%, na Cyprze – 13%, a w Polsce, jak już wspomniano – 15%¹⁴.

Szacuje się, że odnawialne źródła energii dostarczały w 2000 roku 19% światowej produkcji energii, co było konsekwencją spektakularnego wręcz wzrostu wykorzystania tych źródeł w ciągu ostatnich trzydziestu lat. Analiza trendów kosztów produkcji energii elektrycznej z różnych źródeł wskazuje wyraźnie, że w ciągu ostatnich 20 lat nastąpiło znaczne obniżenie kosztów produkcji energii pozyskiwanej w sposób niekonwencjonalny, podczas gdy koszty wytwarzania energii w sposób konwencjonalny pozostały na niezmiennym poziomie. Największy spadek kosztów wytwarzania nastąpił w przypadku energii fotowoltaicznej (z poziomu 55 centów/kilowat na początku lat osiemdziesiątych do poziomu poniżej 20 centów/kilowat obecnie) i energii wiatrowej (odpowiednio ponad 40 centów/kilowat i 12 centów/kilowat). Obserwowane tendencje dowodzą znacznego postępu technicznego, jaki dokonał się w dziedzinie produkcji energii odnawialnej. Świadczy to również o niesłabnącym zainteresowaniu nowatorski-

¹⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i następnie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz.U.WE L. 140/16/2009 z modyfikacjami.

mi rozwiązaniami, co pozwala sądzić, że również w przyszłości handel urządzeniami i technologiami służącymi wytwarzaniu energii w sposób niekonwencjonalny będzie wykazywał tendencje wzrostowe.

Działania podejmowane przez kraje Unii Europejskiej związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii przebiegają wielokierunkowo. Pod uwagę brane są różnorodne źródła tej energii, badane możliwości zwiększenia energetycznej efektywności gospodarek, a także możliwości ograniczenia emisji zanieczyszczeń, których powstawanie towarzyszy elektroenergetyce pracującej w oparciu o tradycyjne źródła. Oprócz spodziewanych efektów środowiskowych oczekuje się także konkretnych korzyści ekonomicznych. Wynikać one mogą zarówno z oszczędności poczynionych w eksploatacji paliw mineralnych, jak i ze zmniejszenia kosztów redukcji zanieczyszczeń. Duże nadzieje związane są również z rozwojem rynku wewnętrznego oraz rynku światowego na technologie związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii i odpowiednie urządzenia i instalacje.

Rozwój energetyki odnawialnej nie tylko zapewnia realizację celów polityki energetycznej i ekologicznej, ale także przyczynia się do realizacji celów wielu innych strategii, a mianowicie:

- polityki społecznej poprzez wspieranie tworzenia nowych miejsc pracy;
- polityki regionalnej przez wspieranie rozwoju terenów, między innymi wiejskich, na których lokalizowane są technologie odnawialnych źródeł energii;
- polityki rolnej dzięki produkcji odnawialnego paliwa energetycznego;
- strategii zalesiania oraz programu gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego dzięki wykorzystaniu powstających odpadów do produkcji energii, prowadzeniu leśnych upraw energetycznych;
- gospodarki komunalnej dzięki lepszemu wykorzystaniu odpadów komunalnych, kompostowaniu odpadów biodegradowalnych, odzyskiwaniu metanu ze składowisk w celu jego energetycznego wykorzystania;
- polityki eksportowej poprzez możliwość sprzedaży krajowych rozwiązań technologicznych i usług konsultingowych w innych państwach¹⁵.

W celu promocji produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych państwa członkowskie UE korzystają z różnych mechanizmów wspierających. Najczęściej przybierają one formę pomocy inwestycyjnej, ulg i zwolnień podatkowych, zwrotu podatków lub dotacji wypłacanych producentom do ceny hurtowej. Stosowane instrumenty są różnorodne, a ich wybór pozostaje w gestii poszczególnych państw.

Wdrażanie odnawialnych źródeł energii może mieć ogromny wpływ na poprawę warunków ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Potencjalnie największym odbiorcą energii ze źródeł odnawialnych może być rolnictwo, a także mieszkalnictwo. Szczególnie dla regionów dotkniętych bezrobociem OZE stwarzają nowe możliwości w zakresie powstawania nowych miejsc pracy. Natomiast tereny rolnicze, które z uwagi na silne zanieczyszczenie gleb nie nadają się

¹⁵ Z.M. Karaczun, A. Kassenberg, *Problem rozwoju odnawialnych źródeł*, Wyd. Biblioteka, Łódź 2001.

do uprawy, mogą być wykorzystywane do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji biopaliw.

Jednym z najnowszych i najważniejszych dokumentów przyjętych przez Komisję Europejską jest „Mapa drogowa dojścia do gospodarki niskoemisyjnej do 2050 roku”. Głównym celem zapisanym w tym dokumencie jest przekształcenie do 2050 roku UE w konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną. W celu utrzymania wzrostu temperatury poniżej 2°C w planie działania zapisano przedsięwzięcia pozwalające na zmniejszenie w porównaniu z rokiem 1990 redukcję gazów cieplarnianych o 80-95%. Przyjęty plan działania wyznacza krajom członkowskim kierunki działań dla polityk sektorowych, krajowych i regionalnych w realizacji strategii niskoemisyjnych oraz inwestycji długoterminowych.¹⁶ W dokumencie tym zwraca się uwagę, że problem zmian klimatycznych można rozwiązać tylko w skali międzynarodowej. Dlatego też w globalizującym się świecie takie kraje, jak Chiny, Brazylia i Korea, przedstawiły konkretne plany działania w celu promowania gospodarki niskoemisyjnej. Budowa gospodarki niskoemisyjnej wymagać będzie 40% i 80% krajowej redukcji emisji gazów cieplarnianych w 2030 roku i 2050 roku w porównaniu z 1990 rokiem.

Strategie rozwoju przedsiębiorstw energetycznych wytwarzających energię elektryczną i ciepło powinny uwzględniać wszelkie obowiązujące oraz planowane dyrektywy UE oraz krajowe rozporządzenia w zakresie wytwarzania energii i ochrony środowiska. Do podstawowych dokumentów należy zaliczyć: Białą Księgę, Protokół z Kioto, Zieloną Księgę, dyrektywę 2009/28/WE oraz akty prawa krajowego promujące rozwój rynku energii odnawialnej. Są to przede wszystkim:

- Prawo energetyczne znowelizowane w 2005 roku;
- „Strategia rozwoju energetyki odnawialnej” – zakładała ona zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym kraju do 7,5% w 2010 roku i do 14% w 2020 roku;
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 grudnia 2000 roku w sprawie obowiązku zakupu energii elektrycznej ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz wytwarzanej w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła; nałożono w nim obowiązek zakupu energii elektrycznej oraz ciepła ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych na przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się obrotem energią elektryczną lub ciepłem; obecnie obowiązuje rozporządzenie MGPIPS z dnia 30 maja 2003 r. w sprawie obowiązku zakupu „zielonej energii”;
- Krajowy Plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (wersja zatwierdzona przez Komitet do spraw Europejskich) Ministerstwo Gospodarki 2010 roku;
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku opublikowana w 2009 roku.

¹⁶ Communication from the Commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A Road map for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Brussels.8.3.2011 European Commission com (2011) 12 final.

Z badań Europejskiego Centrum Energii Odnawialnej wynika, że udział energii odnawialnej w zużyciu energii pierwotnej w Polsce wyniósł 2,5%, z czego podstawowym źródłem (około 98%) była biomasa¹⁷. Z danych przedstawionych na rysunkach 4 i 5 wynika, że dominującym źródłem energii odnawialnej zarówno w krajach UE, jak i w Polsce pozostaje nadal biomasa. W większości krajów europejskich duży udział w produkcji energii odnawialnej ma energia wiatrowa i wodna, w Polsce udziały tej energii są niewielkie.

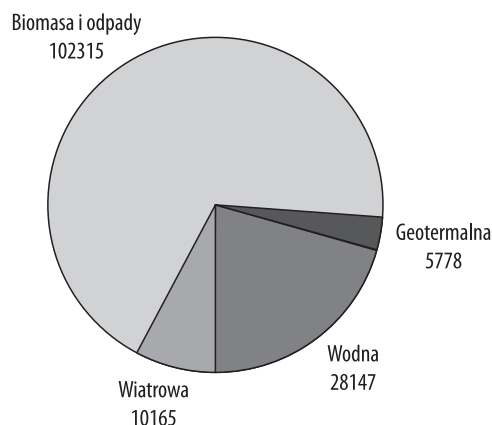
Celem strategicznym rozwoju energii odnawialnej w naszym kraju jest wzrost udziału produkowanej energii ze źródeł odnawialnych do 7,5% w 2010 roku (w 2008 roku udział ten wyniósł 4,3%, w 2009 roku – 5,5% a w 2010 roku – 6%). Udział ten miał zostać praktycznie osiągnięty poprzez wykorzystanie biomasy, w tym biogazu, lub rozwój energetyki wiatrowej i małej energetyki wodnej (MEW). Z dużą energetyką wodną nie wiąże się już raczej dużych nadziei. Wprawdzie rozpatruje się budowę stopnia wodnego na Wiśle w Nieszawie, ale obecnie nie upatruje się większych szans na realizację tego projektu¹⁸.

Z danych tych wynika, że zobowiązania Polski zapisane w traktacie akcesyjnym zwiększenia do 7,5% OZE w krajowym bilansie energii nie zostały dotrzymane.

Do tych założeń należy dołączyć szereg norm ochrony środowiska, z których krajowa energetyka musi się wywiązać, oraz perspektywę zysków z handlu „zielonymi” certyfikatami i emisją. Handel emisjami reguluje Protokół z Kioto oraz dyrektywa 2003/87/WE z 13 października 2003 roku ustanawiająca system handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych na obszarze UE.

Rysunek 4

Produkcja energii odnawialnej UE w 2008 roku [tys. toe]

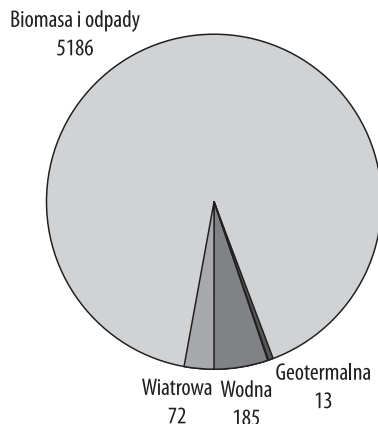


Źródło: opracowano na podstawie danych: *Ochrona środowiska*, GUS, Warszawa 2010.

¹⁷ *Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, Europejskie Centrum Energii Odnawialnej, Warszawa 2000.

¹⁸ Z. Kamieński, *Ile jakiej energii w 7,5-procentowym celu?*, „Czysta Energia” 2004 nr 6.

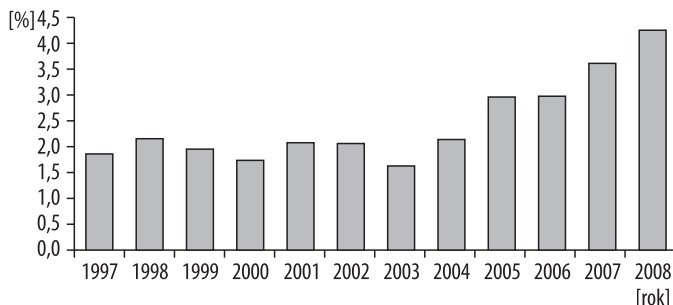
Rysunek 5
Produkcja energii odnawialnej w Polsce w 2008 roku [tys. toe]



Źródło: opracowano na podstawie: ibidem.

Jeśli trend wzrostu udziału OZE będzie rósł rocznie o około 0,5%, to osiągnięcie w 2020 roku krajowego celu w zakresie udziału energii odnawialnej może okazać się niemożliwe (rysunek 6). Zatem bez aktywnego wsparcia rządu rozwój rynku energii odnawialnej zostanie zahamowany. Tak istotne zwiększenie udziału „zielonej energii” wymaga dużego wsparcia ze środków publicznych. Inwestycje w OZE są przede wszystkim finansowane z Programu operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, na którego realizację przewidziano kwotę 37,6 mld EUR – około 42% całości środków polityki spójności w Polsce. Na działania związane bezpośrednio z OZE przeznaczono 880 mln EUR. Inwestycje z zakresu odnawialnych źródeł energii mogą być finansowane również z Regionalnych Programów Operacyjnych (RPO) oraz z Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013.

Rysunek 6
Stosunek produkcji energii odnawialnej do zużycia energii w Polsce



Źródło: opracowano na podstawie Eurostatu 2011.

W założeniach Polityki energetycznej Polski do 2030 roku przyjęto jako priorytet poprawę efektywności energetycznej. Działania w tym zakresie mają się koncentrować w następujących obszarach: zmniejszeniu zużycia energii, podwyższeniu sprawności jej wytwarzania oraz ograniczeniu strat w przesyłce i dystrybucji. Polityka energetyczna będzie spójna z polityką Unii Europejskiej, której głównymi celami są: bezpieczeństwo energetyczne, konkurencyjność gospodarki oraz ochrona środowiska. Szczególnie trudnym zadaniem dla polskiej energetyki będzie obniżenie emisji CO₂ o 20% do 2020 roku. Restrykcyjność tych przepisów może być nieco złagodzona poprzez odłożenie w czasie systemu aukcyjnego na zakup przez sektor energetyczny wszystkich pozwoleń na emisję dwutlenku węgla. W zakresie większego wykorzystania OZE, wynoszącego dla Polski 15%, w 2020 roku postuluje się większe wykorzystanie przez producentów odnawialnych źródeł energii, wysokosprawną kogenerację oraz promowanie technologii ograniczającej emisję zanieczyszczeń.

Z badań przeprowadzonych przez Związek Pracodawców Prywatnych Energetyki wynika, że najistotniejszymi barierami uniemożliwiającymi polskimi pracodawcom szybki rozwój rynku energetyki odnawialnej są:

- brak transparentności procesu legislacyjnego;
- brak analiz i ocen skutków zmian regulacyjnych i znaczące opóźnienia we wprowadzaniu efektywnych regulacji, dotyczących przed wszystkim pakietu klimatyczno-energetycznego;
- opóźnienia w zakresie wprowadzania w Polsce dyrektywy 2009/28/WE w sprawie promowania użytkowania energii ze źródeł odnawialnych.

Pracodawcy stwierdzają, że konkurencja na rynkach energetycznych z energią konwencjonalną odbywa się w warunkach niepełnego obciążenia energii z paliw kopalnych kosztami zewnętrznymi. W dalszej kolejności wymieniony jest system wsparcia OZE – niekorzystny dla niezależnych producentów energii ze źródeł odnawialnych, co dotyczy zwłaszcza małych technologii (małe elektrownie wodne, mała energetyka wiatrowa, fotowoltaika, mikrobiogazownie), oraz producentów energii elektrycznej na własne potrzeby. I tutaj przedsiębiorcy jako wiodące wymieniają następujące wady systemu: niestabilność prawa, brak pewności co do możliwości zbytu świadectw pochodzenia w okresie amortyzacji elektrowni, preferowanie niektórych technologii OZE niewymagających ani inwestycji w nowe moce, ani wsparcia (duża energetyka wodna, współspalanie), brak publicznie dostępnych długoterminowych informacji o trendach cen energii oraz brak prostych rozwiązań wspierających małych i indywidualnych producentów energii (na przykład rozliczenia netto).¹⁹

¹⁹ *Lista barier w sektorze energetycznym*. Związek Pracodawców Prywatnych Energetyki „Forum Energetyki Odnawialnej”, dostęp: www.bariery-rozwoju-oze-raport2011 [data wejścia: 5-10-2011].

Podsumowanie

Wpływ zakładanych planów znaczącej redukcji CO₂ na gospodarkę europejską może skutkować powstawaniem krajów europejskich o różnej prędkości rozwoju. Głównym czynnikiem różnicującym tempo rozwoju gospodarczego mogą być radykalnie podwyższone wymagania unijnej polityki ochrony klimatu. Negatywne konsekwencje ograniczenia emisji, takie jak wyhamowanie rozwoju gospodarczego, bezrobocie, mogą dotknąć zwłaszcza nowe kraje UE, w tym Polskę. Nie będą one miały wpływu na takie kraje, jak Wielka Brytania, Francja czy Szwecja. Polityka energetyczna UE może oznaczać rozwój gospodarki i powstawanie nowych, „zielonych” miejsc pracy, zwłaszcza w obszarach gospodarki postindustrialnej, a jednocześnie w naszym i innych krajach wzrośnie bezrobocie w tradycyjnych sektorach. Zmiany w polityce ekologicznej i energetycznej UE oraz przyjęty pakiet klimatyczno-energetyczny wyznaczają inne perspektywy rozwoju energetyki w poszczególnych krajach członkowskich. W kreowaniu narodowych polityk energetycznych powinno się w większym stopniu brać pod uwagę efekty uboczne, zwłaszcza w krajach biedniejszych, takie jak między innymi *carbon leakage*, upadki przedsiębiorstw oraz szybki wzrost cen dolara. Przed gospodarką Polski stoją duże wyzwania związane z wdrażaniem pakietu klimatyczno-energetycznego UE i realizacją europejskiej i międzynarodowej polityki klimatycznej i energetycznej.

Polska zobowiązała się osiągnąć do roku 2010 udział 7,5% OZE w produkcji energii elektrycznej ogółem. Jednak jak wynika z danych GUS-u, w 2009 roku udział ten wynosił tylko 5,5%, zatem do osiągnięcia zamierzonego celu jeszcze daleko. Brak jest zdecydowanej polityki państwa w zakresie rozwoju OZE, mimo tego, że resort środowiska przygotował i doprowadził do przyjęcia przez Rząd i Parlament Strategii rozwoju odnawialnych źródeł energii. Zgodnie z przyjętą w 2001 roku krajową strategią rozwoju energetyki odnawialnej oczekuje się jego dalszego wzrostu do 20% w 2020 roku. Brak jest jednak integracji energetyki ze zrównoważonym rozwojem terenów wiejskich, gdzie wytwarzanie energii z biomasy mogłoby przyczynić się do rozwiązania wielu problemów społecznych. Strategia jest dopiero początkiem drogi, która umożliwi właściwy rozwój tego sektora energetyki. Przygotowanie oraz wdrożenie rozwiązań wspierających energetykę odnawialną wymaga szerokiej współpracy między administracją publiczną a ekspertami w dziedzinie OZE. Pierwsze kroki zostały w tym celu poczynione, potrzebna jest ich kontynuacja, zwłaszcza w zakresie wprowadzenia do gospodarki naszego kraju ekonomicznych mechanizmów, które uregulują sytuację przedsięwzięć w dziedzinie OZE. Polska posiada jedno z najlepszych w Europie Prawo energetyczne, któremu, niestety, nie dorównują akty niższej rangi. W naszym kraju jest wiele barier wprowadzenia konkurencyjnego rynku energii. Najogólniej można je podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne, które skutecznie utrudniają opracowanie długofalowej strategii działalności, szczególnie przedsiębiorstwom obrotu energią. Do zewnętrznych barier należy zaliczyć między innymi brak funkcjonowania zasad konkurencji na rynku paliw, które stano-

wią znaczący składnik kosztów wytwarzania energii elektrycznej. Przewyciężenie barier wewnętrznych i uczynienie rynku energii elektrycznej konkurencyjnym polegać powinno na pozwoleniu na swobodny handel nią pomiędzy elektrowniami, przedsiębiorstwami obrotu i odbiorcami końcowymi. Aktualnie w ten sposób jest zakontraktowanych i nie trafia na rynek około 60% energii. Energia jako towar tym różni się od innych produktów, że nie można jej magazynować – ilość wyprodukowana musi zostać odebrana, czyli kupiona. Z tego powodu system musi być stabilny. Występujący konflikt pojawiający się między wytwórcami energii odnawialnej a zakładami energetycznymi zobowiązanymi do zakupu ich produkcji wynika z faktu, że produkcja energii odnawialnej jest dwa i pół razy droższa niż ze źródeł konwencjonalnych. Przedsiębiorcy sektora OZE za podstawowe bariery w rozwoju tego rynku uważają przede wszystkim brak jasnych uregulowań prawnych, bardzo duże opóźnienia we wprowadzaniu efektywnych regulacji dotyczących przed wszystkim pakietu klimatyczno-energetycznego i dyrektywy w sprawie promowania użytkowania energii ze źródeł odnawialnych. Według zaleceń OECD, należy w szerszym zakresie uwzględnić problemy ekologiczne w polityce energetycznej, między innymi poprzez promowanie efektywności energetycznej, stopniową rezygnację ze szkodliwych dla środowiska subsydiów oraz wzmocnienie bodźców zachęcających do wprowadzania czystszej produkcji. Dlatego w procesie realizacji polityki ekologicznej państwa przewiduje się opracowanie strategii osiągnięcia określonych celów, na przykład ograniczania emisji gazów cieplarnianych i zwiększenia efektywności energetycznej. Z perspektywy doświadczeń państw UE w zakresie rozwoju produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych należy stwierdzić, że istniejące w naszym kraju rozwiązania są niewystarczające dla szybkiego rozwoju tego rodzaju energii. Doświadczenia te wyraźnie wskazują, że sektor energetyki odnawialnej bez parasola ochronnego ze strony państwa nie ma szans na szybki rozwój. Rachunek ekonomiczny uzasadniający stosowanie mechanizmów wspierających powinien uwzględnić korzyści ekonomiczne, społeczne i ekologiczne, a także korzyści związane z ochroną klimatu, zdrowia i ekosystemów. Utrzymanie stabilnego wzrostu energetyki odnawialnej wymagać będzie systemowego wsparcia sektora i optymalizacji wykorzystania tkwiących rezerw i możliwości poprzez usuwanie barier administracyjnych, finansowych, prawnych i informacyjnych. Zrównoważony rozwój Polski powinien zmierzać w kierunku wykorzystania odnawialnych źródeł energii ze względu na niepodważalne korzyści ekonomiczne, społeczne i ekologiczne. Należy jeszcze dodać, że im szybciej Polska zaangażuje się w rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, tym szybciej krajowy przemysł energetyki odnawialnej, a w szczególności małe i średnie przedsiębiorstwa, staną się równorzędnym uczestnikiem światowego rynku technologii odnawialnych źródeł energii.

Stanisław Gad • Agnieszka Pawlak • Paweł Stawczyk

MODEL SYMULACYJNY WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W PROCESIE WSPÓŁSPALANIA – UJĘCIE EKONOMICZNE I ENERGETYCZNE

Stanisław Gad, dr hab. inż. prof. PŚk – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

Agnieszka Pawlak, mgr inż. – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

Paweł Stawczyk, mgr inż. – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

adres korespondencyjny:

Wydział Elektrotechniki Automatyki i Informatyki

25-314 Kielce, Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7

e-mail: sgad@tu.kielce.pl; a.pawlak85@gmail.com; pawle83@o2.pl

THE SIMULATION MODEL OF ELECTRICAL ENERGY GENERATION IN THE PROCESS OF CO-FIRING – THE INCLUSION OF ECONOMIC AND ENERGETIC VIEW

SUMMARY: The simulation of cases is proposed for different calorific values of input fuels taken on the basis of experience of co-firing in the power industry (for Electrabel Połaniec). The model includes the economic aspects of co-burning biomass with hard coal and allows us to specify the amount of energy produced from renewable energy sources.

KEY WORDS: computational model, pure energy, biomass, accounting for renewable energy

Wstęp

Protokół z Kioto, wprowadzony w życie w lutym 2005 roku, zainicjował rozwój produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Realizując wymagania prawne określające między innymi oddziaływanie energetyki na środowisko, Parlament Europejski przyjął Dyrektywę 2009/28/WE wspierającą wykorzystanie źródeł odnawialnych¹. Pojawiła się potrzeba zwiększenia udziału produkcji energii odnawialnej.

Na 2020 rok Unia Europejska określiła cele ilościowe, zwane 3x20, a mianowicie zmniejszenie zużycia energii o 20% w porównaniu z prognozami przewidzianymi na 2020 rok dla Unii Europejskiej, zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych do 20% (polski rząd zaakceptował 15%) w całkowitym zużyciu energii oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w odniesieniu do 1990 roku. W ramach realizacji celów polityki energetycznej w listopadzie 2009 przyjęto zapis celów dla polskiej energetyki Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Ponadto opracowano krajowy plan działania w sprawie energii ze źródeł odnawialnych pod nazwą Plan wykonawczy ścieżki rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii do 2020 roku (*Action Plan*), będący wypełnieniem zobowiązań zawartych w dyrektywie 2009/30/WE². Następstwem dostosowywania przepisów krajowych stały się odpowiednie zapisy w dokumentach odnoszących się do rozwoju produkcji energii ze źródeł odnawialnych (na przykład świadectwa pochodzenia energii).

Biomasa stała się paliwem pozyskiwanym na cele energetyczne, ponieważ nie wymagała dużych nakładów inwestycyjnych na budowę układów technologicznych, będąc jednocześnie alternatywą dla paliw konwencjonalnych. Różnorodne formy spalane ekologicznego surowca (pierwotne i przetworzone) także przyczyniły się do wdrażania układów współspalania. Przeszkodą przestały być problemy zaopatrzenia i dostaw odnawialnego paliwa do dużych producentów energii.

Okolo 50% energii odnawialnej produkowanej w Polsce pochodzi z biomasy. Kluczową rolę odgrywa biomasa leśna i rolnicza. Uprawy energetyczne mają, jak na razie, niewielkie znaczenie w sektorze pozyskiwania biomasy. Istnieje konieczność wprowadzenia odpowiednich mechanizmów wsparcia, odnoszących się nie tylko do samej produkcji, ale i rynków zbytu uprawianych surowców. Uzasadnieniem rozwoju wykorzystania paliw biomasowych są realne szanse podjęcia współpracy producent – dostawca. W Polsce powierzchnia realna pod plantacje energetyczne to od 1 mln do 1,5 mln ha, która umożliwia produkcję biomasy rolnej w skali roku w zakresie od 20 mln do 30 mln ton³. Gospodarka leśna wymaga ograniczenia nadmiernego eksportu biomasy drzewnej, ponieważ następuje zakłócenie stabilności wzrostu tego surowca oraz ograniczenie dostaw do innych gałęzi przemysłu wykorzystujących drewno w swoich sektorach.

¹ A. Jakubiak, M. Rutkowska-Filipczak, *Biomasa – Surowiec energetyczny, instrumenty wsparcia, uwarunkowania prawne*, „Chemik, Nauka, Technika, Rynek” 2010 nr 5(64), s. 337-339.

² Ibidem, s. 338.

³ W. Mazurkiewicz, *Biomasa w kontraktach terminowych. Nowy Dynamiczny Gracz na TGE*, dostęp: www.tge.pl [data wejścia: 21-09-2011].

1. Założenia modelowe

1.1. Wskaźnik jednostkowego zużycia energii

Zbudowany model symulacyjny wytwarzania energii elektrycznej pozwala obserwować zmiany z zakresu od 0 do 100% udziału masowego biomasy w spalanej mieszance. Na potrzeby modelu i dostępnych parametrów doświadczeń współspalania zamiast sprawności energetycznej użyto wielkości zwanej jednostkowym zużyciem energii (wielkość odwrotna do sprawności energetycznej). W elektrowni ciepłej często stosuje się pojęcie jednostkowego zużycia energii przez całą elektrownię⁴. Termin ten oznacza stosunek energii chemicznej doprowadzonej w paliwie do kotła do energii elektrycznej oddawanej przez prądnice i wyrażany jest w GJ/MWh. Jak przedstawiono w tabeli 1, im niższy jest wskaźnik jednostkowego zużycia energii chemicznej paliwa, tym wyższa sprawność. W praktyce oznacza to możliwość wyprodukowania 1 MWh z niższej energii chemicznej paliwa.

Tabela 1
Zależność sprawności od wskaźnika wytwarzania energii

Wskaźnik jednostkowego zużycia energii [GJ/MWh]	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	9,1
Sprawność wytwarzania energii elektrycznej brutto	0,375	0,379	0,383	0,387	0,391	0,395

Źródło: opracowanie własne.

1.2. Wybór szczególnego punktu udziału masowego biomasy

Paliwa biomasowe pochodzenia roślinnego stwarzają problem obniżenia sprawności urządzeń rozdrabniających. Jest to związane z dużą zawartością wody w surowcu. Wilgoć jest przenoszona w mieszaninie pyłowo-powietrznej, powoduje obniżenie temperatury w młynie i jednocześnie ma wpływ na proces spalania. Biomasa o niskiej wilgotności przyspiesza i stabilizuje zapłon, a ta z dużą zawartością wilgoci przyczynia się do przesunięcia jądra płomienia do górnej części komory paleniskowej⁵. Na stabilność procesu spalania ma także wpływ zawartość części lotnych w ekologicznym paliwie. Części lotne określają przebieg początkowej fazy spalania. Proces ten jest stabilny przy wysokiej zawartości części lotnych, gwarantując łatwy zapłon i szybkie spalanie.

Niestety, wyniki analiz chemicznych pokazują, że odnawialne surowce energetyczne zawierają szkodliwe pierwiastki, takie jak chlor, fluor czy siarka, które przyczyniają się do tworzenia korodujących osadów na przegrzewaczach pary i innych elementach ogrzewanych. Zmniejsza się przez to zatem skuteczność

⁴ J. Marecki, *Podstawy przemian energetycznych*, WNT, Warszawa 1995, s. 22-23.

⁵ M. Ściążko, J. Zuwała, A. Sobolewski, *Przewodnik metodyczny procedury bilansowania i rozliczania energii wytwarzanej w procesach współspalania*, Wyd. Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla i Towarzystwa Gospodarczego Polskie Elektrownie, Warszawa – Zabrze 2007, s. 36-37.

wymiany ciepła. Skład chemiczny paliw biomasowych wiąże się z niższymi temperaturami topienia popiołu z biomasy niż popiołu z węgla (już przy 800°C).

Praktyki pokazują, że koniecznym posunięciem stał się dobór optymalnej pracy i warunków eksploatacyjnych dla istniejących instalacji elektrowni, a więc odpowiedniego udziału biomasy w całkowitej mieszance. Ilość zielonego paliwa podawanego do kotła ingeruje w pracę zespołu młynowego, pracę kotła⁶, modyfikuje konwersję energii chemicznej, a związki chloru i siarki przyspieszają korozję wysokotemperaturową. Wielkość udziału różnych rodzajów biomasy w mieszance paliwowej przyczynia się także do zmian właściwości ubocznych produktów współspalania węgla z biopaliwami (między innymi popiołu lotnego). Aby uzyskać popiół lotny o jakości zgodnej z wymaganiami normy PN-EN 450-1, określającej wymagania jakościowe popiołu lotnego wykorzystywanego do produkcji betonu, maksymalny udział materiałów roślinnych, jak wióry drzewne, słoma, łupiny i inne włókna roślinne w mieszance z węglem, nie powinien przekraczać 20%⁷. Informacje na temat maksymalnego udziału innych rodzajów biomasy i odpadów biodegradowalnych w mieszankach z węglem kamiennym, który umożliwi uzyskanie popiołu odpowiedniej jakości, można znaleźć w artykule S. Stelmacha i R. Wasilewskiego.

Bazując na dostępnej literaturze, badaniach własnych, doświadczeniach i testach elektrowni stosujących współspalanie, szczególną uwagę poświęcono analizie 20% udziału masowego biomasy. W przypadku kotłów zaprojektowanych do spalania węgla udział „zielonego” paliwa może osiągnąć poziom 20% pod względem energetycznym⁸. Ponadto, biorąc pod uwagę opłaty za wprowadzenie szkodliwych substancji do środowiska (tlenki azotu, tlenki węgla, dwutlenki siarki), najniższe kwoty uzyskano dla mieszanki z 20% udziałem masowym biopaliwa⁹.

1.3. Zakres zmienności wartości kalorycznych i cen paliw wsadowych

W opracowanym modelu obliczeniowym przyjęto zmienną wartość opałową biomasy i węgla kamiennego. Zgodnie z analizami Zakładów Pomiarowo-Badawczych Energetyki „ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o. oraz szerokiego przeglądu danych literaturowych wartość kaloryczną biomasy określono w przedziale od 6 do 20 GJ/Mg, węgla natomiast od 18 do 29 GJ/Mg. Ceny paliw również zdefiniowano jako wielkości modulowane, zależne od dostawcy, w przypadku węgla równe od 12 do 15 PLN/GJ, biomasy 20-32 PLN/GJ, mazutu 30-38 PLN/GJ.

⁶ M. Lamch, *O czym pamiętać, mieszając węgiel z biomasą*, „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 2009 nr 7,8, s. 93.

⁷ S. Stelmach, R. Wasilewski, *Uboczne produkty współspalania biomasy z węglem w świetle wymagań normy PN-EN 450-1*, „Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów” 2008 nr 2(42), s. 54-63.

⁸ P. Wójcik, *W Kozienicach palą biomasą*, „Środowisko” 2007 nr 18(354), s. 26.

⁹ S. Gad, A. Pawlak, *Ekonomiczne efekty stosowania współspalania biomasy z węglem kamiennym*, „Przegląd Elektrotechniczny” 2011 nr 2(87), s. 259.

2. Wpływ regulacji wartości opałowej na koszt mieszanki

Model procesu wytwarzania energii elektrycznej umożliwia regulację wartości opałowej paliw wsadowych. Na pokrycie zadanego zapotrzebowania na energię elektryczną wymagana jest odpowiednia energia chemiczna paliwa. Wyższa wartość kaloryczna oznacza zmniejszenie ilości spalane go węgla, jak i biomasy. Biorąc pod uwagę fakt, że wartość energetyczna ściśle związana jest z wilgotnością¹⁰, a więc i masą paliwa, a z punktu widzenia transportu i magazynowania zmienna pozostaje objętość biomasy, jak i koncentracja energii w surowcu, ceny podawane przez kontrahentów współpracujących z producentami energii wyrażane są w PLN/GJ. Na potrzeby modelu ceny biopaliwa, węgla, jak i mazutu zostały przeliczone na PLN/Mg.

Logiczne wydaje się stwierdzenie, że im wyższa wartość opałowa paliwa, przy zachowanej stałej cenie za GJ, tym niższy jest koszt mieszanki za wytworzenie 1MWh. Istotne pozostaje pytanie, czy wzrost wartości energetycznej ekologicznych nośników energii spowoduje spadek kosztu mieszanki (PLN/MWh). Rysunek 1 przedstawia zmiany kosztu całkowitego paliwa w PLN/MWh dla różnych wartości opałowych węgla i biomasy.

2.1. Studium przypadku

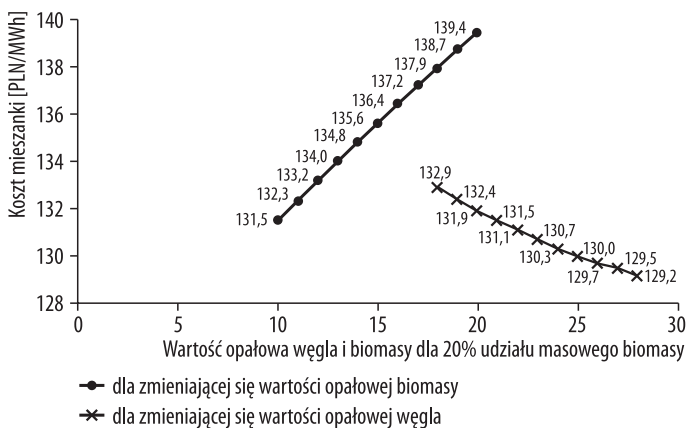
Rozpatrując przykład 20% masowego udziału biomasy i kaloryczności „zielonego” paliwa na poziomie 10 GJ/Mg, masa węgla potrzebna na pokrycie ustalonego zapotrzebowania wynosi 90,62 Mg, a biomasy 22,65 Mg. W przypadku wzrostu wartości opałowej biopaliwa do 11GJ/Mg masa węgla zmniejszyła się do 89,66 Mg, a biomasy do 22,42 Mg. Zatem masa węgla spadła o 0,96 Mg, biomasy o 0,23 Mg. Uwzględniając, że cena węgla pozostaje stała w obydwóch sytuacjach i wynosi 273 PLN/ Mg, uzyskuje się zmniejszenie opłaty za węgiel o 262,08 PLN. Wyższa kaloryczność biomasy pozwala oszczędzić na ilości biopaliwa 0,23 Mg, czyli $0,23 \cdot 253$ (cena biomasy w PLN/Mg), a więc 58,19 PLN. Ponieważ ze wzrostem równoważnika energetycznego czystego paliwa rośnie cena za Mg, z 230 PLN/Mg na 253 PLN/Mg, koszt biomasy wzrasta do poziomu 515,66 PLN ($22,42 \text{ Mg} \cdot 23 \text{ PLN/Mg}$). Wobec tego bilans kosztów przedstawia się jako $515,66 \text{ PLN} - 262,08 \text{ PLN} - 58,19 \text{ PLN} = 195,39 \text{ PLN}$. Wzrost wartości opałowej czystego paliwa o zaledwie 1 GJ/Mg oznacza co prawda większą zawartość energii w surowcu, jednakże jednocześnie nieporównywalnie szybszy wzrost ceny biomasy za Mg.

Przeprowadzona symulacja pozwala odpowiedzieć na postawione wyżej pytanie oraz dowodzi, że pomimo wzrostu wartości kalorycznej biomasy rośnie koszt mieszanki w PLN za wyprodukowanie MWh. Jeśli chodzi o wzrost wartości energetycznej konwencjonalnego źródła energii, można zaobserwować, że jest on równoznaczny ze spadkiem kosztu mieszanki paliwowej za MWh.

¹⁰ E. Bulewicz, W. Kordylewski, S. Słupek, R. Miller, A. Wanik, w: *Spalanie i Paliwa*, red. W. Kordylewski, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001, s. 396-397.

Rysunek 1

Koszt mieszanki dla różnych wartości opałów węgl i biomasy [PLN/MWh]



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Wpływ cen paliw na koszt mieszanki paliwowej

Cena węgla [PLN/GJ]	Cena biomasy [PLN/GJ]	Koszt mieszanki dla 20% udziału biomasy [PLN/MWh]
dla regulowanych cen węgla		
13	23	131,5
14		139,7
15		148
16		156,3
17		164,5
18		172,8
19		181,1
20		189,4
dla regulowanych cen biomasy		
13	23	131,5
	24	132,4
	25	133,4
	26	134,4
	27	135,4
	28	136,4
	29	137,4
	30	138,3

Źródło: opracowanie własne.

Dla 20% udziału biomasy w paliwie dokonano również obserwacji wpływu zmian cen węgla i cen biomasy na koszt wyprodukowania MWh. Wybrane wyniki analizy zaprezentowano w tabeli 2. Porównując obydwie sytuacje, należy stwierdzić, że szybkość narastania kosztu mieszanki jest większa dla wzrastającej ceny węgla niż dla zwiększającej się ceny czystego nośnika energii. Taki wniosek pozwala określić producentowi energii wpływ czynnika wsadu paliwowego na ekonomię stosowania danego paliwa. Może pomóc w podjęciu decyzji dotyczącej zakupu biomasy o wyższej cenie za GJ.

3. Rozliczanie energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnego źródła energii

W celu określenia ilości energii elektrycznej wytworzonej w procesie współspalania stosuje się rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 roku¹¹ oraz rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 roku¹². Zgodnie z nim jednostce wytwórczej, w której są spalane biomasa lub biogaz wspólnie z innymi paliwami, do energii wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii zalicza się część energii elektrycznej lub ciepła odpowiadającą udziałowi energii chemicznej paliwa zużywanego do wytwarzania energii, obliczaną na podstawie rzeczywistych wartości opałowych tych paliw. Energię elektryczną kwalifikuje się do energii wytworzonej z odnawialnych źródeł energii według formuły:

$$E_{OZE} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{Bi} \cdot W_{Bi}}{\sum_{i=1}^n M_{Bi} \cdot W_{Bi} + \sum_{j=1}^m M_{Kj} \cdot W_{Kj}} \cdot E, \quad (1)$$

gdzie:

- E_{OZE} – ilość energii elektrycznej lub ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii [MWh lub GJ],
- E – ilość energii elektrycznej lub ciepła wytworzonych w jednostce wytwórczej, w której jest spalana biomasa lub biogaz wspólnie z innymi paliwami [MWh lub GJ],
- M_{Bi} – masa biomasy lub biogazu spalane w jednostce wytwórczej [Mg],

¹¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, Dz. U. nr 156, poz. 969.

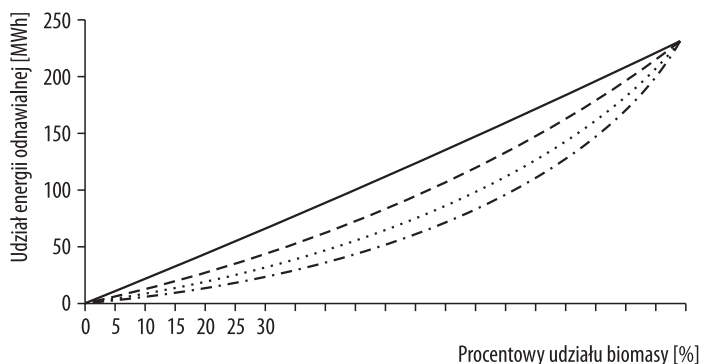
¹² Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, Dz. U. nr 34, poz. 182.

- M_{Kj} – masa paliwa innego niż biomasa lub biogaz spalone w jednostce wytwórczej [Mg],
 W_{Bi} – wartość opałowa biomasy lub biogazu spalonego w jednostce wytwórczej [MJ/Mg],
 W_{Kj} – wartość opałowa paliwa innego niż biomasa lub biogaz spalonego w jednostce wytwórczej [MJ/Mg],
 n – liczba rodzajów biomasy lub biogazu spalonych w jednostce wytwórczej,
 m – liczba rodzajów paliw innych niż biomasa lub biogaz spalonych w jednostce wytwórczej.

Udział energii odnawialnej w produkcji brutto według opisanej procedury bilansowania zobrazowano na rysunku 2. Im niższa jest wartość opałowa biomasy, tym mniejszy udział energii odnawialnej w produkcji brutto, przy zachowanym stałym udziale procentowym biomasy. W zakresie od około 65% masowego udziału biomasy stromość narastania udziału niekonwencjonalnej energii w produkcji brutto jest większa dla mniejszej wartości kalorycznej ekologicznego paliwa. Wraz ze wzrostem wartości energetycznej biomasy charakterystyki udziału energii odnawialnej w całkowitej produkcji zbliżają się do przebiegu liniowego, co oznacza, że w nadmienionym zakresie udziału masowego biopaliwa w mieszance następuje szybszy wzrost produkcji „zielonej” energii dla niższych równoważników energetycznych ekologicznych surowców. Niestety, rozpatrywany zakres udziału biomasy nie jest stosowany w procesach współspalania ze względu na niekorzystne właściwości fizykochemiczne odnawialnego nośnika energii. Ponadto, pomimo znaczącej stromości narastania udziału czystej energii w produkcji, niezmienna pozostaje wyższa produkcja MWh dla większej wartości opałowej biomasy.

Rysunek 2

Udział energii odnawialnej w produkcji brutto dla różnych wartości kalorycznych biomasy



Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Zamodelowany proces produkcji energii elektrycznej z użyciem odnawialnego źródła energii, jakim jest biomasa, pozwala na obserwację zmian kosztów mieszanki za Mg i MWh, koniecznej na pokrycie ustalonych potrzeb produkcji. Stwarza możliwość posługiwania się zmiennymi cenami paliw, wartościami opałowymi nośników energii, zapotrzebowaniem na produkcję, wskaźnikiem jednostkowego zużycia energii chemicznej paliwa oraz procentowym udziałem biomasy. Ilość ciepła wydzielona przy spaleniu jednostki masy surowca zależy od rodzaju substancji energetycznej i jest większa dla drewna liściastego niż iglastego¹³. Dlatego też tak ważnym czynnikiem w modelu pozostaje regulacja wartości opałowej spalanego materiału. Koszt wytworzenia ciepła także zależy od typu stosowanego paliwa; dla drewna opałowego wynosi około 0,10 PLN/kWh, dla gazu ziemnego 0,21 PLN/kWh, oleju opałowego 0,37 PLN/kWh, pelet 0,21 PLN/kWh, a węgla kamiennego 0,08 PLN/kWh, co pokazuje, że spalanie drewna jest jednym z najtańszych sposobów uzyskania energii cieplnej¹⁴. Jednakże w celu zachowania zrównoważonej gospodarki użytkowania biomasy pochodzenia leśnego regulacje prawne wprowadzają obligatoryjne udziały wagowe agrobiomasy w całej ilości biomasy.

Słabe i mocne strony współspalania biomasy na skalę przemysłową powodują, że ten sposób wykorzystania źródeł odnawialnych ma zwolenników, jak i przeciwników. Wprowadzenie produkcji energii elektrycznej z biomasy w szeregi energetyki zawodowej wymaga poznania warunków pracy danej instalacji. Problematyczna pozostaje kwestia zagrożeń wynikających ze stosowania współspalania węgla kamiennego z niekonwencjonalnymi paliwami. Poddawanie obróbce, magazynowanie i transport materiałów palnych stwarza ryzyko występowania zagrożenia wybuchowego.

Według ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, art. 9a, określającej system wsparcia w postaci zielonych certyfikatów, przedsiębiorstwo energetyczne wytwarzające i sprzedające energię elektryczną jest zobowiązane do uzyskania i przedstawienia do umorzenia prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki świadectwa pochodzenia lub do uiszczenia opłaty zastępczej, obliczonej na podstawie jednostkowej opłaty zastępczej (aktualizowanej corocznie) oraz różnicy pomiędzy ilością energii elektrycznej wynikającej z obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia w danym roku a ilością energii wynikającej ze świadectw pochodzenia, które przedsiębiorstwo przedstawiło do umorzenia w danym roku¹⁵. Tym samym przedsiębiorstwo energetyczne jest zobligowane do wykonania opłaty zastępczej, jeżeli nie wyprodukuje odpowiedniej ilości energii elektrycznej w odnawialnym źródle energii ze świadectwem pochodzenia. Aby zasygnalizować rząd wielkości, w 2009 roku jednostko-

¹³ J. Stacharska-Targosz, *Rynek energii*, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010, s. 89.

¹⁴ Ibidem, s. 92.

¹⁵ R. Błażejewska, *Współspalanie biomasy z węglem kamiennym w Elektrowni Połaniec S.A. – Grupa GDF SUEZ Energia Polska*, Akademia Górniczo Hutnicza, Kraków 2008/2009, s. 18-19.

wa opłata zastępcza wynosiła 258,89 PLN/MWh¹⁶. W związku z powyższym procedura bilansowania w modelu pozwala określić ilość energii wytworzonej podczas współspalania, która może być zakwalifikowana do energii pochodzącej z odnawialnego źródła energii.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Politechnika
Świętokrzyska

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
Projekt pt. „Program Rozwojowy Potencjału Dydaktycznego
Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach: kształcenie na miarę sukcesu”
Program Operacyjny Kapitał Ludzki Priorytet IV Działanie 4.1 Poddziałanie 4.1.1
Umowa UDA-POKL.04.01.01-00-175/08-02
Politechnika Świętokrzyska 25-314 Kielce, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7

¹⁶ Ibidem, s. 19.

POLITYKA EKOLOGICZNA I ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKIEM

ECOLOGICAL POLICY
AND ENVIRONMENTAL
MANAGEMENT



Joanna Godlewska

UWARUNKOWANIA WYKORZYSTANIA BIOMASY NA POZIOMIE LOKALNYM

Joanna Godlewska, dr – Politechnika Białostocka

adres korespondencyjny:

Wydział Zarządzania

16-001 Kleosin, ul. Ojca Tarasiuka 2

e-mail: j.godlewska@pb.edu.pl

CONDITIONING OF BIOMASS UTILITY AT THE LOCAL LEVEL

SUMMARY: The purpose of the Article is the analysis of conditions for utilization of biomass for energetic purposes at the local community level. Has paid special attention to the legal basis for the use of biomass and the role played by local administration in creating the energetic policy for the community. Other important aspects of using the biomass concerns the level of society environmental and energetic awareness as well as funding opportunities for the public actions aimed at the growth of utilization of biomass for energetic purposes.

KEY WORDS: local energy Policy, biomass, renewable energy sources

Wstęp

Racjonalne gospodarowanie energią i przeciwdziałanie zmianom klimatu jest obecnie jednym z najistotniejszych obszarów polityki zrównoważonego rozwoju na poziomie globalnym, krajowym i lokalnym. Priorytetowymi kierunkami działań Odnowionej strategii UE dotyczącej zrównoważonego rozwoju są między innymi poprawa racjonalności wykorzystania energii oraz wzrost wykorzystania źródeł odnawialnych, w tym w szczególności biomasy. Cele te odnoszą się przede wszystkim do działań na szczeblu lokalnym. W Polsce wykorzystywana jest biomasa odpadowa, czyli drewno kawałkowe, odpady drewniane z leśnictwa, przemysłu drzewnego i papierniczego, nadwyżki słomy zbożowej i słoma rzepakowa, biogaz ze składowisk odpadów i oczyszczalni ścieków. Może też pochodzić ona z upraw roślin energetycznych.

Celem artykułu jest analiza uwarunkowań wykorzystania biomasy na cele energetyczne na szczeblu lokalnym. Zwrócono przede wszystkim uwagę na prawne podstawy wykorzystania biomasy i rolę władz lokalnych w kreowaniu polityki energetycznej gminy. Inne ważne aspekty wykorzystania biomasy dotyczą poziomu świadomości ekologiczno-energetycznej społeczeństwa oraz możliwości finansowania działań zmierzających do wzrostu wykorzystania biomasy na cele energetyczne.

1. Prawne uwarunkowania wykorzystania biomasy w kontekście lokalnej polityki energetycznej

W polskim prawie funkcjonuje definicja biomasy, która określa ją jako stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej i przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniających wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym – określonych w załączniku nr 1 do rozporządzenia Komisji (WE) nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008 r., ustanawiającego procedury przejęcia zbóż przez agencje płatnicze lub agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż i ziarna zbóż nie objętych zakupem interwencyjnym¹.

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, Dz. U. nr 34, poz. 182.

Jedną z klasyfikacji biomasy, biorąc pod uwagę kryterium surowca energetycznego, dzieli ją na:

- surowce energetyczne pierwotne, do których zaliczono drewno, słomę, rośliny energetyczne;
- surowce energetyczne wtórne, takie jak gnojowica, obornik, inne produkty dodatkowe i odpady organiczne, a także osady ściekowe;
- surowce energetyczne przetworzone, czyli biogaz, bioetanol, biometanol, estry i biooleje².

Na kształt polityki energetycznej w Polsce na wszystkich szczeblach zarządzania największy wpływ ma dorobek prawny Unii Europejskiej, a szczególnie tak zwany pakiet klimatyczno-energetyczny, w tym dyrektywa 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych³ oraz dyrektywa 2009/29/WE zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych⁴. Główne cele wynikające z tych aktów prawnych dotyczą zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych o 20% w horyzoncie czasowym do 2020 roku oraz zmniejszenia wielkości emisji gazów cieplarnianych w państwach Unii Europejskiej o 20%.

Postanowienia dyrektyw unijnych mają odzwierciedlenie w polskim prawie dotyczącym realizacji polityki energetycznej. Największe znaczenie dla zarządzania energetycznego na szczeblu lokalnym ma ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne⁵. Został w niej zawarty obowiązek opracowania przez gminy planu energetycznego, za pomocą którego władze lokalne mogą kształtować odpowiednią politykę energetyczną na swoim obszarze. W dokumencie tym powinny zostać przedstawione propozycje wykorzystania odnawialnych źródeł energii i wysoko sprawnej kogeneracji. Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw wprowadziła zapisy, które powinny przyczynić się do zwiększenia zainteresowania gmin problemem planowania energetycznego. Pierwszym ważnym zapisem w nowym prawie energetycznym jest określenie terminu 11 marca 2012 roku – uchwalenia przez gminę pierwszych założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe lub ich aktualizacji. Jego brak był jedną z przyczyn niezadowolającego poziomu opracowywania lokalnych planów energetycznych, co z kolei skutkowało brakiem skuteczności działań podejmowanych przez jednostki samorządu terytorialnego.

² K.A. Dreszer, R. Michałek, A. Roszkowski, *Energia odnawialna – możliwości jej pozyskania i wykorzystania w rolnictwie*, PTiR, Kraków – Lublin – Warszawa 2003.

³ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 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. Urz. UE L 140, 5.06.2009.

⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, Dz. Urz. UE L 140, 5.06.2009.

⁵ Dz. U. z 2006 r. nr 89, poz. 625 z późn. zm.

Z punktu widzenia możliwości realizacji polityki energetycznej na szczeblu lokalnym ważne jest również wprowadzenie zgodności treści planu energetycznego z innymi planistycznymi dokumentami gminnymi. Dotyczy to szczególnie zapisów zawartych w:

- miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, a w przypadku braku takiego planu – w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy;
- programie ochrony powietrza, opracowywanym zgodnie z ustawą – Prawo ochrony środowiska⁶.

Ponadto powinna być zachowana zgodność z ustaleniami innych dokumentów, takich jak: strategia zrównoważonego rozwoju gminy, program ochrony środowiska, czy też plan gospodarki odpadami. Oznacza to, że jeżeli w istniejących już dokumentach gminnych zidentyfikowano na przykład problemy niskiej emisji i zaleceniem jest jej zlikwidowanie lub zminimalizowanie, to w planie energetycznym ten problem musi zostać ujęty i konieczne jest zaproponowanie odpowiednich rozwiązań, w tym uwzględniających wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

Uwarunkowania energetycznego wykorzystania biomasy na poziomie lokalnym wynikają również z krajowych dokumentów strategicznych. W przyjętej 10 listopada 2009 roku przez Radę Ministrów Polityce energetycznej Polski do 2030 roku⁷ ustalono kierunki rozwoju polskiej energetyki, w tym:

- wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii;
- rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw;
- ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko.

Zgodnie z założeniami polityki energetycznej głównymi celami mającymi znaczenie dla rozwoju „zielonej” energetyki jest wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii co najmniej do poziomu 15% w 2020 roku oraz dalszy wzrost tego wskaźnika w latach następnych, a także ograniczenie eksploatacji lasów w celu pozyskiwania biomasy i zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw.

W zakresie wykorzystania biomasy szczególnie będą preferowane rozwiązania najbardziej efektywnie energetycznie, między innymi z zastosowaniem różnych technik jej zgazowania i przetwarzania na paliwa ciekłe, w szczególności biopaliwa II generacji. Niezwykle istotne będzie wykorzystanie biogazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i innych odpadów. Docelowo zakłada się wykorzystanie biomasy przez generację rozproszoną.

W dokumencie tym przewidywane są następujące działania związane z energetycznym wykorzystaniem biomasy:

- utrzymanie mechanizmów wsparcia dla producentów energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, na przykład poprzez system świadectw pochodzenia;
- utrzymanie obowiązku stopniowego zwiększania udziału biokomponentów w paliwach transportowych, tak aby osiągnąć zamierzone cele;

⁶ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, Dz. U. nr 62, poz. 627.

⁷ *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009.

- wprowadzenie dodatkowych instrumentów wsparcia zachęcających do szerszego wytwarzania ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii;
- wdrożenie kierunków budowy biogazowni rolniczych, przy założeniu powstania do 2020 roku średnio jednej biogazowni w każdej gminie;
- utrzymanie zasady zwolnienia z akcyzy energii pochodzącej z OZE;
- stymulowanie rozwoju potencjału polskiego przemysłu, produkującego urządzenia dla energetyki odnawialnej, w tym przy wykorzystaniu funduszy europejskich;
- wsparcie rozwoju technologii oraz budowy instalacji do pozyskiwania energii odnawialnej z odpadów zawierających materiały ulegające biodegradacji (na przykład odpadów komunalnych zawierających frakcje ulegające biodegradacji).

Położono też nacisk na rozwój wykorzystania biopaliw na rynku paliw transportowych w ramach Wieloletniego programu promocji biopaliw i innych paliw odnawialnych w transporcie⁸. Określono w nim warunki stworzenia systemu wsparcia w postaci preferencyjnego opodatkowania paliw z udziałem biokomponentów, a także ich dofinansowania ze źródeł zewnętrznych.

Dokumentem, który określa główne cele i założenia polityki państwa w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, jest opracowana w 2000 roku przez Ministerstwo Środowiska Strategia rozwoju energetyki odnawialnej⁹. Zawiera ona postulaty, których realizacja ma istotny wpływ na rozwój energetycznego wykorzystania biomasy na poziomie lokalnym. W zakresie działań prawnych zwrócono uwagę na konieczność wprowadzenia w prawie energetycznym obowiązku dokonywania w bilansach energetycznych gmin oceny lokalnych zasobów odnawialnych źródeł energii i opłacalności ich wykorzystania. Możliwości wynikające z ustawy – Prawo energetyczne oraz przepisów wykonawczych powinny skłonić gminy do takiego przygotowania planów zaopatrzenia w energię, które uwzględniałyby ich własny potencjał techniczny odnawialnych źródeł energii.

Inne działania zachęcające i ułatwiające gminom wykorzystanie lokalnych zasobów energii odnawialnej, które znalazły się w omawianym dokumencie, dotyczą edukacji ekologiczno-energetycznej, a w szczególności:

- konieczności prowadzenia akcji uświadamiających korzyści z wykorzystania odnawialnych źródeł energii, a także informujących o możliwościach pomocy finansowej oraz technicznej;
- konieczności przygotowania programów informacyjnych oraz służb ochrony środowiska wraz z propozycjami harmonogramu ich wdrażania, z uwzględnieniem możliwości i korzyści płynących z wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych.

W warunkach Polski podstawowy kierunek rozwoju odnawialnych źródeł energii będą wyznaczały technologie wykorzystujące biomasę. Wykorzystanie

⁸ *Wieloletni program promocji biopaliw i innych paliw odnawialnych w transporcie na lata 2008-2014*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007.

⁹ *Strategia rozwoju energetyki odnawialnej*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001.

biomasy w znacznym stopniu będzie wpływało na poprawę gospodarki rolnej i leśnej, dlatego powinno stanowić istotny element polityki rolnej. Zakłada się, że pozyskiwana na ten cel biomasa w dużym stopniu pochodzić będzie z upraw energetycznych. Jednak podstawowym warunkiem prowadzenia intensywnych upraw energetycznych musi być gwarancja, że nie wpłyną one na pogorszenie warunków środowiskowych.

Szczególne znaczenie dla rozwoju upraw roślin energetycznych ma Strategia rozwoju obszarów wiejskich i rolnictwa¹⁰. W ramach celu „Wspieranie zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich” jedno z działań zakłada, że biorąc pod uwagę uwarunkowania glebowo-rolnicze, rolnicy na cele energetyczne będą uprawiać wierzbę energetyczną, ślazierkę pensylwański, topinambur i trawy wieloletnie. Rozwój nowych technologii jest szansą na stworzenie, również w Polsce, rynku biopaliw. Wspierane będą zadania związane z uruchomieniem lub rozwojem działalności w zakresie wytwarzania materiałów energetycznych z biomasy oraz zakładania plantacji roślin wieloletnich przeznaczonych na cele energetyczne.

W grudniu 2010 roku został przyjęty przez Radę Ministrów Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych¹¹. Dokument określa polskie cele w zakresie udziału energii z OZE w sektorze transportowym, produkcji energii elektrycznej oraz ogrzewania i chłodzenia. Jest to prognoza osiągnięcia w 2020 roku 15,5% udziału OZE w zużyciu energii końcowej brutto w sposób zrównoważony. Dokument zakłada, że podstawą zwiększenia udziału odnawialnych źródeł będzie bardziej efektywne wykorzystanie biomasy oraz energii wiatrowej.

Ważne zadania dla sektora publicznego określa ustawa o efektywności energetycznej¹². Ustala ona krajowy cel wzrostu efektywności energetycznej do 2016 roku na poziomie 9% rocznie w stosunku do średniego zużycia w latach 2001-2005. Jednostki administracji publicznej mają wprowadzać środki poprawy efektywności energetycznej, między innymi takie, jak: nabycie nowego urządzenia, instalacji lub pojazdu charakteryzującego się niskim zużyciem energii oraz niskimi kosztami eksploatacji lub wymiana, czy też modernizacja eksploatowanych już urządzeń. Innym przedsięwzięciem może być termomodernizacja budynków i sporządzenie audytu energetycznego budynków o powierzchni powyżej 500 m², których dana jednostka administracji jest właścicielem.

Podsumowując analizę podstaw prawnych wykorzystania odnawialnych źródeł energii na poziomie lokalnym, można stwierdzić z całą pewnością, że władze gminy pełnią rolę kreatora i koordynatora polityki energetycznej na swoim obszarze. W celu zapewnienia racjonalnego gospodarowania energią na terenie gminy jej władze mogą i powinny powołać lokalnego koordynatora, którego obowiązkiem byłoby planowanie energetyczne, nadzór nad realizacją i kontrola zadań z tego zakresu.

¹⁰ *Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich i Rolnictwa na lata 2007-2013*, MRiRW, Warszawa 2005.

¹¹ *Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*. Projekt. Rada Ministrów, Warszawa 2010.

¹² Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej, Dz. U. nr 94, poz. 551.

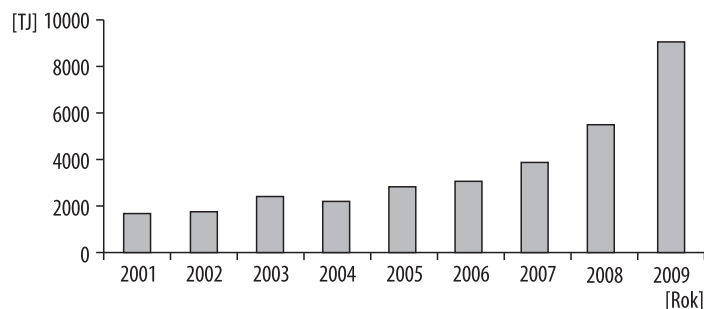
2. Stan wykorzystania biomasy na cele energetyczne w Polsce

W literaturze przedmiotu oraz opracowaniach eksperckich, które powstały na potrzeby praktyki, przeważa pogląd, że energetyczne wykorzystanie biomasy jest w polskich warunkach przyszłościowym kierunkiem rozwoju odnawialnych źródeł energii. O dominującej roli biomasy świadczą następujące fakty (dane z 2009 roku):

- ponad 9 tys. TJ produkcji ciepła z biomasy stałej i wyraźny wzrost tego wskaźnika w ostatnich latach (rysunek 1);
- 91,7% udział biomasy stałej w produkcji energii cieplnej;
- 56,5% udział biomasy stałej w produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii;
- prawie 5 tys. GWh wyniosła produkcja energii elektrycznej z biomasy stałej i obserwowany jest stały jej wzrost (rysunek 2);

Rysunek 1

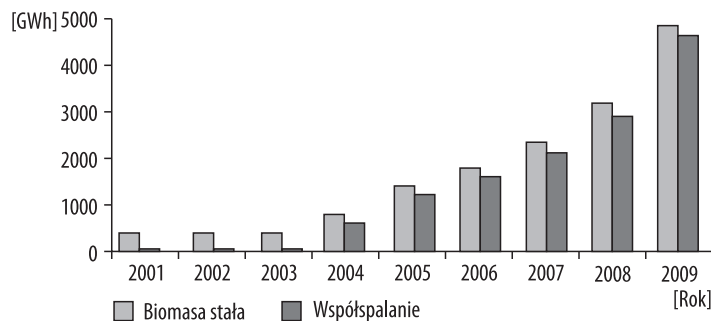
Produkcja ciepła z biomasy stałej w latach 2001-2009 [TJ]



Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 roku*, GUS, Warszawa 2010.

Rysunek 2

Produkcja energii elektrycznej z biomasy stałej w latach 2001-2009 [GWh]



Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 roku*, GUS, Warszawa 2010.

Tabela 1
Moc zainstalowana odnawialnych źródeł energii (stan na 31 marca 2011 roku)

Rodzaj odnawialnych źródeł energii	Moc zainstalowana [MW]	Liczba instalacji [sztuki]
Elektrownie biomasowe	393,050	19
Elektrownie biogazowe	87,773	149
Elektrownie wiatrowe	1351,866	453
Elektrownie wodne	946,345	737
Elektrownie wykorzystujące energię słoneczną	0,104	4
Ogółem	2779,138	1362

Źródło: *Mapa odnawialnych źródeł energii na podstawie udzielonych przez Prezesa URE koncesji*, Urząd Regulacji Energetyki, dostęp: www.ure.gov.pl [data wejścia: 09-10-2011].

- produkcja energii elektrycznej z biogazu wyniosła 319,2 GWh, przy czym dominowało wykorzystanie biogazu wysypiskowego (54,8%)¹³.

Biomasę wykorzystuje się przede wszystkim do produkcji energii cieplnej, ale ma ona też swój znaczący udział w produkcji energii elektrycznej. Porównanie mocy i liczby elektrowni opartych na poszczególnych źródłach energii przedstawiono w tabeli 1.

Elektrownie biomasowe pod względem zainstalowanej mocy stanowią trzecie w kolejności źródło energii. Elektrownie biogazowe występują w większej liczbie instalacji, jednak ich moc jest mniejsza ze względu na to, że są wykorzystywane do zasilania lokalnych systemów energetycznych.

Biomasę stanowią organiczne pozostałości, odpady, a także rośliny energetyczne. Zaletą upraw roślin energetycznych jest możliwość zróżnicowania działalności w zakresie produkcji rolniczej. Ponadto mają one pozytywny wpływ na rekultywację gleb poprzez to, że kumulują zanieczyszczenia w systemie korzeniowym i w ten sposób dodatkowo zmniejsza się ryzyko ponownej emisji szkodliwych substancji do powietrza podczas procesu spalania. Przy plantacjach roślin energetycznych trzeba jednak pamiętać o pewnych problemach, które mogą one stwarzać. Konieczne jest mianowicie zachowanie proporcji upraw roślin energetycznych i tradycyjnych upraw rolniczych, aby nie doprowadzić do negatywnych zjawisk związanych z ich monokulturowością. Ponadto w procesie spalania należy przestrzegać reżimów technologicznych w celu minimalizowania ryzyka niepożądanego emisji zanieczyszczeń do powietrza.

Spalanie biomasy jest uważane za korzystniejsze dla środowiska niż spalanie paliw kopalnych, gdyż zawartość szkodliwych pierwiastków (przede wszystkim siarki) w biomacie jest niższa, a powstający w procesie spalania dwutlenek węgla wytworzony został w nieodległej przeszłości z dwutlenku węgla zawartego w biomacie. Zachowany jest jego naturalny obieg w przyrodzie. Natomiast dwutle-

¹³ *Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 roku*, GUS, Warszawa 2010.

nek węgla wprowadzony do środowiska przy spalaniu paliw kopalnych jest dodatkowym dwutlenkiem węgla w atmosferze, zwiększającym globalne ocieplenie¹⁴.

Przykładem korzyści środowiskowych uzyskanych po zmianie źródła energii jest modernizacja kotłowni w mieście Nowa Dęba. Efekt ekologiczny przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Efekt ekologiczny wykorzystania biomasy na cele energetyczne

Zanieczyszczenie	Emisja roczna [Mg/rok]		Efekt ekologiczny	
	Przed modernizacją	Po modernizacji	[Mg/rok]	[%]
SO	72,1	14,6	57,5	79,8
NO ²	19,1	16,5	2,6	13,6
CO ²	10 573,2	0	10 573,2	100,0
Pył ²	68	4,9	63,1	92,8
Łącznie wszystkie zanieczyszczenia	10 732,4	36,0	10 696,4	99,7

* Emisja CO₂ ze względu na „odnawialność” zrębek drzewnych w ogólnym bilansie bliska jest wartości zerowej.

Źródło: P. Gradiuk, *Budowa kotłowni miejskiej o mocy 8 MW, opalanej zrębkami drzewnymi, połączonej z siecią ciepłowniczą dla miasta Nowa Dęba*, Wyd. InE, Warszawa 2008.

Po zastosowaniu biomasy jako źródła energii uzyskano całkowite wyeliminowanie emisji dwutlenku węgla do atmosfery, ponad 90% zmniejszenie emisji pyłów i prawie 80% zmniejszenie emisji dwutlenku siarki. Poza korzyściami środowiskowymi wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych, w tym szczególnie biomasy, przyczynia się do rozwoju społeczno-gospodarczego gminy poprzez rozwój przedsiębiorstw zajmujących się lokalnym wytwarzaniem energii, wzrost zatrudnienia na lokalnym rynku pracy, na przykład poprzez dostarczanie biomasy na cele energetyczne, wzrost dochodów społeczności lokalnej z tytułu sprzedaży biomasy, racjonalizację gospodarki odpadami, poprzez ich energetyczne wykorzystanie.

3. Świadomość ekologiczno-energetyczna społeczeństwa

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii wymaga odpowiednio wysokiego poziomu świadomości ekologiczno-energetycznej zarówno władz lokalnych, jak i społeczności zamieszkujących dany obszar gminy. Od 1992 roku prowadzone są przez Instytut na rzecz Ekorozwoju badania stanu świadomości ekologicznej Polaków. Elementy dotyczące postrzegania wykorzystania odnawialnych

¹⁴ B. Kościk, M. Sławińska, *Koncepcja utworzenia zakładu bioenergetycznego na bazie przedsiębiorstwa*, w: *Zrównoważony rozwój regionów uprzemysłowionych*, red. E. Lorek, t. 2, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Katowice 2009, s. 235.

Tabela 3
Poparcie dla polityki energetycznej opartej na różnych źródłach energii [%]

Rodzaj polityki ekologicznej \ Rok	2008	2009	2010
Surowce i źródła odnawialne	44	41	56
Energia jądrowa	14	24	16
Oszczędzanie energii	23	18	11
Węgiel kamienny i brunatny	7	6	7
Ropa naftowa i gaz ziemny	4	3	4
Trudno powiedzieć	9	9	7

Źródło: A. Stanaszek, M. Tędziagiolska, *Badanie świadomości ekologicznej Polaków 2010 ze szczególnym uwzględnieniem energetyki przyjaznej środowisku*, Wyd. InE, Warszawa 2011, s. 16.

źródeł energii były badane od 2008 roku. Poparcie badanych osób dla polityki energetycznej opartej na różnych źródłach przedstawia tabela 3.

Poparcie dla polityki energetycznej opartej na odnawialnych źródłach energii w 2008 roku wyraziło 44% respondentów, w 2009 roku – 41%, a w 2010 roku – wzrosło ono do 56%. Jednocześnie zmalała liczba zwolenników polityki opartej na oszczędzaniu energii, co świadczy o niechęci społeczeństwa do rezygnowania z obecnego standardu życia i ponoszenia kosztów związanych z przechodzeniem na technologie energooszczędne. Ponadto istnieje 16% grupa popierająca wykorzystanie energii jądrowej w naszym kraju, której nie można określić jako proekologicznej ze względu na problem powstających odpadów radioaktywnych i braku skutecznych, a także bezpiecznych dla środowiska sposobów ich unieszkodliwiania.

Jednak analiza odpowiedzi na inne pytanie, dotyczące wyrażenia przez respondentów zgody na wybudowanie różnych instalacji wytwarzania energii w pobliżu ich miejsca zamieszkania, wskazuje, że to właśnie elektrownie atomowe budzą największe obawy Polaków. Aż 75% respondentów jest przeciwnych temu, aby w ich okolicy powstała tego typu elektrownia, z czego ponad połowa ankietowanych jest temu zdecydowanie przeciwna (tabela 4).

Tabela 4
Zgoda na wybudowanie różnych instalacji wytwarzania energii w pobliżu miejsca zamieszkania [%]

Rodzaj instalacji	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Elektrownia wodna	41	39	10	5
Elektrownia słoneczna	46	41	4	4
Elektrownia wiatrowa	39	40	8	8
Biogazownia	12	34	23	18
Elektrownia atomowa	7	13	21	54
Elektrownia węglowa	7	16	37	34

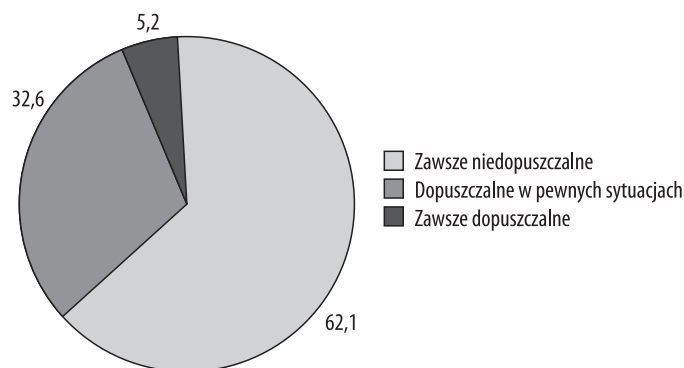
Źródło: A. Stanaszek, M. Tędziagiolska, *Badanie...*, op.cit, s. 27.

Ponad 70% respondentów sprzeciwia się budowie elektrowni węglowej w pobliżu miejsca zamieszkania. Największe przyzwolenie społeczne istnieje dla budowy elektrowni opartych na odnawialnych źródłach energii, przy czym biogazownie są najmniej pożądane. Aż 41% respondentów sprzeciwiło się budowie biogazowni w pobliżu swojego miejsca zamieszkania. Istotną barierą powstawania nowych instalacji w zakresie energetycznego wykorzystania biogazu jest obawa mieszkańców przed powstawaniem odorów, które wpływają na spadek wartości nieruchomości. Ponadto biogazownie w społecznej świadomości łączone są z zagrożeniem wybuchami oraz wzrostem natężenia ruchu kołowego i hałasu.

Jednym z aspektów świadomości ekologiczno-energetycznej jest stosunek społeczeństwa do problemu spalania różnych odpadów w piecach domowych (rysunek 3). Odpowiedzi na takie pytanie dostarcza analiza wyników badań przeprowadzonych w 2010 roku w dziewięciu gminach zlokalizowanych na terenie trzech województw: dolnośląskiego, lubelskiego i podlaskiego.

Rysunek 3

Dopuszczalność spalania odpadów w piecach domowych [%]



Źródło: *Stan gospodarowania energią w gminach w świetle wyników badań*, red. E. Sidorczuk-Pietraszko, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 46.

Większość respondentów (62%) odpowiedziała, że spalanie odpadów w piecach domowych jest zawsze niedopuszczalne. Niepokojący natomiast jest fakt, że są w społeczeństwie jednostki, które akceptują takie zachowanie, w tym 5% – zawsze, a aż 32% – dopuszcza je czasami. Jednak ze względu na drażliwość tego pytania i rozumienie przez respondentów faktu, że spalanie odpadów w piecach jest zachowaniem społecznie niepożądanym, mogli oni zatajać faktyczne preferencje i odpowiadać zgodnie z oczekiwaniami. Dlatego tak ważną rolę przypisuje się edukacji ekologicznej społeczności lokalnych. Powinna ona obejmować przede wszystkim zagadnienia wykorzystania odnawialnych źródeł energii, oszczędności energii, poprawy efektywności energetycznej i zapobiegania zanieczyszczeniom atmosfery. Na szczeblu lokalnym edukacja ta mogłaby przybrać formę akcji uświadamiających mieszkańcom gminy korzyści wynikających ze stosowania odnawialnych źródeł energii, a także możliwości zmniejsze-

nia zapotrzebowania na energię w gospodarstwie domowym, przedsiębiorstwie, czy też gospodarstwie rolnym. Ponadto samorządy lokalne, angażując się w działania dotyczące oszczędzania energii i poprawy efektywności jej wykorzystania, stanowią wzorzec do naśladowania dla podmiotów gospodarczych, różnych instytucji i organizacji działających na terenie gminy, jak również dla mieszkańców.

4. Finansowanie energetycznego wykorzystania biomasy na poziomie lokalnym

Finansowanie działań związanych z rozwojem energetyki opartej na wykorzystaniu odnawialnych źródeł, w tym biomasy, jest możliwe z funduszy unijnych, przede wszystkim z dostępnych w Polsce programów operacyjnych: Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka i 16 regionalnych programów operacyjnych.

Celem Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (PO IiŚ) jest poprawa atrakcyjności inwestycyjnej Polski i jej regionów poprzez rozwój infrastruktury technicznej, przy równoczesnej ochronie i poprawie stanu środowiska, zdrowia, zachowaniu tożsamości kulturowej i rozwijaniu spójności terytorialnej. W jego ramach finansowane są dwa priorytety odnoszące się do rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii:

- priorytet dziewiąty: infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność energetyczna – kwota 1 403,0 mln EUR;
- priorytet dziesiąty: bezpieczeństwo energetyczne, w tym dywersyfikacja źródeł energii – kwota 1 693,2 mln EUR;

Do jednostek samorządu terytorialnego oraz ich grup, związków, stowarzyszeń i porozumień, skierowane jest przede wszystkim działanie 9.4 – Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych o alokacji finansowej 1 897,71 mln EUR oraz działanie 9.6 – Sieci ułatwiające odbiór energii ze źródeł odnawialnych o alokacji 44,20 mln EUR¹⁵.

Wśród oczekiwanych efektów programu wymieniono wzrost z 2% do 7,5% udziału energii elektrycznej wytworzonej ze źródeł odnawialnych w zużyciu energii elektrycznej brutto oraz roczną produkcję biopaliw na poziomie 1 mln ton.

Celem głównym Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (PO IG) jest rozwój polskiej gospodarki opartej na innowacyjnych przedsiębiorstwach. Z tego względu jest on skierowany głównie do przedsiębiorców, instytucji otoczenia biznesu oraz jednostek naukowych, ale jego efekty mogą mieć wpływ na rozwój lokalnej gospodarki opartej na wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii. Działania na rzecz innowacyjnego zastosowania OZE mogą być finansowane w ramach priorytetu czwartego: Inwestycje w innowacyjne przedsięwzięcia.

¹⁵ Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko. Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2103, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2011.

W ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (POKL) finansowane mogą być działania wspierające rozwój odnawialnych źródeł energii, w tym przede wszystkim szkolenia. Do 2010 roku z PO KL sfinansowano w Polsce 5 szkoleń dotyczących wykorzystania biomasy jako źródła energii na ogólną kwotę ponad 0,5 mln PLN.

Oprócz programów funkcjonujących na poziomie krajowym istnieją także programy dla każdego województwa. Takie rozwiązanie ma na celu identyfikowanie potrzeb na jak najniższym szczeblu oraz zapewnienie spójności działań zawartych w regionalnych programach operacyjnych z dokumentami rozwojowymi każdego województwa z osobna. Inwestycje, na które pozyskiwane są środki z Regionalnego Programu Operacyjnego (RPO), muszą być zrealizowane na terenie danego województwa.

Zdecydowanym liderem w finansowaniu działań związanych z energetycznym wykorzystaniem biomasy jest Łódzki Program Regionalny (5 projektów na kwotę ponad 30 mln PLN), a zaraz po nim Warmińsko-Mazurski Program Regionalny (6 projektów na kwotę ponad 28,5 mln PLN dotacji). Trzeba przy tym zaznaczyć, że z programów regionalnych niektórych województw nie został sfinansowany żaden projekt dotyczący wykorzystania biomasy jako odnawialnego źródła energii.

Wydatkowanie funduszy europejskich na wykorzystanie biomasy do celów energetycznych według poszczególnych programów przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5

Dotacje z funduszy unijnych na wykorzystanie biomasy na potrzeby energetyczne

Program operacyjny	Liczba projektów	Wartość dotacji [mln zł]	Wkład własny [mln zł]
Infrastruktura i Środowisko	3	183,3	38,7
Innowacyjna Gospodarka	9	167,1	86,4
Regionalne programy	41	135,9	70,3
Ogółem	53	486,3	195,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie Mapy dotacji UE, dostęp: www.mapadotacji.gov.pl [data wejścia: 03-10-2011].

Pod względem ilości dofinansowanych projektów dominują regionalne programy operacyjne, natomiast największe wsparcie zostało udzielone z PO IiŚ.

Kolejne możliwości finansowania wykorzystania biomasy na poziomie lokalnym w postaci dopłat do upraw energetycznych daje Program Rozwoju Obszarów Wiejskich. Prawne podstawy dopłat do powierzchni upraw roślin wykorzystywanych na cele energetyczne określa ustawa o płatnościach w ramach systemów wsparcia bezpośredniego¹⁶. Wsparcie finansowe udzielane jest rolnikom, którzy spełniają odpowiednie warunki, w tym zadeklarowana powierzchnia upraw wszystkich roślin energetycznych wynosi co najmniej 0,3 ha, wszystkie

¹⁶ Ustawa z dnia 26 stycznia 2007 r. o płatnościach w ramach systemów wsparcia bezpośredniego, Dz. U. nr 35, poz. 217 i nr 99, poz. 666 oraz z 2008 roku nr 44, poz. 262.

grunty rolne są utrzymywane zgodnie z normami przez cały rok, a rolnik posiada zawartą umowę na dostawę surowców energetycznych z zatwierdzonymi podmiotami skupującymi lub pierwszymi jednostkami przetwórczymi.

Finansowanie przedsięwzięć z zakresu energetyki na szczeblu lokalnym może się też odbywać przy wykorzystaniu narzędzia, jakim jest partnerstwo publiczno-prywatne. Jest to współpraca podmiotu publicznego i partnera prywatnego służąca realizacji zadania publicznego, która może mieć miejsce, jeżeli przynosi korzyści dla interesu publicznego przeważające w stosunku do korzyści wynikających z innych sposobów realizacji przedsięwzięcia. Ten instrument finansowy może mieć szczególne znaczenie przy realizacji znaczących inwestycji, na przykład biogazowni.

Podsumowanie

Biomasa, szczególnie w warunkach lokalnych, stanowi główne źródło energii odnawialnej. Władze gminy mają ważne zadania jako inicjator i koordynator działań na rzecz rozwoju wykorzystania biomasy na cele energetyczne, a gminna polityka energetyczna jest istotnym instrumentem kreowania zrównoważonego rozwoju na poziomie lokalnym. Szczególnie ważnym dla społeczności lokalnej aspektem tego rozwoju jest kreowanie nowych miejsc pracy dzięki wykorzystaniu lokalnych zasobów energetycznych. Należy brać też pod uwagę problemy wynikające z konfliktu celów zaspokojenia potrzeb żywnościowych oraz potrzeb energetycznych, który pojawia się przy uprawie roślin energetycznych. Barięrou w rozwoju energetyki opartej na odnawialnych źródłach energii na szczeblu lokalnym jest ciągle zbyt niski poziom świadomości ekologicznej społeczeństwa i wynikająca często z niego niska akceptacja społeczna, na przykład w przypadku lokalizacji biogazowni. Jednak przykłady zastosowania biomasy na cele energetyczne przez samorządy lokalne świadczą o wielu korzyściach ekologicznych, społecznych i ekonomicznych i dlatego stanowią wzór do naśladowania dla innych jednostek. Możliwe też jest wsparcie finansowe takich działań, zwłaszcza że dostępne środki nie są dotychczas w pełni wykorzystywane przez samorządy lokalne.

Artykuł przygotowano w ramach projektu badawczego rozwojowego „Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach” nr N 11 0015 06/2009 realizowanego przez Wyższą Szkołę Ekonomiczną w Białymstoku, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.



Andrzej Graczyk

PROBLEMY DOFINANSOWANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII ZE ŚRODKÓW PUBLICZNYCH

Andrzej Graczyk, dr hab. prof. UE – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

adres korespondencyjny:
Wydział Nauk Ekonomicznych
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
e-mail: andrzej.graczyk@ue.wroc.pl

PROBLEMS OF FINANCING THE RENEWABLE ENERGY SOURCES FROM PUBLIC FUNDSY

SUMMARY: The aim of this article is to present and evaluate systems to support the development of renewable energy sources. I presented support systems that existed in 2010. The first section presents the operating systems in the national wide scheme. In the second – the regional and local level (on the example of Lower Silesia). The third section discusses the expected support systems.

KEY WORDS: support systems, renewable energy sources, nationwide, regional/local arrangement

Wstęp

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/WE¹ nałożyła na Polskę obowiązek zwiększenia udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto w UE w 2020 roku. Stwarza ona nowe warunki rozwoju produkcji energii w źródłach odnawialnych. Ustanawia wspólne ramy dla promowania energii ze źródeł odnawialnych i identyfikuje krajowe cele ogólne, tak aby możliwe było w 2020 roku w UE osiągnąć 20% udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto we Wspólnocie. Celem Polski jest osiągnięcie w 2020 roku 15% udziału energii z odnawialnych źródeł energii (OZE) w końcowym zużyciu energii brutto.

Wytwarzanie energii w źródłach odnawialnych jest obecnie na ogół droższe niż w źródłach konwencjonalnych. Różnica ta będzie się zmniejszać ze względu na wzrost cen paliw konwencjonalnych i doskonalenie technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, a w ślad za tym zmniejszanie kosztów ich produkcji. Jednak, aby osiągnąć zakładany w dyrektywie 2009/28/WE udział odnawialnych źródeł energii, będą stosowane różne systemy wspierania.

Celem artykułu jest przedstawienie i ocena systemów wspierania rozwoju odnawialnych źródeł energii. Zostaną przedstawione systemy wsparcia, jakie funkcjonowały w 2010 roku. W pierwszej części artykułu przedstawiono systemy działające w układzie ogólnokrajowym, w drugiej – w układzie regionalnym i lokalnym (na przykładzie województwa dolnośląskiego). W trzeciej części omówiono przewidywane systemy wsparcia.

1. Systemy wsparcia o charakterze ogólnokrajowym

Obowiązujące w 2010 roku narzędzia wsparcia energetyki odnawialnej najogólniej można podzielić na:

- instrumenty o charakterze regulacyjnym;
- instrumenty o charakterze finansowym;
- programy finansowania.

1.1. Instrumenty o charakterze regulacyjnym

System świadectw pochodzenia oraz obowiązek zakupu energii elektrycznej wytwarzanej w OZE są systemami obowiązkowymi (tabela 1). Stanowią one podstawowe elementy systemu wsparcia energetyki odnawialnej. Zarówno sys-

¹ Dz. Urz. Unii Europejskiej L 140/16, 5.6.2009.

tem świadectw pochodzenia, jak i system obowiązku zakupu energii elektrycznej nie różni się dla poszczególnych technologii. Możliwe jest wspieranie tego samego projektu za pomocą więcej niż jednego środka wsparcia (dotyczy systemu świadectw pochodzenia i świadectw pochodzenia z kogeneracji).

Tabela 1

Instrumenty o charakterze regulacyjnym istniejące w roku 2010 w Polsce

Rodzaj środka	Oczekiwany wynik	Data rozpoczęcia oraz zakończenia realizacji	Docelowa grupa lub działalność	Przewidywana technologia
Obowiązek zakupu energii produkowanej z odnawialnych źródeł nałożony na sprzedawców z urzędu	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych	Od 4 marca 2005 roku	Wytwórcy energii w źródłach odnawialnych, inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych sprzedawcy z urzędu, prezes URE	Wszystkie technologie OZE, za wyjątkiem wytwarzania biopaliw
Obowiązek uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia lub uiszczenia opłaty zastępczej nałożony na sprzedawców energii odbiorcom końcowym	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych	Od 24 lutego 2007 roku	Wytwórcy energii w źródłach odnawialnych, inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych, prezes URE, sprzedawcy energii odbiorcom końcowym	Wszystkie technologie OZE, za wyjątkiem wytwarzania biopaliw
Obowiązek operatorów sieci elektroenergetycznych do priorytetowego udostępniania sieci dla energii z OZE	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych	Od 1 lipca 2007 roku	Operatorzy sieci elektroenergetycznych, inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych	Technologie wytwarzania energii elektrycznej i w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła lub chłodu
Obowiązek zakupu oferowanego ciepła wytwarzanego w przyłączonych do sieci odnawialnych źródłach energii w ilości nie większej niż zapotrzebowanie odbiorców tego przedsiębiorstwa, przyłączonych do sieci, do której są przyłączone odnawialne źródła energii przez przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się obrotem ciepłem i sprzedające to ciepło	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych	Od 8 stycznia 2010 roku	Przedsiębiorstwa przyłączone do sieci, przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się obrotem ciepłem i sprzedające to ciepło	Technologie wytwarzające energię cieplną i w skojarzeniu, głównie na bazie biomasy
Obowiązek przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się przesyłaniem lub dystrybucją paliw gazowych lub energii zapewnienia wszystkim odbiorcom oraz przedsiębiorstwom zajmującym się sprzedażą paliw gazowych lub energii świadczenia usług przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych (...)	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych	Od 8 stycznia 2010 roku	Przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją paliw gazowych lub energii, przedsiębiorstwa zajmujące się sprzedażą paliw gazowych lub energii	Technologie wytwarzające biogaz

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku*, Projekt, Warszawa, Ministerstwo Gospodarki, maj 2010.

1.2. Instrumenty o charakterze finansowym

Finansowe instrumenty wsparcia energii odnawialnej adresowane są głównie do podmiotów wytwarzających energię elektryczną. Jedynie instrument w postaci zwolnienia energii wyprodukowanej w źródłach odnawialnych z podatku akcyzowego przy jej sprzedaży odbiorcom końcowym odnosi się do wszystkich technologii (oprócz biopaliwowych), (tabela2).

Tabela 2
Instrumenty o charakterze finansowym istniejące w 2010 roku w Polsce

Rodzaj środka	Oczekiwany wynik	Data rozpoczęcia oraz zakończenia realizacji	Docelowa grupa lub działalność	Przewidywana technologia
Zwolnienie energii wyprodukowanej w źródłach odnawialnych z podatku akcyzowego przy jej sprzedaży odbiorcom końcowym	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	Od 26 kwietnia 2004 roku	Wytwórcy energii w źródłach odnawialnych, inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych, prezes URE, naczelnicy Urzędów Celnych	Wszystkie technologie OZE, za wyjątkiem wytwarzania biopaliw
Zwolnienie z wnoszenia opłaty skarbowej za wydanie koncesji (przy mocy elektrycznej <5 MW)	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	Od 4 marca 2005 roku	Prezes URE, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych, inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych	Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną
Zwolnienie z wnoszenia opłaty skarbowej za wydanie świadectwa pochodzenia (przy mocy elektrycznej <5MW)	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	Od 4 marca 2005 roku	Prezes URE, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych	Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną
Zwolnienie z obowiązku wnoszenia do budżetu państwa corocznej opłaty za uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii (przy mocy elektrycznej wytwórcy <5 MW)	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	Od 4 marca 2005 roku	Prezes URE, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych	Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną
Zwolnienie z wnoszenia opłat za wpis do Rejestru świadectw pochodzenia w TGE (przy mocy elektrycznej wytwórcy <5MW)	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	Od 4 marca 2005 roku	Towarowa Giełda Energii, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych	Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną
Zwolnienie z wnoszenia opłat za dokonywanie zmian w Rejestrze świadectw w wyniku sprzedaży praw majątkowych (przy mocy elektrycznej wytwórcy <5MW)	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	Od 4 marca 2005 roku	Towarowa Giełda Energii, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych	Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną
Specjalne zasady bilansowania handlowego dla farm wiatrowych	Obniżenie kosztów produkcji energii odnawialnej	2007 rok	Operator Systemu Przesyłowego, wytwórcy energii w źródłach odnawialnych	Technologie wiatrowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Krajowy plan...*, op.cit.

W obszarze ciepłownictwa i chłodnictwa nie istnieje system wsparcia przez obowiązek umarzania praw majątkowych wynikających ze świadectw pochodzenia, ani też przez gwarantowane ceny zakupu czy jakiegokolwiek premii. Zgodnie z przepisami rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii², dostawca ciepła ma pewność, że cena ciepła ze źródła energii odnawialnej nie może niekorzystnie wpłynąć na wysokość cen ciepła oferowanego z sieci ciepłowniczej, do której przyłączone zostało źródło energii odnawialnej. System ma charakter obowiązkowy, jednakże nie ma pełnej gwarancji skutecznego wdrożenia go ze względu na uwarunkowania zawarte w przepisach wspomnianego wyżej rozporządzenia.

Szczególnym instrumentem wspierającym jest tak zwana opłata zastępcza. Jest on adresowany do tych zobowiązanych podmiotów, które nie są w stanie przedstawić odpowiedniej ilości świadectw pochodzenia energii do umorzenia. Poziom obowiązkowego zakupu tych praw przez podmioty zobowiązane, a więc sprzedawców energii do odbiorców końcowych, został ustalony w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii.

Opłaty zastępcze są przychodem Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Są przeznaczone na wspieranie inwestycji w nowe instalacje wytwórcze energii ze źródeł odnawialnych oraz na wzmocnienie sieci dystrybucyjnych w obszarach preferowanych przez lokalizacje tych instalacji (regiony nadmorskie, obszary o dużych ilościach biomasy rolniczej). Ze względu na wyższe z każdym rokiem udziały energii ze źródeł odnawialnych można oczekiwać, że środki z opłat zastępczych będą z każdym rokiem wyższe.

Innym instrumentem, również o „negatywnym” ukierunkowaniu, jest zaliczka na poczet opłaty za przyłączenie do sieci. Zabezpiecza ona przed blokowaniem dostępu do sieci. Dla podmiotów ubiegających się o przyłączenie źródła do sieci o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV istnieje obowiązek wnoszenia zaliczek na poczet opłaty za przyłączenie do sieci. Zaliczka ta wynosi 30 PLN za każdy kilowat mocy przyłączeniowej, określonej we wniosku o warunki przyłączenia. Zaliczka ta nie może być wyższa niż wysokość przewidywanej opłaty za przyłączenie do sieci i nie wyższa niż 3 mln PLN. W przypadku, gdy wysokość zaliczki przekroczy wysokość opłaty za przyłączenie do sieci, różnica między wysokością wniesionej zaliczki a wysokością tej opłaty podlega zwrotowi wraz z ustawowymi odsetkami liczonymi od dnia wniesienia zaliczki. Zaliczkę wnosi

² Dz. U. nr 156, poz. 969 z późn. zm.

się w ciągu 7 dni od dnia złożenia kompletnego wniosku o określenie warunków przyłączenia, pod rygorem pozostawienia wniosku bez rozpatrzenia.

W przypadku naruszenia obowiązku zakupu ciepła ze źródeł energii odnawialnej, zgodnie z zapisami ustawy – Prawo energetyczne, przedsiębiorstwo energetyczne podlega karze pieniężnej, którą wymierza prezes URE. Wysokość kary pieniężnej nie może przekroczyć 15% przychodu ukaranego przedsiębiorcy, osiągniętego w poprzednim roku podatkowym, a jeżeli kara pieniężna związana jest z działalnością prowadzoną na podstawie koncesji, wysokość kary nie może przekroczyć 15% przychodu ukaranego przedsiębiorcy, wynikającego z działalności koncesjonowanej, osiągniętego w poprzednim roku podatkowym.

W odniesieniu do biopaliw istnieją kary za niewypełnienie Narodowego Celu Wskaźnikowego (niewprowadzonego biopaliwa). Pozytywnym instrumentem są zwolnienia z podatku akcyzowego od każdego litra biokomponentów dodanych do tej benzyny, biokomponentów dodanych do oleju napędowego lub dla biokomponentów stanowiących samoistne paliwo. Biokomponenty stanowiące samoistne paliwa są zwolnione także z opłaty paliwowej.

Kolejnym instrumentem wsparcia o zasięgu ogólnokrajowym, ale o zróżnicowanym poziomie pomocy w zależności od regionu jest rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 3 lutego 2009 r. w sprawie udzielania pomocy publicznej na inwestycje w zakresie budowy lub rozbudowy jednostek wytwarzających energię elektryczną lub ciepło z odnawialnych źródeł energii³.

Maksymalna intensywność pomocy, liczona jako stosunek ekwiwalentu dotacji brutto do wydatków kwalifikowanych na realizację inwestycji regionalnej i inwestycji środowiskowej, wynosi odpowiednio w zależności od województwa od 30% do 50%. Dla województwa dolnośląskiego jest to 40%. Intensywność pomocy zostaje zwiększona dodatkowo, gdy inwestycja środowiskowa realizowana jest przez małe przedsiębiorstwo lub mikroprzedsiębiorstwa o 20%, a w przypadku realizacji inwestycji przez przedsiębiorstwo średnie o 10%.

1.3. Programy finansowania

Najważniejsze programy wsparcia o zasięgu ogólnokrajowym przedstawiono w tabeli 3.

Celem Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2007-2013 jest poprawa atrakcyjności inwestycyjnej Polski i jej regionów poprzez rozwój infrastruktury technicznej, przy równoczesnej ochronie i poprawie stanu środowiska, zdrowia, zachowaniu tożsamości kulturowej i rozwijaniu spójności terytorialnej. Jest to jeden z programów operacyjnych będących podstawowym narzędziem do osiągnięcia założonych w nich celów przy wykorzystaniu środków Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

³Dz. U. nr 21, poz. 112.

Tabela 3

Programy finansowania energetyki odnawialnej istniejące w 2010 roku w Polsce

Rodzaj środka	Oczekiwany wynik	Data rozpoczęcia oraz zakończenia realizacji	Docelowa grupa lub działalność	Przewidywana technologia
Program OZE 1 w NFOŚiGW	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych o 300 MW i ilości energii o 1000 GWh	Lata 2009-2012	Inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych	<p>Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną i/lub ciepłą:</p> <ul style="list-style-type: none"> wytwarzanie energii cieplnej przy użyciu biomasy (źródła rozproszone o mocy poniżej 20 MWt), wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu przy użyciu biomasy (źródła rozproszone o mocy poniżej 3 MWe), wytwarzanie energii elektrycznej i/lub ciepła z wykorzystaniem biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu szczątek roślinnych i zwierzęcych, elektrownie wiatrowe o mocy poniżej 10 MWe, pozyskiwanie energii z wód geotermalnych, elektrownie wodne o mocy poniżej 5 MWe, wysoko sprawna kogeneracja bez użycia biomasy.
Program OZE 2 w NFOŚiGW	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych o 120 MW i ilości energii	Lata 2009-2012	Inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych	<ul style="list-style-type: none"> wytwarzanie energii cieplnej przy użyciu biomasy (źródła rozproszone o mocy poniżej 20 MWt), wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu przy użyciu biomasy (źródła rozproszone o mocy poniżej 3 MWe), wytwarzanie energii elektrycznej i/lub ciepła z wykorzystaniem biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu szczątek roślinnych i zwierzęcych, elektrownie wiatrowe o mocy poniżej 10 MWe, pozyskiwanie energii z wód geotermalnych, elektrownie wodne o mocy poniżej 5 MWe, wysoko sprawna kogeneracja bez użycia biomasy, wytwarzanie energii cieplnej w pompach ciepła, wytwarzanie energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych, wytwarzanie energii cieplnej w instalacjach solarnych.

Rodzaj środka	Oczekiwany wynik	Data rozpoczęcia oraz zakończenia realizacji	Docelowa grupa lub działalność	Przewidywana technologia
Program OZE dla rodzin	Wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych (nie określono przyrostu mocy i ilości energii)	Lata 2009-2012	Inwestorzy w instalacje wytwórcze energii w źródłach odnawialnych	Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną i/lub ciepłą
Działanie 9.5 Wytwarzanie biopaliw ze źródeł odnawialnych, Program Infrastruktura i Środowisko	Projekty polegające na produkcji biokomponentów i biopaliw, w tym również biopaliw drugiej generacji	Rok 2010 – planowany	Podmioty wymienione w Szczegółowym opisie priorytetów POIiŚ pkt 17, a są nimi w przypadku działania 9.5 podmioty posiadające status przedsiębiorcy.	Technologie biopaliwowe
Program dla przedsiębiorców w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysoko sprawnej kogeneracji – Część 1	Wzrost wytwarzania w zakresie wysoko sprawnej kogeneracji	Rok 2010 – planowany	Podmioty podejmujące realizację przedsięwzięć z zakresu odnawialnych źródeł energii i wysoko sprawnej kogeneracji. Jeden wnioskodawca, działając w imieniu własnym lub za pośrednictwem spółek zależnych, w których ma udziały przekraczające 50%, może złożyć do danego konkursu tylko jeden wniosek o dofinansowanie.	Wytwarzanie energii ciepłej przy użyciu biomasy (źródła rozproszone o mocy poniżej 20 MWt) Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu przy użyciu biomasy (źródła rozproszone o mocy poniżej 3 MWe). Wytwarzanie energii elektrycznej i/lub ciepła z wykorzystaniem biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu szczątków roślinnych i zwierzęcych – elektrownie wiatrowe o mocy poniżej 10 MWe. Pozyskiwanie energii z wód geotermalnych Elektrownie wodne o mocy poniżej 5 MWe Wysoko sprawna kogeneracja bez użycia biomasy Wszystkie technologie OZE wytwarzające energię elektryczną i/lub ciepłą, bez elektrowni wodnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Krajowy plan...*, op.cit.

W zakresie odnawialnych źródeł energii w Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko znajdują się działania: 9.4, 9.5 i 9.6 (priorytet IX: Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność energetyczna) oraz działanie 10.3 (priorytet X: Bezpieczeństwo energetyczne, w tym dywersyfikacja źródeł energii).

W ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w 2010 roku zostały uruchomione środki finansowego wsparcia na rozwój OZE⁴.

Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 jest instrumentem realizacji polityki Unii Europejskiej w zakresie rozwoju obszarów wiejskich (PROW). Dokument określa cele, priorytety oraz zasady, na podstawie których będą wspierane działania dotyczące tej problematyki⁵.

Zakres pomocy obejmuje między innymi wytwarzanie lub dystrybucję energii ze źródeł odnawialnych, w szczególności wiatru, wody, energii geotermalnej, słońca, biogazu albo biomasy. W zakres ten wchodzi koszty inwestycyjne, w szczególności: zakup materiałów i wykonanie prac budowlano-montażowych, zakup niezbędnego wyposażenia. Beneficjentem mogą być gminy lub jednostki powołane przez gminy. Wysokość wsparcia może wynieść maksymalnie 75% kosztów kwalifikowanych, nie więcej niż 3 mln PLN dla jednej gminy (na odnawialne źródła energii) w okresie realizacji programu.

Obszary objęte Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich to obszary wiejskie oraz miejscowości do 5 tys. mieszkańców.

Wsparcie udzielone przez EkoFundusz⁶ należy do instrumentów finansowych o zasięgu ogólnokrajowym. Ekofundusz wsparł przedsięwzięcia szczególnie ważne dla ochrony środowiska w Polsce, w tym odnawialne źródła energii (OZE), na bazie wniosków zgłoszonych do 30 czerwca 2008 roku. Realizowane projekty objęły:

- elektrownie wiatrowe;
- kolektory słoneczne;
- urządzenia do kompostowania odpadów komunalnych;
- autobusy zasilane paliwem gazowym CNG.

EkoFundusz udzielił wsparcia finansowego wyłącznie w formie bezzwrotnych dotacji. Zasadniczo wyniosły one 10-30% kosztów projektu (do 50% dla inwestorów publicznych). Przyznawano je na zasadzie konkursu. Z uwagi na wyczerpanie środków, którymi dysponuje EkoFundusz, nie przewiduje się ogłaszania kolejnych konkursów na projekty w zakresie odnawialnych źródeł energii.

Elementem wdrażania pakietu klimatyczno-energetycznego jest Krajowy System Zielonych Inwestycji (*Green Investment Scheme* – GIS). To system, w ramach którego środki uzyskane ze zbycia w latach 2009-2012 jednostek przyznanej emisji są przeznaczane na dofinansowanie realizacji programów lub projektów związanych z ochroną środowiska, w szczególności z ograniczeniem

⁴ Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, dostęp: www.ekofundusz.org.pl [data wejścia: 15-08-2011].

⁵ Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, dostęp: www.minrol.gov.pl [data wejścia: 15-08-2011].

⁶ EkoFundusz, dostęp: www.ekofundusz.org.pl [data wejścia: 15-08-2011].

lub unikaniem krajowej emisji gazów cieplarnianych, pochłanianiem lub sekwestracją dwutlenku węgla, działaniami adaptacyjnymi do zmian klimatu, związanymi z ochroną powietrza, edukacją dotyczącą zobowiązań klimatycznych. Obszary, w których będą realizowane powyższe programy lub projekty, dotyczą także wykorzystania OZE a także prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w tym zakresie. Art. 23 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych⁷ przewiduje, że wpływy pochodzące ze sprzedaży jednostek przyznanej emisji powinny być przekazywane na wyodrębniony rachunek bankowy Narodowego Funduszu, tak zwany „rachunek klimatyczny”, którego obsługa jest bezpłatnie świadczona.

W marcu 2010 roku rozpoczęło się działanie operacyjne systemu, a mianowicie Krajowy Operator GIS ogłosił pierwszy konkurs na nabór wniosków o dofinansowanie termomodernizacji budynków użyteczności publicznej. Kolejnymi programami są: Biogazownie rolnicze, Elektrociepłownie na biomasę, Modernizacja sieci energetycznych pod kątem przyłączenia elektrowni wiatrowych oraz Modernizacja i rozwój ciepłownictwa.

Wprowadzony w Polsce system „zielonych” inwestycji jest przejrzysty, struktura organizacyjna oparta na NFOŚiGW, czyli jednostce zajmującej się finansowaniem projektów od ponad 20 lat, co zapewnia efektywne zarządzanie środkami finansowymi, a wymaganie dotyczące monitorowania efektów środowiskowych zapewni wiarygodność osiągniętych redukcji emisji⁸.

System będzie gwarantował transfer jednostek między państwami posiadającymi określone cele redukcyjne. Jego celem jest wzmocnienie proekologicznego efektu wynikającego ze zbywania nadwyżek przyznanej emisji.

Zrealizowanie założeń tego systemu z pewnością przyczyni się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą, do redukcji gazów cieplarnianych i wzrostu wykorzystania odnawialnych źródeł energii. O efektywności systemu zadecyduje ilość środków zgromadzonych na rachunku klimatycznym. Wydaje się, że największą szansę wśród OZE na finansowanie mają technologie najmniej emisyjne podczas cyklu ich życia, czyli na przykład energetyka wiatrowa, słoneczna oraz technologie biogazowe.

⁷Dz. U. nr 130, poz. 1070.

⁸I. Zborowska, *Zarabiamy na klimacie, czyli System Zielonych Inwestycji w Polsce jako przykład realizacji krajowych Projektów redukcji emisji*, dostęp: www.kropla2010.eko.org.pl [data wejścia: 06-06-2001].

2. Regionalne i lokalne systemy wsparcia na przykładzie województwa dolnośląskiego

2.1. Finansowanie z wojewódzkiego funduszu ochrony środowiska i gospodarki wodnej

Programy finansowania energetyki odnawialnej mają zastosowanie do wszystkich w zasadzie technologii OZE. Wśród źródeł finansowania szczególną rolę odgrywają: wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej (WFOŚiGW). Mogą one stosować zorientowane regionalne instrumenty wsparcia. Są to:

- pożyczki (okres kredytowania do 15 lat);
- kredyty (między innymi we współpracy z Bankiem Ochrony Środowiska, którego oprocentowanie wynosi około 2%, okres kredytowania wynosi do 4 lat, a maksymalny okres realizacji inwestycji do 6 miesięcy);
- dopłaty do oprocentowanych pożyczek i kredytów;
- dotacje.

Podstawą finansowania inwestycji w OZE w 2010 roku z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu jest lista przedsięwzięć priorytetowych planowanych do dofinansowania w 2010 roku. Udzielane są one na cele w ramach punktu 3 (Ochrona powietrza), pkt 3.4 – Racjonalizacja gospodarki energią oraz pkt 3.5 – Wykorzystanie źródeł energii odnawialnej, w tym biopaliw.

2.2. Regionalny Program Operacyjny

Innym źródłem adresowanych regionalnie środków są Regionalne Programy Operacyjne (RPO). Z nich finansowane są inwestycje o wartości poniżej 20 mln PLN. Beneficjentami pomocy w RPO są między innymi:

- jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia;
- jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną;
- podmioty wykonujące usługi publiczne na zlecenie jednostek samorządu terytorialnego, w których większość udziałów lub akcji posiada samorząd;
- podmioty wybrane w drodze ustawy Prawo Zamówień Publicznych, wykonujące usługi publiczne na podstawie obowiązującej umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego na świadczenie usług z danej dziedziny;
- Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe i jego jednostki organizacyjne;
- przedsiębiorstwa, w tym przedsiębiorstwa energetyczne, prowadzące działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i dystrybucji energii elektrycznej, ciepła i paliw gazowych;

- zakłady opieki zdrowotnej działające w publicznym systemie ochrony zdrowia – związane kontraktem z NFZ;
- parki narodowe i krajobrazowe;
- jednostki naukowe;
- instytucje kultury;
- szkoły wyższe;
- organy administracji rządowej;
- osoby prawne i fizyczne będące organami prowadzącymi szkoły i placówki;
- jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną;
- kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych;
- organizacje pozarządowe.

Tak szeroki krąg beneficjentów umożliwia wykorzystanie środków RPO w poszczególnych obszarach województwa w sposób dość elastyczny.

W ramach RPO dla województwa dolnośląskiego na finansowanie OZE przeznaczane są środki w ramach działania 5.1 – Odnawialne źródła energii. Wspierane będą inwestycje związane z upowszechnieniem wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej w układzie kogeneracji oraz rozbudowy ciepłowni i sieci dystrybucji ciepła. Preferowane będą inwestycje wykorzystujące odnawialne źródła energii (na przykład biomasa, energia geotermalna), a w szczególności te, które przestawiają się z paliw w formie ropy, gazu lub węgla na odnawialne źródła energii. Realizacja działania będzie promować likwidację indywidualnych źródeł ciepła będących emitentami tak zwanej niskiej emisji na rzecz systemowych rozwiązań kogeneracyjnych, a w szczególności następujące zadania:

- budowa, modernizacja jednostek wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych opartych na energii wodnej (w tym geotermalnej) oraz biomasie;
- budowa, modernizacja ciepłowni wraz z ich niezbędnym wyposażeniem;
- inwestycje w zakresie produkcji ciepła i energii elektrycznej w układzie kogeneracji o wysokiej wydajności zgodnie z dyrektywą nr 2004/8/WE;
- budowa, modernizacji sieci dystrybucji ciepła.

2.3. Wykorzystanie programów ogólnokrajowych na szczeblu wojewódzkim

Jako środek służący częściowo wsparciu produkcji energii elektrycznej z OZE realizowany na poziomie lokalnym można wskazać Program Rozwoju Obszarów Wiejskich opracowany na lata 2007-2013. W jego ramach o dofinansowanie mogą ubiegać się gminy lub jednostki powołane przez gminy. Maksymalna wartość projektu to 3 mln PLN dla jednej gminy w okresie realizacji programu, przy czym wysokość dofinansowania nie może przekroczyć 75% kosztów kwalifikowanych.

Zakres finansowania obejmuje między innymi wytwarzanie lub dystrybucję energii ze źródeł odnawialnych, w szczególności wiatru, wody, energii geotermalnej, słońca, biogazu albo biomasy. W zakres ten wchodzi koszty inwestycyjne, w szczególności: zakup materiałów i wykonanie prac budowlano-montażowych oraz zakup niezbędnego wyposażenia.

W ramach Priorytetu IX POIiŚ w szczególności wsparcie mogą uzyskać działania obejmujące między innymi:

- zwiększenie stopnia wykorzystania energii pierwotnej w sektorze energetycznym (na przykład wysoko sprawną kogenerację) – działanie 9.1 – Wysoko sprawne wytwarzanie energii;
- zwiększenie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych – działanie 9.4 – Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych.

Poszczególne działania obejmują różne technologie wytwarzania energii elektrycznej w OZE. Beneficjentami mogą być między innymi jednostki samorządu terytorialnego (JST) oraz ich grupy – związki, stowarzyszenia i porozumienia JST, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego. Beneficjent otrzymuje płatność w formie dotacji rozwojowej jako refundację poniesionych i udokumentowanych wydatków kwalifikowalnych lub jako zaliczkę na poczet przyszłych wydatków kwalifikowalnych. Możliwość udzielenia dofinansowania w formie zaliczki oraz wysokość ewentualnej zaliczki są rozpatrywane indywidualnie przez instytucję wdrażającą na etapie zawierania umowy o dofinansowanie z beneficjentem. Instytucja wdrażająca przy określaniu zasad udzielenia zaliczki będzie kierowała się zapisami rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego w sprawie wydatków związanych z realizacją programów operacyjnych, wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego w zakresie trybu dokonywania płatności i rozliczeń, wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego w zakresie sprawozdawczości oraz będzie miała na względzie ogólne przesłanki zawarte we wzorze umowy o dofinansowanie.

W ramach działania 9.4 w sektorze zaopatrzenia w ciepło wspierane są inwestycje w zakresie budowy jednostek wytwarzania ciepła ze źródeł odnawialnych. Program nic nie mówi na temat wspierania inwestycji w zakresie wytwarzania chłodu. Wsparciem zostaną objęte projekty dotyczące budowy lub zwiększenia mocy budowy lub zwiększenia mocy jednostek wytwarzania ciepła przy wykorzystaniu energii geotermalnej lub słonecznej. W ramach działania realizowane będą też inwestycje w zakresie wytwarzania ze źródeł odnawialnych energii w kogeneracji w układach niespełniających kryterium wysoko sprawnej kogeneracji. W tym działaniu będzie wspierana budowa tylko takich jednostek, w których wskaźnik skojarzenia (moc elektryczna do mocy cieplnej) jest większy niż 0,45. Projekty dotyczące kogeneracji w ramach konkursu oceniane będą w grupie projektów dotyczących wytwarzania energii elektrycznej i przy ich ocenie pod uwagę brane będą wyłącznie dane dotyczące energii elektrycznej. Inwestycje w zakresie wytwarzania energii w wysoko sprawnej kogeneracji ze źródeł odnawialnych realizowane będą w ramach działania 9.1, które to wyklucza możliwość wsparcia:

- technologii współspalania paliw kopalnych i biomasy lub biogazu;
- budowy lub przebudowy obiektów energetycznych spalających odpady komunalne (które będą wspierane z działania 2.1).

Wsparciu podlegać będą projekty o minimalnej wartości 20 mln PLN, z zastrzeżeniem dla projektów z obszaru wytwarzania energii elektrycznej z wyko-

rzystaniem biomasy i biogazu, dla których minimalna wartość projektu wynosi 10 mln PLN. Nie jest jasne, czy takiemu traktowaniu będą podlegać projekty inwestycyjne w zakresie kogeneracji z wykorzystaniem biomasy i biogazu. Maksymalny udział dofinansowania ustalony jest zgodnie z zasadami pomocy publicznej, które zostały określone rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 3 lutego 2009 r. w sprawie udzielania pomocy publicznej na inwestycje w zakresie budowy lub rozbudowy jednostek wytwarzających energię elektryczną lub ciepło z odnawialnych źródeł energii. Maksymalna kwota wsparcia nie może przekroczyć 40 mln PLN.

2.4. Regionalny Program Województwa Dolnośląskiego (Priorytet 5: regionalna infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku)

Celem priorytetu jest poprawa stanu infrastruktury energetycznej regionu poprzez modernizację sieci dystrybucji energii w celu zmniejszenia strat i zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii. Istotne znaczenie ma też zmniejszenie udziału paliw stałych oraz uwzględnienie wymagań ochrony środowiska w procesie wytwarzania energii, w tym wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Udział w budżecie priorytetu projektów dotowanych na obszarach wiejskich i małych miast będzie nie mniejszy niż 38%.

W ramach Działania 5.1 – Odnawialne źródła energii dąży się do zwiększenia udziału energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych. W ramach tego działania dofinansowane są również przedsięwzięcia z zakresu współpracy międzynarodowej i międzyregionalnej z tej dziedziny. Działanie może być realizowane przez:

- jednostki sektora finansów publicznych;
- związki i stowarzyszenia jednostek samorządu terytorialnego;
- przedsiębiorstwa energetyczne w rozumieniu ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz.U. nr 89, poz. 625 z późn. zm.);
- regionalne zarządy gospodarki wodnej;
- organizacje pozarządowe;
- szkoły wyższe.

Dofinansowanie przeznaczone jest na projekty dotyczące budowy i unowocześniania obiektów wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych opartych na energii wodnej (w tym geotermalnej) oraz biomasie, jak też współpracy międzynarodowej i międzyregionalnej (między innymi seminaria, konferencje).

Maksymalny udział środków UE w wydatkach kwalifikowanych:

- do 85% w przypadku projektów nieobjętych pomocą publiczną;
 - projekty objęte pomocą publiczną – zgodnie z zasadami pomocy publicznej.
- Minimalna i maksymalna wartość projektu nie dotyczącego współpracy międzynarodowej i międzyregionalnej:
- na obszarach nieobjętych Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich: od 300 tys. PLN do 10 mln PLN;
 - na obszarach objętych Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich: od 3 mln do 10 mln PLN (dotyczy tylko gmin).

Jeśli projekt dotyczy współpracy międzynarodowej i międzyregionalnej, maksymalna kwota wsparcia wynosi 30 tys. PLN.

3. Przyszłe instrumenty wsparcia

Działanie instrumentów wsparcia w obecnej postaci jest zagwarantowane do 2012 roku. Później należy oczekiwać zmian w systemie wsparcia. Przy przygotowaniu prognoz dotyczących poszczególnych rodzajów OZE do Krajowego planu działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku przyjęto następujące założenia ogólne:

1. W latach 2010-2011 oraz częściowo w roku 2012 przyjęty jest tylko umiarkowany (umiarkowanie wyższy od obserwowanego trendu wzrostowego w latach 2005-2009) rozwój poszczególnych rodzajów OZE, natomiast przyspieszony rozwój przyjęto w latach 2013-2020.
2. W latach 2010-2011 nie będą wprowadzone nowe lub dodatkowe formy wsparcia dla OZE.
3. Ewentualne wprowadzenie stałej taryfy (*Feed-in Tariff*) dla OZE nie będzie się wiązało z pogorszeniem wsparcia udzielanego obecnie. Taka zmiana może być tylko neutralna lub pozytywna na rzecz OZE. Natomiast w sytuacji istotnych obniżek kosztów inwestycji w niektórych rodzajach OZE będzie możliwe przyjęcie innych, odpowiednio niższych stawek wsparcia dla nowo planowanych inwestycji, z zachowaniem praw nabytych przez inwestorów, którzy już rozpoczęli działalność inwestycyjną, oraz praw użytkowników wykorzystujących OZE na własny użytek.
4. Uwzględnia się obecnie stosowane technologie wykorzystania OZE, jak i te, które mogą być rozwijane w przyszłości, w polskich warunkach funkcjonowania oraz rozwoju rynku energii, przy uwzględnieniu strony ekonomicznej, technicznej i formalno-prawnej. Wszystkie obliczenia kosztowe zostały wykonane w cenach stałych 2009 roku.
5. W zakresie rozwoju OZE w obszarze elektroenergetyki przewiduje się przede wszystkim rozwój źródeł opartych na energii wiatru oraz biomasie. Zakłada się jednak zwiększony wzrost ilości małych elektrowni wodnych. W zakresie rozwoju OZE w obszarze ciepłownictwa i chłodnictwa przewiduje się utrzymanie dotychczasowej struktury rynku, przy uwzględnieniu rozwoju geotermii oraz energii słonecznej.

Założenia te mogą stanowić podstawę oceny systemu wsparcia inwestycji w energetykę odnawialną. Przyjęto, że w latach 2010-2011 nie będą wprowadzone nowe lub dodatkowe formy wsparcia dla OZE⁹. W odniesieniu do istniejącego w 2010 roku kluczowego systemu świadectw pochodzenia energii nie ma pewności, czy będzie on kontynuowany 2016 roku. Jednak ewentualne wprowadzenie stałej taryfy (*Feed-in Tariff*) dla OZE nie będzie się wiązało z pogorsze-

⁹ Ibidem.

niem wsparcia udzielanego obecnie. Taka zmiana może być tylko neutralna lub pozytywna na rzecz OZE.

Zapowiada się także, że w sytuacji istotnych obniżek kosztów inwestycji w niektórych rodzajach OZE będzie możliwe przyjęcie innych, odpowiednio niższych stawek wsparcia dla nowo planowanych inwestycji, z zachowaniem praw nabytych przez inwestorów, którzy już rozpoczęli działalność inwestycyjną, oraz praw użytkowników wykorzystujących OZE na własny użytek.

Obecnie trwają prace nad przepisami implementującymi Dyrektywę 2009/28/WE. Stosowne zapisy znajdują się w ustawie o odnawialnych źródłach energii, której przyjęcie przewidywano jeszcze w 2010 roku, ale zamierzenia nie zrealizowano do września 2011 roku.

W Programie działań wykonawczych na lata 2009-2012, stanowiącym załącznik nr 3 do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku¹⁰, w części dotyczącej realizacji art. 16 dyrektywy 2009/28/WE zapowiadano, że Ministerstwo Gospodarki zamierza podjąć działania dla stworzenia warunków ułatwiających bezpośrednie wsparcie budowy nowych jednostek OZE i sieci elektroenergetycznych umożliwiających ich przyłączenie z wykorzystaniem funduszy europejskich oraz środków funduszy ochrony środowiska, w tym środków pochodzących z opłaty zastępczej i kar.

Przewiduje się następujące sposoby ich realizacji, które obejmą: udzielanie wsparcia ze środków publicznych na budowę nowych jednostek OZE, w tym produkujących biokomponenty i biopaliwa ciekłe oraz infrastruktury niezbędnej do przyłączenia OZE w ramach między innymi:

- Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2007-2013;
- regionalnych programów operacyjnych na lata 2007-2013;
- programów NFOŚiGW dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii, obiektów wysoko sprawnej kogeneracji oraz biopaliw.

Zgodnie z załącznikiem nr 3 do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku zostały zawarte konkretne działania wykonawcze mające na celu realizację założeń w zakresie rozwoju odnawialnych źródeł energii, między innymi poprzez wprowadzenie dodatkowych instrumentów wsparcia, zachęcających do szerszego wytwarzania ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii. Prace nad działaniem będą opierały się na przygotowaniu systemu promowania wykorzystania ciepła i chłodu z zasobów geotermalnych (w tym przy użyciu pomp ciepła) oraz energii słonecznej (przy zastosowaniu kolektorów słonecznych) i dokonaniu analizy zasadności wprowadzenia dodatkowych mechanizmów wsparcia dla ciepła i chłodu sieciowego wytwarzanego w odnawialnych źródłach energii (na przykład „zielonych” certyfikatów na ciepło z OZE).

W odniesieniu do biopaliw i biokomponentów realizacja NCW będzie wymagała zmiany regulacji krajowej z powodu maksymalnej, dopuszczonej ustawowo, 5% objętościowo zawartości biokomponentów w paliwach ciekłych. W Unii Europejskiej paliwo standardowe może zawierać (dyrektywa 2009/30/WE) już

¹⁰ *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, listopad 2009.

do 7% objętości estrów w oleju napędowym i może być sprzedawane na stacjach benzynowych bez specjalnego oznakowania dystrybutora. Nowa dyrektywa umożliwi także produkcję benzyn z dodatkiem do 10% objętości bioetanolu E10.

Należy zauważyć, że dotychczasowe instrumenty wsparcia o charakterze podatkowym muszą być zmodyfikowane w związku z zakończeniem 30 kwietnia 2011 roku funkcjonowania notyfikowanego programu pomocy publicznej. Najnowsze prawodawstwo UE zaostrzy wymagania stawiane przed uprawami roślin na cele energetyczne. Po raz pierwszy będzie wymagane, aby ich uprawy nie konkurowały z żywnością oraz nie zmniejszały bezpieczeństwa żywnościowego. Będzie także wymagane wypełnianie bardzo rygorystycznych wymagań dotyczących zrównoważonej produkcji, obowiązku wykonania analiz LCA4 dla produkcji i przetwarzania surowców rolnych na biokomponenty, biopaliwa i biopłyny aż po paliwa ciekłe.

Podsumowanie

Wsparcie dla odnawialnych źródeł energii odnosi się do dwóch obszarów – tworzenia instalacji do wytwarzania energii oraz samego wytwarzania energii. Wytwarzanie energii elektrycznej w źródłach odnawialnych jest wspierane głównie za pomocą obowiązku pozyskiwania i przedstawiania świadectw pochodzenia energii oraz przez stosowanie opłaty zastępczej. Natomiast wspieranie tworzenia instalacji ma mniejsze znaczenie i będzie ograniczone w czasie. Obecnie głównym źródłem wspierania są środki unijne i środki funduszy ekologicznych. W sytuacji istotnych obniżek kosztów inwestycji w niektórych rodzajach OZE należy oczekiwać innych, odpowiednio niższych stawek wsparcia dla nowo planowanych inwestycji.

Działanie instrumentów wsparcia w obecnej postaci jest zagwarantowane do 2012 roku. Później należy oczekiwać zmian w systemie wsparcia. Na podstawie informacji zawartych w programach rozwoju energetyki nie można ocenić, jaka będzie wysokość subsydiów na rzecz zwiększania mocy produkcyjnych w OZE. W szczególności nie można stwierdzić, czy skala dofinansowania inwestycji w OZE będzie współmierna do zniwelowania wyższych kosztów stworzenia nowych mocy wytwórczych w OZE w porównaniu z powiększaniem mocy wytwórczych w konwencjonalnych źródłach energii.

Z uwagi na konieczność modernizacji systemu wspierania rozwoju odnawialnych źródeł energii, a w szczególności dostosowania do unifikowanych rozwiązań europejskich, należy oprzeć rozwiązania przyszłego systemu wsparcia na różnicach w poziomie kosztów zewnętrznych różnych technologii. Przyjmowanie nowych zobowiązań objętych pakietem energetyczno-klimatycznym w Unii Europejskiej i ich rozdział między poszczególne kraje powinny respektować zasadę, że występujące w poszczególnych krajach większe nadwyżki ekologicznych kosztów zewnętrznych technologii konwencjonalnych nad ekologicznymi kosztami

zewnętrznymi technologiemi odnawialnymi powinny uzasadniać większy udział odnawialnych źródeł energii w wytwarzaniu energii w takich krajach.

W podejmowaniu decyzji o wsparciu publicznym rozwoju energii odnawialnej, a w szczególności dla określenia wielkości i zróżnicowania wsparcia publicznego dla rozwoju różnych technologii i inwestycji o różnych, ze względu na ekologiczne koszty zewnętrzne, lokalizacjach, powinno się uwzględniać wysokość ekologicznych kosztów zewnętrznych – zarówno unikniętych dla technologii wycofywanych, jak i powstających dla technologii wspieranych publicznie.



Magdalena Ligus

ANALIZA PORÓWNAWCZA OPŁACALNOŚCI FINANSOWO-EKONOMICZNEJ TECHNOLOGII ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Magdalena Ligus, dr – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

adres korespondencyjny:
Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
e-mail: magdalena.ligus@ue.wroc.pl

COMPARATIVE ANALYSIS OF FINANCIAL AND ECONOMICAL VIABILITY OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES

SUMMARY: The paper concerns the assessment of financial and economic effectiveness of priority technologies in renewable energy sources in Poland: wind power plant, biogas power plant, solar-thermal collector for heating of domestic hot water. In the paper the financial consequences of government system supporting green electricity and heating are described. Generally the investment's net present value can be obtained only if those mechanisms will be implemented, but different technologies require different intensity of support.

KEY WORDS: financial and economic viability, technology, renewable energy sources

Wstęp

Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (KPD) w grudniu 2010 roku, jako realizacja zobowiązania wynikającego z art. 4 ust. 1 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zapowiada wypracowanie nowych zasad wsparcia energii wytworzonej z OZE, które będzie zróżnicowane w zależności od nośnika energii odnawialnej, zainstalowanej mocy urządzeń generujących energię oraz daty włączenia do eksploatacji lub modernizacji. Szczegółowe rozwiązania mają być zawarte w ustawie o odnawialnych źródłach energii. Założeniem tej regulacji ma być między innymi wdrożenie jednolitego i czytelnego systemu wsparcia producentów „zielonej” energii, który stanowiłby wystarczającą zachętę inwestycyjną do budowy nowych mocy wytwórczych, a tym samym spowodował zwiększanie udziału energii z OZE. System ma opierać się, tak jak obecnie, na mechanizmie tak zwanych świadectw pochodzenia. Zaproponowany mechanizm ma być zależny od technologii OZE i uwzględniać między innymi stopień zwrotu inwestycji, postęp techniczny, w tym obniżenie kosztów stosowania technologii, oraz szacunkowy efektywny okres pracy instalacji. W KPD zapowiedziano również wprowadzenie dodatkowych instrumentów wsparcia zachęcających do szerszego wytwarzania ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii. Prace mają być oparte na przygotowaniu systemu promowania wykorzystania ciepła i chłodu z zasobów geotermalnych, pomp ciepła oraz energii słonecznej (przy zastosowaniu kolektorów słonecznych) oraz dokonaniu analizy zasadności wprowadzenia dodatkowych mechanizmów wsparcia dla ciepła i chłodu sieciowego wytwarzanego w odnawialnych źródłach energii (na przykład zielonych certyfikatów na ciepło z OZE).

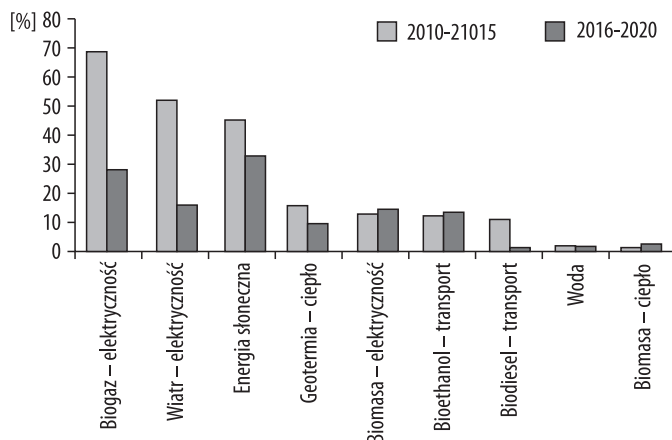
W artykule podjęto próbę przeprowadzenia porównawczej analizy opłacalności zarówno z punktu widzenia inwestora (analiza finansowa), jak i z punktu widzenia społecznego (analiza ekonomiczna) priorytetowych technologii OZE w Polsce. Przeprowadzono analizę opłacalności finansowej przy aktualnym systemie wsparcia poszczególnych technologii OZE, następnie opłacalności w warunkach wolnorynkowych, to jest bez systemu wsparcia. Taka analiza stanowiła dopiero punkt wyjścia dla propozycji „właściwego” minimalnego wsparcia (w ekwiwalencie dotacji) technologii zapewniającej opłacalność finansową. Następnie przeprowadzono analizę opłacalności ekonomicznej poszczególnych technologii OZE celem zweryfikowania zasadności przyznawanego wsparcia finansowego ze strony państwa.

1. Potencjał inwestycyjny i priorytetowe technologie w energetyce odnawialnej w Polsce do 2020 roku

Przyjęta przez rząd w listopadzie 2009 roku Polityka energetyczna Polski do 2030 roku wskazała nowy cel na 2020 rok – 15% udział odnawialnych źródeł energii. Jest to cel zgodny z nową dyrektywą 2009/28/WE. Nowa polityka energetyczna przewiduje dalszą dywersyfikację sektora energetyki odnawialnej w okresie 2010-2020. Do 2020 roku (perspektywa inwestorska) najszybsze roczne tempo wzrostu w całym sektorze rząd przewidywał w nowych technologiach, jak: biogaz, energetyka wiatrowa, energetyka słoneczna termiczna (rysunek 1). W pierwszej połowie dekady szczególnie wysokie tempo wzrostu (w sensie podaży energii) będzie miał biogaz rolniczy i energetyka wiatrowa (45-70% rocznie), a w drugiej w szczególności termiczna energetyka słoneczna (35%) i w dalszym ciągu biogaz i energetyka wiatrowa z bardzo wysokim (w obu przypadkach) tempem wzrostu rzędu 17-30% rocznie.

Rysunek 1

Średnioroczne tempo wzrostu rynku energetyki odnawialnej do 2020 roku [%]



Źródło: G. Wiśniewski, *Potencjał inwestycyjny w energetyce odnawialnej w Polsce do 2020 roku*, „Materiały Budowlane” 2011 nr 2.

Trafność wskazania priorytetowych technologii potwierdzają dane statystyczne za 2009 rok struktury nowych inwestycji w OZE (tabela 1).¹ Największe obroty na rynku sprzedaży i montażu technologii OZE do wytwarzania energii elektrycznej odnotowała energetyka wiatrowa i systemy kogeneracyjne na biomasę (łącznie z biogazem), a na rynku „zielonego” ciepła liderem była termiczna energetyka słoneczna (tu głównie kolektory słoneczne do podgrzewania ciepłej wody).

¹ G. Wiśniewski, *Potencjał inwestycyjny w energetyce odnawialnej w Polsce do 2020 roku*, „Materiały Budowlane” 2011 nr 2.

Tabela 1
Inwestycje i obroty na rynku energetyki odnawialnej w Polsce w 2009 roku

Wyszczególnienie	Polska	Polska	Polska, przyrost	Nakłady jednostkowe	Obroty
	[MW]	[MW]	mocy [MW]	[Euro/MW]	[mln Euro]
	2008	2009	2009/2008	2009	2009
Technologie „zielonej” energii elektrycznej (bez dużych elektrowni wodnych), w tym:	1548,3	2251,4	259,4		597,9
Elektrownie wiatrowe	451,1	725,0	259,4	1 300 000	337,2
Współspalanie biomasy z węglem	634,0*	1018,0*	384,0	265 000	101,8
Systemy CHP na biomasę	287,0	324,0	37,0	3 936 000	145,6
Mała energetyka wodna	175,2	183,0	7,8	1 531 000	11,9
Systemy PV	1,0	1,4	0,4	3 689 024	1,4
Technologie „zielonego” ciepła, w tym:	299,5	408,1	108,5		99,2
Kolektory słoneczne	256,2	357,0	100,8	892 857	90,0
Systemy geotermalne	29,1	36,3	7,3	1 252 000	9,1
Systemy ciepłownicze na biomasę	14,3	14,8	0,5	250 000	0,1
Wytwórnice biopaliw – razem					≈57,0
RAZEM					754,1

* umowna, przeliczeniowa moc jako równoważnik mocy w kotłach na czystą biomasę wg ilości energii wyprodukowanej wg URE w elektrowniach współpalających biomasę z węglem

Źródło: G. Wiśniewski, *Potencjał inwestycyjny...*, op.cit.; na podstawie danych statystycznych URE, GUS-u, IEO.

Szybki rozwój inwestycji, w szczególności w obszarze wytwarzania „zielonej” energii elektrycznej, zauważalny był w całej UE. Na rysunku 2 przedstawiono zestawienie nowych inwestycji w tym sektorze w UE na tle wszystkich inwestycji w wytwarzanie energii elektrycznej, łącznie z mocami odinstalowanymi w starych źródłach². Na ogólną nową moc zainstalowaną 27,5 GW już ponad 62% stanowiły OZE – 17 GW, w tym energetyka wiatrowa 12,2 GW oraz fotowoltaika (zaraz po nowych mocach na gaz ziemny). Energetyka odnawialna już po raz drugi z rządu zapewniła więcej niż połowę nowych inwestycji w moce wytwórcze energii elektrycznej w UE. Warto zwrócić uwagę na fakt, że w 2009 r. w przypadku energetyki węglowej i jądrowej więcej starych mocy zostało zdeinstalowanych niż nowych zainstalowanych.

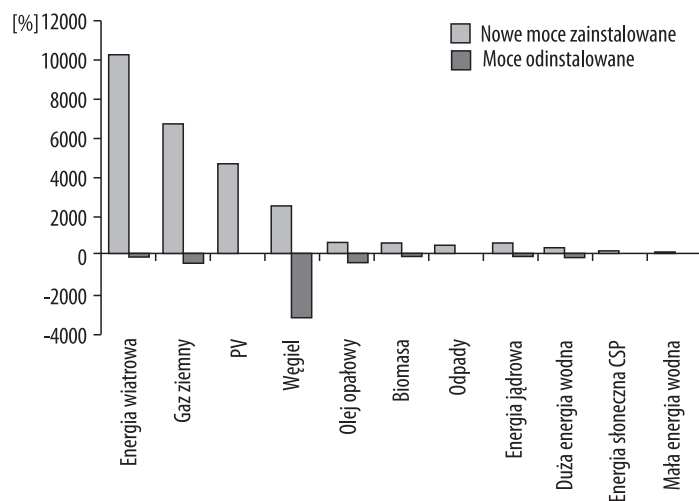
Nowe technologie OZE o najwyższych globalnych mocach zainstalowanych to kolektory słoneczne (do podgrzewania wody) – 180 GW i elektrownie wiatrowe – 159 MW.

Przytoczone dane świadczą o wysokiej dynamice przyrostu inwestycji w nowe technologie OZE pomimo bieżącego światowego kryzysu finansowego. Szereg przesłanek przemawia także za tezą o wysokim potencjale rozwoju rynku w dłuższej perspektywie.

² *Renewables account for 62% of the new electricity generation capacity installed in the EU in 2009*. Publication of Joint Research Centre of the European Commission IP/10/886, Brussels, 05th July 2010.

Rysunek 2

Zestawienie nowych inwestycji w sektorze OZE w UE na tle wszystkich inwestycji w wytwarzanie energii elektrycznej



Źródło: *Renewables account for 62% of the new electricity generation capacity installed in the EU in 2009*. Publication of Joint Research Centre of the European Commission IP/10/886, Brussels, 05th July 2010, Za: G. Wiśniewski: *Potencjał inwestycyjny...* op.cit.

2. Charakterystyka instrumentów wsparcia inwestycji w OZE w Polsce do 2020 roku

Identyfikacja oraz charakterystyka stanu prawnego i instrumentów wsparcia inwestycji w poszczególne technologie energetyki odnawialnej w Polsce umożliwia prawidłowe przeprowadzenie oceny opłacalności inwestycji w poszczególne technologie OZE.

Obecnie ustawowe wsparcie dla wytwórców energii z OZE obejmuje:

1. Obowiązek uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia energii elektrycznej wytwarzanej z OZE i kogeneracji lub uiszczenia opłaty zastępczej, nałożony na sprzedawców energii do odbiorców końcowych. Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa – Prawo energetyczne.
2. Obowiązek zakupu energii produkowanej z OZE nałożony na sprzedawców z urzędu. Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa – Prawo energetyczne.
3. Obowiązek operatorów sieci elektroenergetycznych priorytetowego udostępniania sieci dla energii z OZE i z kogeneracji. Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa – Prawo energetyczne.

4. Obniżenie o połowę opłaty za przyłączenie do sieci uiszczanej na rzecz operatorów sieci elektroenergetycznych, ustalonej na podstawie rzeczywistych kosztów poniesionych na realizację przyłączenia, dla odnawialnych źródeł energii o mocy zainstalowanej nie wyższej niż 5 MW oraz jednostek kogeneracji o mocy do 1 MW. Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa – Prawo energetyczne.
5. Zwolnienie wytwórców energii elektrycznej w OZE o łącznej mocy elektrycznej nieprzekraczającej 5 MW z wnoszenia:
 - opłaty skarbowej za wydanie koncesji,
 - opłaty skarbowej za wydanie świadectwa pochodzenia,
 - do budżetu państwa corocznej opłaty za uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii w OZE.

Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa – Prawo energetyczne. Ponadto producenci energii elektrycznej z biogazu rolniczego są zwolnieni z konieczności posiadania koncesji, lecz są zobowiązani do dokonania wpisu do rejestru prowadzonego przez prezesa Agencji Rynku Rolnego.

6. Zwolnienie energii wyprodukowanej w źródłach odnawialnych z podatku akcyzowego (20zł/MWh) przy jej sprzedaży odbiorcom końcowym. Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa o podatku akcyzowym.
7. Specjalne zasady bilansowania handlowego dla farm wiatrowych. Podstawę prawną tego wsparcia stanowi ustawa – Prawo energetyczne oraz IRiESP PSE Operator SA.

Z punktu widzenia inwestora na rynku OZE ważne są pewne wartości referencyjne dotyczące obowiązującego systemu wsparcia OZ. Zestawienie wartości referencyjnych na 2011 roku zawiera tabela 2.

Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw³ wprowadza najnowsze zmiany, między innymi dla „zielonej energii” oraz dla energii kogeneracyjnej. Wprowadza trzy rodzaje certyfikatów dla energii wytworzonej w wysoko sprawnej kogeneracji:

- dla jednostek o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej źródła do 1 MW lub opalanych paliwami gazowymi – żółte certyfikaty;
- dla jednostek o mocy powyżej 1 MW innych niż opalane paliwami gazowymi, metanem i gazem z przetwarzania biomasy – czerwone certyfikaty;
- dla jednostek opalanych gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy lub metanem uwalnianym i ujmowanym przy odmetanowaniu kopalń – fioletowe certyfikaty.

W myśl dodanego art. 9e ust. 1a ustawy przedsiębiorcy wytwarzający energię elektryczną i ciepło w źródle odnawialnym, spełniającym jednocześnie warunki wysoko sprawnej kogeneracji, od 11 marca 2010 roku mogą już ubiegać się o wydanie, dla tej samej ilości wytworzonej energii elektrycznej, świadectwa pochodzenia OZE, o którym mowa w art. 9e ust. 1 ustawy – Prawo energetyczne, i jednocześnie świadectwa pochodzenia CHP, o którym mowa w art. 9l ust. 1 ustawy – Prawo energetyczne. Zostały tym samym rozwiane dotychczasowe wą-

³ Dz. U. nr 21, poz. 104.

Tabela 2
Wartości referencyjne dotyczące systemu wsparcia OZE na 2011 rok

Wyszczególnienie	Jednostkowe wartości [zł/MWh]
Średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym za 2010 rok (ogłoszona przez Prezesa UREa)	195,32
Średnia cena sprzedaży energii elektrycznej wytworzonej w wysoko sprawnej kogeneracji w 2010 roku w jednostce kogeneracji (ogłoszona przez Prezesa UREb):	
a) opalanej paliwami gazowymi lub o łącznej mocy zainstalowanej energii elektrycznej źródła poniżej 1 MW	187,74
b) opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego lub gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy	243,59
c) innej niż wymieniona w punkcie a) i b)	190,47
Jednostkowa opłata zastępcza (OZE) po waloryzacji obowiązująca w 2011 roku (ogłoszona przez Prezesa UREc)	274,91
Jednostkowe opłaty zastępcze obowiązujące w 2011 r. dla kogeneracji (ogłoszone przez Prezesa UREd):	
a) opalanej paliwami gazowymi lub o łącznej mocy zainstalowanej energii elektrycznej źródła poniżej 1 MW, Ozg (odnoszące się do żółtych certyfikatów)	127,15
b) opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego lub gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy, Ozm (odnoszące się do fioletowych certyfikatów)	59,16
c) innej niż wymieniona w punkcie a) i b), Ozk (odnoszące się do czerwonych certyfikatów)	29,58
Średnia cena praw majątkowych do świadectw pochodzenia dla energii elektrycznej wyprodukowanej w OZE (PMOZE_A) z TGE za 07.2011 roku	281,84
Średnia cena praw majątkowych do świadectw pochodzenia dla energii elektrycznej wyprodukowanej w kogeneracji opalanej paliwami gazowymi lub o łącznej zainstalowanej mocy elektrycznej do 1 MW (PMGM) z TGE za 07.2011 roku	121,59
Średnia cena praw majątkowych do świadectw pochodzenia dla energii elektrycznej wyprodukowanej w kogeneracji opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego lub gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy (PMMET) z TGE za 2010 rok	-
Średnia cena praw majątkowych do świadectw pochodzenia dla energii elektrycznej wyprodukowanej w pozostałych jednostkach kogeneracyjnych (PMEC) z TGE za 2010 rok	22,6

^a Prezes URE: *Informacja nr 8/2011 w sprawie średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym za rok 2010*, Warszawa 31 marca 2011.

^b Prezes URE: *Informacja nr 9/2011 w sprawie średnich cen sprzedaży energii elektrycznej wytworzonej w wysoko sprawnej kogeneracji za 2010 rok*, Warszawa 31 marca 2011.

^c Prezes URE: *Informacja nr 3/2011 w sprawie zwaloryzowanej jednostkowej opłaty zastępczej, jaką należy stosować w celu obliczenia opłaty zastępczej przy realizacji obowiązku, o którym mowa w art. 9a ust. 1 i 2 ustawy – Prawo energetyczne za 2011 r.*, Warszawa 7 lutego 2011.

^d Prezes URE: *Informacja Prezesa URE nr 9/2010 w sprawie jednostkowych opłat zastępczych dla kogeneracji obowiązujących w 2011 r.*, Warszawa 28 maja 2010.

Źródło: opracowanie własne.

pliwości interpretacyjne dotyczące możliwości otrzymania dwóch rodzajów świadectw pochodzenia dla tej samej ilości wytworzonej energii elektrycznej w źródle odnawialnym, spełniającym jednocześnie warunki wysoko sprawnej kogeneracji. Ustawa stwarza również podstawy prawne dla rozwoju technologii włączania biometanu do sieci przesyłowej – tak zwane brązowe certyfikaty. Rozwój tej technologii jest uzależniony od kształtu oczekiwanego rozporządzenia wykonawczego⁴ do ustawy – Prawo energetyczne, w którym będą określone między innymi: sposób przeliczania ilości wytworzonego biogazu rolniczego na ekwiwalentną ilość energii elektrycznej, wytworzonej w OZE, wysokość rekompensaty oraz warunki techniczne, jakim powinien odpowiadać zatłaczany do sieci biogaz, a także warunki przyłączenia. Te zmiany zadecydują o opłacalności ekonomicznej i konkurencyjności tej metody w porównaniu z wytwarzaniem energii i ciepła w kogeneracji.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 lipca 2011 r. w sprawie sposobu obliczania danych podanych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia tych świadectw, uiszczania opłaty zastępczej i obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysoko sprawnej kogeneracji⁵ wchodzi w życie 10 września 2011 roku i zastępuje poprzednie rozporządzenie (Dz. U. nr 185/2007 r., poz. 1314). Zobowiązania ilościowe kształtują się następująco: w odniesieniu do tak zwanych żółtych certyfikatów – bez zmian w stosunku do rozporządzenia z 2007 roku: 3,3% w 2011 roku, 3,5% w 2012 roku; w odniesieniu do tak zwanych fioletowych certyfikatów okres wsparcia określono do 2018 roku: 0,4% w 2011 roku, 0,6% w 2012 roku, 0,9% w 2013 roku, 1,1% w 2014 roku, 1,3% w 2015 roku, 1,5% w 2016 roku, 1,8% w 2017 roku, 2,3% w 2018 roku; w odniesieniu do tak zwanych czerwonych certyfikatów: 22,2% w 2011 roku, 23,2% w 2012 roku.

O ile obowiązywanie świadectw pochodzenia zielonych (do 2017 roku) i fioletowych (do 2018 roku) jest zagwarantowane na kilka lat wcześniej, obowiązywanie świadectw żółtych i czerwonych gwarantuje się jak na razie tylko do 2012 roku łącznie. Najnowszy projekt rozporządzenia dotyczącego „zielonej” energii elektrycznej i ciepła gwarantuje mechanizm wsparcia do 2020 roku, wyznaczając następujące zobowiązania ilościowe uzyskania i przedstawienia do umorzenia prezesowi URE zielonych świadectw pochodzenia lub uiszczania opłaty zastępczej: 10,4% w 2011 i 2012 roku, 10,9% w 2013 roku, 11,4% w 2014 roku, 11,9% w 2015 roku, 12,4% w 2016 roku, 12,9% w 2017 roku, 13,4% w 2018 roku, 13,9% w 2019 roku, 14,4% w 2020 roku.

⁴ Projekt rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie potwierdzania danych dotyczących ilości wytwarzanego biogazu rolniczego wprowadzanego do sieci dystrybucyjnej gazowej. 10 września 2010 roku, Wersja nr 0,10.

⁵ Dz. U. nr 176/2011, poz. 1052.

3. Porównawcza ocena opłacalności finansowo-ekonomicznej oraz wymagany poziom wsparcia priorytetowych technologii OZE w Polsce

W odniesieniu do oceny opłacalności poszczególnych technologii OZE wykorzystano opracowania eksperckie IEO i Komisji Europejskiej oraz dokonano szczegółowych analiz opłacalności priorytetowych technologii w zakresie OZE w Polsce: energetyki wiatrowej, technologii biogazowych oraz energetyki słonecznej (kolektory słoneczne), a także określono minimalny poziom wsparcia finansowego (w ekwiwalencie dotacji) poszczególnych technologii ze strony państwa. Wykorzystano autorski model finansowy opracowany z myślą o poszczególnych technologiach.

Przeprowadzenie analizy porównawczej opłacalności priorytetowych technologii OZE w Polsce wymagało przyjęcia spójnych założeń wyjściowych. W szczególności dotyczyły prognozy cen energii „czarnej”, świadectw pochodzenia energii z OZE oraz wysoko sprawnej kogeneracji, stopy inflacji, struktury i kosztu kapitału z poszczególnych źródeł. Przeprowadzono analizę opłacalności finansowej przy aktualnym systemie wsparcia poszczególnych technologii OZE, następnie opłacalności w warunkach wolnorynkowych, to jest bez systemu wsparcia. Taka analiza stanowiła dopiero punkt wyjścia dla propozycji „właściwego” minimalnego wsparcia (w ekwiwalencie dotacji) technologii zapewniającej opłacalność finansową. Następnie przeprowadzono analizę opłacalności ekonomicznej poszczególnych technologii OZE celem zweryfikowania zasadności przyznawanego wsparcia finansowego ze strony państwa.

Wartości referencyjne dotyczące bieżącej ceny energii oraz świadectw pochodzenia energii na 2011 roku zostały zebrane w tabeli 2 i przedstawione w ramach omawiania otoczenia prawnego sektora OZE w Polsce. W odniesieniu do prognozy cen energii elektrycznej w czasie życia rozważanych projektów w każdej technologii – przyjęto czas życia 20 lat, posłużono się prognozą ekspercką IEO wykonaną w sierpniu 2011 roku.⁶ Ze względu na dotychczasowe trendy cenowe (średnie ceny sprzedaży za rok ubiegły ogłaszane corocznie przez prezesa URE) wydaje się, że przewidywania o skokowym wzroście cen energii do 2013 roku nie sprawdzają się. Stąd też bardziej prawdopodobna wydaje się teza o bardziej zrównoważonym i stopniowym wzroście cen energii w ciągu najbliż-

⁶ IEO za punkt wyjścia do prognozy eksperckiej przyjęło następujące opracowania zawierające prognozy cenowe: Polityka energetyczna Polski do 2030 r. (w jej ramach prognozę wykonaną przez Agencję Rynku Energii S.A. w 2009 roku na podstawie danych dostępnych w 2008 roku); Raport „Dostosowanie systemu wsparcia dla energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii do zmian zachodzących w kosztach wytwarzania energii z paliw kopalnych” wykonany przez Case Doradcy w grudniu 2009 roku na zlecenie Ministerstwa Gospodarki; praktyka inwestorska w zakresie prognozowania cen energii „czarnej” – reprezentowana przez polskie duże przedsiębiorstwa energetyczne, podejście zagranicznych przedsiębiorstw energetycznych inwestujących w Polsce.

szych kilku lat. W modelach ekonomicznych, stanowiących podstawę do obliczeń opłacalności inwestycji, IEO zakłada obecnie 5% roczne wzrosty cen energii czarnej do 2020 roku oraz 2% po 2020 roku.

Odnosnie do prognozy cen świadectw pochodzenia energii zgodnie z opinią ekspercką IEO założono, że do 2018 roku jednostkowe przychody z tytułu zielonych świadectw pochodzenia oraz do 2020 roku kogeneracyjnych świadectw pochodzenia będą rosły zgodnie z tempem wzrostu cen energii elektrycznej (5%). Następnie założono utrzymanie obecnego systemu wsparcia, ale zmniejszenie jego intensywności i skompensowanie względnego spadku cen jednostkowych świadectw wzrostem cen za sprzedawaną energię. Spełniony jest tym samym warunek zachowania stałego sumarycznego przychodu z tytułu świadectw pochodzenia i energii elektrycznej.

Przyjęto współczynnik inflacji w całym okresie życia inwestycji 2,5%. W odniesieniu do struktury finansowania w wariantcie podstawowym przyjęto udział kapitału własnego 20% oraz kredytu komercyjnego 80%, przy czym stopę kosztu kapitału własnego (określoną na podstawie kosztu alternatywnego kapitału dla inwestora) przyjęto na poziomie 8,00% oraz kosztu kapitału obcego 8,5% przy kredytowaniu 12-letnim; dla technologii produkcji ciepła z kolektorów słonecznych stopę kosztu kapitału własnego przyjęto na poziomie 5% (określoną na podstawie kosztu alternatywnego kapitału dla gospodarstw domowych).

Cenę sprzedaży ciepła z biogazowni możliwą do uzyskania przyjęto na poziomie 22 PLN/GJ.

Obliczoną przy powyższych założeniach efektywność finansową należy porównać z efektywnością ekonomiczną (społeczną) w celu ustalenia zasadności wysokości udzielanego wsparcia ze strony państwa. Rachunek przepływów pieniężnych na potrzeby oceny efektywności ekonomicznej można sporządzić, dokonując pewnych korekt w rachunku przepływów pieniężnych, sporządzonym na etapie oceny efektywności finansowej przedsięwzięcia, poprzez:

- usunięcie z rozpatrywanych strumieni pieniężnych elementów transferów, jak podatki, cła, subwencje, dotacje, transakcje kredytowe (o ile zostały uwzględnione na etapie analizy finansowej);
- wyeliminowanie istniejących zniekształceń, polegające na szacowaniu cen, jeśli takie nie istnieją (dotyczy to kosztów i korzyści zewnętrznych oraz dóbr publicznych), lub korygowaniu cen obserwowanych na rynkach, ale nie odzwierciedlających wartości społecznej dóbr i usług – w odniesieniu do rozpatrywanych inwestycji w OZE przyjęto, że cena energii jest ceną efektywnościową, odzwierciedlającą wartość społeczną;
- korektę stopy dyskontowej zastosowanej na etapie analizy finansowej do społecznej stopy dyskontowej (*Social Discount Rate* – SDR); Komisja Europejska na potrzeby analizy kosztów i korzyści zaleca stosowanie SDR na poziomie 5,5%.⁷

⁷ Przewodnik do analizy kosztów i korzyści przedsięwzięć inwestycyjnych, Komisja Europejska, Raport końcowy, 16.06.2008, s. 15.

W przypadku inwestycji w OZE istotne korekty polegają na oszacowaniu wartości środowiskowych korzyści oraz ewentualnych kosztów zewnętrznych. Zastosowano szacunki będące rezultatem projektu Komisji Europejskiej CASES⁸ (*Cost Assessment of Sustainable Energy Systems*) z 2008 roku. Przeprowadzone w projekcie CASES analizy dowiodły że analizowane tam technologie OZE to generalnie „czyste” technologie (dotyczy technologii do produkcji energii elektrycznej; odrębnie przeprowadzano analizy inwestycji CHP) – udział kosztów zewnętrznych w całkowitym koszcie produkcji stanowi, w zależności od technologii OZE, od 1% do 2% kosztu całkowitego (dla porównania – dla technologii węglowych najwyższy udział kosztów zewnętrznych to około 50% kosztu całkowitego).⁹ Korzyści środowiskowe inwestycji w OZE mogą być oszacowane na podstawie wysokości kosztów unikniętych. W warunkach polskich można przyjąć, że OZE zastępują paliwa konwencjonalne. Jako uniknięty koszt środowiskowy przyjęto wysokość kosztu środowiskowego produkcji energii w elektrowni węglowej kondensacyjnej. Oszacowania kosztów zewnętrznych obejmowały wpływ na zdrowie ludzi, florę i faunę, emisję substancji radioaktywnych oraz emisję gazów cieplarnianych w całym cyklu życia. Zestawienie kosztów zewnętrznych w Polsce dla rozpatrywanych technologii zawiera tabela 3.

Tabela 3

Koszt zewnętrzny produkcji energii w Polsce dla wybranych technologii OZE według CASES

Technologia	Środowiskowy koszt zewnętrzny 2005-2010 [Ec/kWh]	Środowiskowy koszt zewnętrzny 2005-2010 [PLN/MWh] 1 EUR = 4 PLN	Środowiskowy koszt zewnętrzny – 2020 rok [Ec/kWh]	Środowiskowy koszt zewnętrzny – 2030 rok [Ec/kWh]
Energetyka wiatrowa lądowa	0,1069 (2% k. całkowitego)	4,276	0,0804 (1% k. całkowitego)	0,0839 (1% k. całkowitego)
Biogazownia (CHP)	3,5405 (ok. 11% k. całkowitego)	141,62	4,6702 (26% k. całkowitego)	5,0597 (44% k. całkowitego)
Kolektory słoneczne (produkcja energii elektrycznej)	0,1248 (1% k. całkowitego)	5	0,1292 (1% k. całkowitego)	0,1248 (1% k. całkowitego)
Elektrownia węglowa kondensacyjna	3,2518 (49% k. całkowitego)	130	3,8018 (54% k. całkowitego)	4,7108 (60% k. całkowitego)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: CASES, *Full cost estimates of the use of different energy sources*, EC, September 2008.

Może dziwić wysokość kosztu zewnętrznego dla elektrociepłowni biogazowej (większość tego kosztu związana z wpływem na zdrowie ludzi), jest on nawet nieco wyższy w porównaniu z kosztem zewnętrznym dla elektrowni węglowej kondensacyjnej. Technologia biogazowa jest generalnie droga (koszt prywatny ponad 30 Ec/kWh), więc w ujęciu procentowym koszt zewnętrzny stanowi nie-

⁸ CASES – *Costs assessment of sustainable energy systems, WP 6 Report: Development of a set of full cost estimates of the use of different energy sources and its comparative assessment in EU countries*, EC, September 2008.

⁹ Ibidem, p. 16.

wielką część kosztu całkowitego (inaczej społecznego: koszt prywatny i zewnętrzny), podczas gdy dla elektrowni węglowej stanowi około 50% kosztu całkowitego. Oczekiwany koszt prywatny dla biogazowni na 2020 roku jest około trzykrotnie niższy, ale koszt zewnętrzny nieco wzrasta aż do 2030 roku (okres objęty prognozą). To samo dotyczy innych technologii (poza wiatrową, która zresztą obciążona jest minimalnymi kosztami zewnętrznymi). Należy pamiętać, że kategorie kosztów stanowiące największy udział w oszacowanym koszcie zewnętrznym to wpływ na zdrowie i życie ludzi, które to kategorie w większości opierają się na szacunku gotowości do zapłaty (*willingness to pay*, WTP). Wraz ze wzrostem zamożności społeczeństw WTP będzie rosło.

Jako bazowe inwestycje do analiz modelowych przyjęto:

1. Budowę lądowej farmy wiatrowej o mocy zainstalowanej 50 MW. Podstawowe parametry:
 - sprawność – 27%;
 - produkcja energii – 118341 MWh/rok;
 - nakłady inwestycyjne – 320 000 000 PLN;
 - koszty operacyjne – 9 018 000 PLN rocznie;
 - struktura przychodów – 60 703 000 PLN w 2012 roku:
 - sprzedaż energii elektrycznej 24 848 000 PLN,
 - sprzedaż zielonych certyfikatów 35 855 000 PLN.

Zestawienie kryteriów oceny opłacalności finansowej oraz ekonomicznej zawiera tabela 6.

Tabela 4

Kryteria oceny opłacalności finansowej i ekonomicznej modelowej farmy wiatrowej 50 MW

Wyszczególnienie	Inwestycja	NPV [PLN]	IRR [%]	PB [lata]	DPB [lata]
Efektywność finansowa dla inwestora; k = 8%	Park wiatrowy 50MW	356 675 000	30,93	5	5,83
Efektywność finansowa bez wsparcia państwa; k = 8%	Park wiatrowy 50MW	-81 036 000	-	-	-
Efektywność ekonomiczna (społeczna); SDR = 5,5%	Park wiatrowy 50MW	537 638 000	15,74	7,74	9,88

Źródło: opracowanie własne.

Analiza typowej inwestycji w energetykę wiatrową zdaje się potwierdzać często wyrażany w literaturze pogląd, jakoby efektywność ekonomiczna tych inwestycji była zdecydowanie wyższa od ich efektywności finansowej (bez wsparcia państwa). Efektywność ekonomiczna kształtuje się na wysokim poziomie, a zatem energetyka wiatrowa powinna być rozwijana, gdyż prowadzi to do wzrostu dobrobytu społecznego. Jednak inwestycje nie są efektywne finansowo, a zatem bez ingerencji państwa rynek nie doprowadziłby do ich realizacji, prowadząc do ubytku dobrobytu społecznego. Wysoka efektywność ekonomiczna, przy niskiej, często ujemnej efektywności finansowej inwestycji w energetykę odnawialną, potwierdza zasadność działań państwa w celu wsparcia rozwoju tego sektora.

Jednak w przypadku modelowej farmy wiatrowej efektywność finansowa wykreowana przez mechanizmy wsparcia jest zbyt wysoka, to jest nieuzasadniony ze społecznego punktu widzenia transfer do inwestora. Mechanizmy wsparcia powinny być tak dobrane, aby zapewnić inwestorowi minimalną oczekiwaną stopę zwrotu, stanowiącą rekompensatę za czas i ryzyko. System wsparcia w obecnym kształcie generuje dla inwestorów (w szczególności dużych farm wiatrowych) ponadprzeciętną stopę zwrotu (w przykładzie IRR = 31%). A zatem zapowiedziane w KPD-e zróżnicowanie systemu wsparcia ze względu na technologie i skalę inwestycji jest bardzo pożądane ze społecznego punktu widzenia.

Wartość inwestycji (NPV) przy samofinansowaniu, bez uwzględnienia mechanizmów wsparcia, to -81 036 000 PLN, a więc inwestycja wykazałaby stratę. W tabeli przedstawiono wartość tworzoną przez w tym przypadku jeden mechanizm wsparcia, jakim są przychody ze sprzedaży praw majątkowych do certyfikatów energii z OZE.

Tabela 5

Analiza wartości modelowego projektu budowy farmy wiatrowej tworzonej przez mechanizmy wsparcia

Kategorie wartości	Wartość [PLN]
Wartość przedsięwzięcia przy samofinansowaniu	-81 036 000
Wartość tworzona przez mechanizm wsparcia:	
Przychody z tytułu zielonych certyfikatów	+437 711 000
NPV z mechanizmami wsparcia	+356 675 000

Źródło: opracowanie własne.

Następnie określono minimalne wymagane wsparcie ze strony państwa – wyliczone w ekwiwalencie dotacji, zapewniające możliwość uruchomienia inwestycji zapewniającej inwestorowi wymaganą stopę zwrotu 8%. Minimalne wsparcie w formie dotacji wynosi przy stopie dyskontowej 8% 81 036 000 PLN, co stanowi 25,3% nakładów inwestycyjnych.

2. Budowę elektrociepłowni biogazowej rolniczej o mocy 0,86 MWel (dla instalacji poniżej 1MWel możliwość uzyskania żółtych świadectw pochodzenia z kogeneracji). Podstawowe parametry:

Wsad:

- gnojowica świńska – 30.000 t/r, substrat własny pozyskiwany jako darmowy odpad;
- kiszonka kukurydzy – 15.000 t/r, pozyskiwana po cenie rynkowej – 100 PLN/t.

Przechowywanie przefermentowanej pulpy: wybrano laguny, co jest rozwiązaniem znacznie tańszym niż budowa zbiornika żelbetowego; warunek dostępności wystarczającej ilości terenu pod inwestycję: 4 ha.

Produkcja energii:

- energii elektrycznej – 6,9 GWh/r;
- ciepła – 28,0 TJ/r.

Pulpa pofermentacyjna (ilość: 41,2 tys. m³/r):

- sposób przechowywania – laguny – 2,3 ha;
- sposób zagospodarowania – wykorzystanie na polach własnych;
- wymagana powierzchnia pól do nawożenia – 1,5 tys. ha.

Nakłady inwestycyjne – 15 518 728 PLN.

Koszty operacyjne bez amortyzacji – 3 861 503 PLN.

Struktura przychodów – 5 110 833 PLN w 2013 roku):

- sprzedaż energii elektrycznej 1 344 684 PLN;
- sprzedaż ciepła 164 406 PLN;
- sprzedaż zielonych certyfikatów 1 940 332 PLN;
- sprzedaż żółtych certyfikatów 837 089 PLN;
- rekompensata (uniknięty wydatek) za wykorzystanie pulpy na polach własnych 824 322 PLN.

Dokonano również wariantowej oceny opłacalności finansowej z uwagi na istnienie wielu czynników ryzyka w przypadku budowy biogazowni, jak:

- Konieczność zakupu gnojowicy po cenie około 50 PLN/t: gnojowica w porównaniu z innymi substancjami charakteryzuje się niższą produktywnością biogazu. W porównaniu z kiszonką kukurydzy 1 tona gnojowicy wyprodukuje 6-krotnie mniej biogazu. Natomiast cena za zakup 1 tony gnojowicy jako substratu jest 2-krotnie niższa. Jeżeli za substraty trzeba będzie płacić, lepiej zdecydować się na materiał o wyższej produktywności biogazu.
- Przekazywanie przefermentowanej pulpy za darmo okolicznym rolnikom: analizowana biogazownia wykorzystuje pulpę pofermentacyjną na polach własnych (założono, że przy braku własnego nawozu koszt zakupu wynosi 20 PLN/t); w analizie wrażliwości rozważano również inne opcje, na przykład możliwość przekazania nieodpłatnie okolicznym rolnikom (brak przychodów rzędu 15%).
- Brak wystarczającej ilości terenu, co powoduje konieczność budowy zbiornika żelbetowego zamiast lagun: budowa zbiornika żelbetowego do przechowania takiej samej ilości pulpy pofermentacyjnej przez 6 miesięcy w roku charakteryzuje się wielokrotnie wyższymi jednostkowymi nakładami inwestycyjnymi.

Przeprowadzona wariantowa ocena opłacalności typowej inwestycji w biogazownię rolniczą poniżej 1 MWel wskazuje, że przy obecnym systemie wsparcia tego typu inwestycje są na granicy opłacalności lub są nieopłacalne (tabela 8). Dodatkowo inwestycje w biogazownię charakteryzują się dużą liczbą czynników ryzyka wybitnie wpływających na opłacalność finansową. Spełnienie tylko jednego z wymienionych powyżej czynników powoduje, że inwestycja staje się nieopłacalna, generując ogromną stratę. Potwierdza to również zasadność zapowiedzianego zróżnicowania systemu wsparcia ze względu na technologię i skalę inwestycji. Oczywiście, analiza opłacalności biogazowni w przypadku braku instrumentów wsparcia wskazuje na zupełny brak wykonalności finansowej tego typu inwestycji. Ocena opłacalności ekonomicznej – przy zastosowaniu wartości środowiskowych efektów zewnętrznych według projektu CASES KE – wskazuje również na brak opłacalności z punktu widzenia społecznego. Uzasadnieniem

Tabela 6

Kryteria oceny opłacalności finansowej i ekonomicznej modelowej biogazowni 0,86 MWel

Wyszczególnienie	Inwestycja	NPV [zł]	IRR [%]	PB [lata]	DPB [lata]
Efektywność finansowa dla inwestora; k = 8%	Biogazownia rolnicza 0,86MWel	4 060 000	17,5%	6,4	8,37
	a) Konieczność zakupu gnojowicy (50 PLN/t)	-10 145 910	-	-	-
	b) Przekazywanie przefermentowanej pulpy za darmo okolicznym rolnikom	-3 659 644	-	-	-
	c) konieczność budowy zbiornika żelbetowego zamiast lagun	- 7 000 000	-	-	-
Efektywność finansowa bez wsparcia państwa; k = 8%	Biogazownia rolnicza 0,86MWel	-22 631 972	-	-	-
Efektywność ekonomiczna; SDR = 5,5%	Biogazownia rolnicza 0,86MWel	-31 853 363	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

realizacji programu rozwoju biogazowni w Polsce może być tylko realizacja ważnych celów społecznych nie uwzględnionych w modelu.

Wartość inwestycji (NPV) przy samofinansowaniu, bez uwzględnienia mechanizmów wsparcia, to -22 631 972 PLN, a więc inwestycja wykazałaby wysoką stratę. W tabeli 7 przedstawiono wartość tworzoną przez poszczególne mechanizmy wsparcia.

Tabela 7

Analiza wartości modelowego projektu budowy biogazowni 0,86 MWel tworzonej przez poszczególne mechanizmy wsparcia

Kategorie wartości	Wartość [PLN]
Wartość przedsięwzięcia przy samofinansowaniu	-31 932 156
Wartość tworzona przez mechanizm wsparcia:	
Przychody z tytułu zielonych certyfikatów	+27 232 417
Przychody z tytułu żółtych certyfikatów	+8 757 975
Kredyt preferencyjny	0
NPV z mechanizmami wsparcia	+4 058 236

Źródło: opracowanie własne.

Następnie obliczono minimalne wymagane wsparcie ze strony państwa – wyliczone w ekwiwalencie dotacji, stwarzające możliwość uruchomienia inwestycji zapewniającej inwestorowi wymaganą stopę zwrotu 8%. Minimalne wsparcie wynosi 22 784 541 PLN, co stanowi aż 147% nakładów inwestycyjnych.

3. Rozważano również opłacalność budowy biogazowni o mocy zainstalowanej wyższej od 1 MWel (dokładnie 1,03 MWel).

Skutkuje to obniżeniem przychodów ze względu na przysługujące tańsze świadectwa fioletowe z kogeneracji zamiast droższych świadectw żółtych. Przychody z tytułu fioletowych certyfikatów wynoszą blisko 500 tys. PLN/rok, co stanowi około 10,5% przychodów rocznych (dla biogazowni 0,86 MWel przychody z tytułu żółtych certyfikatów to 837 tys. PLN/rok, co stanowi 19,5% przychodów rocznych). Okazuje się, że tak niewielka zmiana w mocy zainstalowanej doprowadzi do braku opłacalności finansowej inwestycji (tabela 8). Podobnie jak dla biogazowni 0,86 MWel, inwestycja nie jest również opłacalna ekonomicznie.

Tabela 8
Kryteria oceny opłacalności finansowej i ekonomicznej modelowej biogazowni 1,03 MWel

Wyszczególnienie	Inwestycja	NPV [PLN]	IRR [%]	PB [lata]	DPB [lata]
Efektywność finansowa dla inwestora (FCFE); k = 8%	Biogazownia rolnicza 1,03 MWel	-70 494	7,8%	9,6*	-
Efektywność finansowa bez wsparcia państwa; k = 8%	Biogazownia rolnicza 1,03 MWel	- 25 245 128	-	-	-
Efektywność ekonomiczna; SDR = 5,5%	Biogazownia rolnicza 1,03 MWel	-35 577 371	-	-	-

*projekt nietypowy, w okresie eksploatacji są również przepływy ujemne

Źródło: opracowanie własne.

Następnie wskazano minimalne wymagane wsparcie ze strony państwa – wyliczone w ekwiwalencie dotacji, stwarzające możliwość uruchomienia inwestycji zapewniającej inwestorowi wymaganą stopę zwrotu 8%. Minimalne wsparcie wynosi 25 245 128 PLN, co stanowi aż 145% nakładów inwestycyjnych.

4. Budowę elektrociepłowni biogazowej utylizacyjnej (ma odmienną specyfikę w stosunku do biogazowni rolniczej) o mocy 1,81 MWel (dla instalacji powyżej 1MWel możliwość uzyskania fioletowych świadectw pochodzenia z kogeneracji). Podstawowe parametry:

Wsad:

- odpady przyjęte do utylizacji (opłata za przyjęcie do utylizacji (70 PLN/t): krew 2 tys. t/r, tłuszcz z odłuszczaczy 3 tys. t/r, wnętrzności i części mięsne 500 t/r, skratki 2 tys. t/r;
- odpady nabywane po cenie rynkowej (50 PLN/t): odpady kuchenne 9 tys. t/r, wywar pogorzelniany zbożowy 20 tys. t/r, odchody drobiowe podsuszone 10 tys. t/r.

Produkcja energii:

- energii elektrycznej – 14,5 GWh/r;
 - ciepła – 58,8 TJ/r
- Pulpa pofermentacyjna (ilość – 50,6 tys. t/r):
- sposób przechowywania – zbiornik;
 - sposób zagospodarowania – wylanie na łąki.
- Nakłady inwestycyjne – 37 728 513 PLN.

Koszty operacyjne bez amortyzacji – 5 055 957 PLN rocznie.

Struktura przychodów – 8 804 452 PLN w 2013 roku:

- sprzedaż energii elektrycznej – 2 829 522 PLN;
- sprzedaż ciepła – 510 002 PLN;
- sprzedaż zielonych certyfikatów – 4 082 902 PLN;
- sprzedaż fioletowych certyfikatów – 857 027 PLN;
- odpłatność za przyjęcie odpadów do utylizacji – 525 000 PLN.

Tabela 9

Kryteria oceny opłacalności finansowej i ekonomicznej modelowej biogazowni 1,81 MWel

Wyszczególnienie	Inwestycja	NPV [zł]	IRR [%]	PB [lata]	DPB [lata]
Efektywność finansowa dla inwestora; k = 8%	Biogazownia utylizacyjna 1,81 MWel	10 706 090	19	5,7	7,24
Efektywność finansowa bez wsparcia państwa; k = 8%	Biogazownia utylizacyjna 1,81 MWel	-40 751 374 zł	-	-	-
Efektywność ekonomiczna; SDR = 5,5%	Biogazownia utylizacyjna 1,81 MWel	-52 703 308	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Podobnie jak w przypadku dwóch wcześniejszych modelowych przykładów, biogazownia utylizacyjna jest opłacalna finansowo (tabela 9), przy czym opłacalność jest na dość wysokim poziomie (IRR = 19%), natomiast w warunkach braku instrumentów wsparcia inwestycja biogazowa nie jest wykonalna finansowo. Przy przyjętych założeniach inwestycja nie wykazuje również opłacalności ekonomicznej.

Największą wrażliwość na zmianę parametrów pracy biogazowni utylizacyjnej wykazał brak możliwości wylewania pulpy pofermentacyjnej na łąki. Dla materiału pofermentacyjnego zawierającego materiał z produkcji przemysłowej możliwość taka istnieje, ale po spełnieniu określonych wymagań prawnych oraz logistycznych. W przypadku braku zgody na takie postępowanie pulpę pofermentacyjną należy odwozić. Suchą masę należy zutylizować poprzez spalanie w zakładzie utylizacyjnym, natomiast odciek zawrócić do zbiornika (co zmniejszy zapotrzebowania na wodę do rozcieńczenia), a nadmiar skierować do oczyszczalni ścieków. Natomiast koszt spalania frakcji stałej w zakładzie utylizacyjnym wynosi kilkaset złotych za tonę, co w praktyce eliminuje możliwość stosowania takiego rozwiązania ze względów ekonomicznych.

Wartość inwestycji (NPV) przy samofinansowaniu, bez uwzględnienia mechanizmów wsparcia, to -40 751 374 PLN, a więc inwestycja wykazałaby wysoką stratę. W tabeli 10 przedstawiono wartość tworzoną przez poszczególne mechanizmy wsparcia.

Następnie wskazano minimalne wymagane wsparcie ze strony państwa – wyliczone w ekwiwalencie dotacji, stwarzające możliwość uruchomienia inwestycji zapewniającej inwestorowi wymagana stopę zwrotu 8%. Minimalne wsparcie wynosi 40 751 374 PLN, co stanowi aż 108% nakładów inwestycyjnych.

Tabela 10
 Analiza wartości modelowego projektu budowy biogazowni 1,03 MWel tworzonej
 przez poszczególne mechanizmy wsparcia

Kategorie wartości	Wartość [PLN]
Wartość przedsięwzięcia przy samofinansowaniu	-44 908 188
Wartość tworzona przez mechanizm wsparcia:	
Przychody z tytułu zielonych certyfikatów	46 324 151
Przychody z tytułu fioletowych certyfikatów	9 290 127
Kredyt preferencyjny	0
NPV z mechanizmami wsparcia	+10 706 090

Źródło: opracowanie własne.

5. Instalację kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u. na domu jednorodzinnym w dwu wariantach: przy założeniu zmniejszenia kosztów ogrzewania gazowego oraz elektrycznego.

Analiza opłacalności instalacji kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u. opiera się na analizie unikniętych kosztów związanych ze zużyciem paliw konwencjonalnych w tradycyjnych (podstawowych) systemach przygotowania c.w.u. Analiza opłacalności została przeprowadzona w dwóch wariantach: przy założeniu, że energia z kolektorów słonecznych zmniejsza koszty związane z użytkowaniem kotła gazowego oraz bojlera elektrycznego.

Założenia do analizy opłacalności instalacji kolektorów słonecznych:

Średnia roczna produkcja ciepła – 2484 kW.

Nakłady inwestycyjne – 13 200 PLN.

Koszty operacyjne – wymiana płynu solarnego co 5 lat – 600 PLN, koszt przeglądów i napraw – 240 PLN rocznie (górna wartość), energia zużyta na pracę pompy cyrkulacyjnej – 48 PLN.

Uniknięte koszty zakupu gazu – 571 PLN rocznie.

Uniknięte koszty zakupu energii elektrycznej – 1732 PLN rocznie.

Wyniki wariantowej oceny opłacalności inwestycji prezentuje tabela 11.

W przypadku zmniejszania kosztów użycia kotła gazowego oraz możliwości pozyskania dotacji 45% kosztów kwalifikowanych inwestycja jest opłacalna. W przypadku braku wsparcia inwestycja wykazuje niewielką stratę –1 125 PLN. Równocześnie inwestycja wykazuje opłacalność ekonomiczną na wysokim poziomie.

W przypadku zmniejszenia kosztów elektrycznego podgrzewania wody inwestycja jest opłacalna finansowo niezależnie od możliwości pozyskania dotacji, przy czym opłacalność jest na wysokim poziomie. Opłacalność ekonomiczna jest również na wysokim poziomie.

Do obliczenia efektywności ekonomicznej zastosowano dostępne wskaźniki kosztów i korzyści środowiskowych. W ramach projektu CASES obliczono jedynie środowiskowy koszt zewnętrzny produkcji energii. Zastosowany zatem wskaźnik kosztu zewnętrznego dla kolektorów słonecznych jest przeszacowany,

Tabela 11

Kryteria oceny opłacalności finansowej i ekonomicznej modelowej instalacji kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u. na domu jednorodzinnym

Wyszczególnienie	Inwestycja	NPV [zł]	IRR [%]	PB [lata]	DPB [lata]
Efektywność finansowa dla inwestora; k = 5%	Kolektory słoneczne – zastępowany nośnik gaz ziemny	5 400	9,69	11,2	14,1
	Kolektory słoneczne – zastępowany nośnik energia elektryczna	18 413	37,71	2,8	3,1
Efektywność finansowa bez wsparcia państwa; k = 5%	Kolektory słoneczne – zastępowany nośnik gaz ziemny	-1 125	3,86	17,6	-
	Kolektory słoneczne – zastępowany nośnik energia elektryczna	11 656	19,33	8,8	10,9
Efektywność ekonomiczna; SDR = 5,5%	Kolektory słoneczne – zastępowany nośnik gaz ziemny	5 685	9,21	11,04	15
	Kolektory słoneczne – zastępowany nośnik energia elektryczna	18 036	16,35	6,5	8

Źródło: opracowanie własne.

natomiast wskaźnik kosztu zewnętrznego dla elektrowni węglowej kondensacyjnej jest adekwatny w wariancie, gdy instalacja kolektorów zmniejsza koszty elektrycznego podgrzewania wody i niedoszacowany w przypadku kotła gazowego ze względu na niską emisję.

Następnie obliczono minimalne wymagane wsparcie ze strony państwa – wyliczone w ekwiwalencie dotacji, stwarzające możliwość uruchomienia inwestycji zapewniającej inwestorowi wymaganą stopę zwrotu 5%. Minimalne wsparcie w pierwszym przypadku wynosi 1 125 PLN, co stanowi 8,5% nakładów inwestycyjnych, w drugim przypadku nie jest potrzebne.

Podsumowanie

Poza nielicznymi wyjątkami sektor energetyki odnawialnej wymaga wsparcia ze strony państwa, ale wysokość wsparcia powinna być dostosowana do technologii i skali inwestycji. Proste porównanie opłacalności typowych projektów farmy wiatrowej oraz biogazowni rolniczej i utylizacyjnej potwierdza często podnoszony przez przedstawicieli branży problem niedostosowania (przewymiarowania lub niedomiarowania) pomocy publicznej. Duże projekty z sektora energetyki wiatrowej, które dodatkowo korzystają z efektu skali – przynajmniej w odniesieniu do kosztów przyłączenia do sieci elektroenergetycznej oraz możliwości negocjowania kontraktów w zakresie dostarczenia urządzeń – generują stopę zwrotu nawet kilkakrotnie wyższą od wymaganej, podczas gdy inwestycje biogazowe – o mniejszej skali i obciążone wieloma ryzykami – przy aktualnej intensywności wsparcia są nieopłacalne lub na granicy opłacalności. Jeśli chodzi o sektor kolektorów słonecznych, bardzo trudno jest dostosować intensywność

wsparcia, gdyż opłacalność tego typu inwestycji uzależniona jest od wysokości kosztów unikniętych związanych ze zużyciem paliw konwencjonalnych w tradycyjnych (podstawowych) systemach przygotowania c.w.u. W przypadku kotła węglowego wsparcie musiałoby być bardzo wysokie, aby gospodarstwom domowym opłacało się instalować kolektory słoneczne; z drugiej strony – w przypadku elektrycznego podgrzewania wody opłacalność instalacji kolektorów słonecznych jest zapewniona bez jakiegokolwiek wsparcia ze strony państwa.

STUDIA I MATERIAŁY

STUDIES
AND RESEARCH WORK



Lucyna Cichy

ANALIZA UWARUNKOWAŃ WYKORZYSTANIA BIOMASY W POLSCE

Lucyna Cichy, dr inż. – Śląska Wyższa Szkoła Zarządzania im. gen. Jerzego Ziętka w Katowicach

adres korespondencyjny:
Wydział Nauk Społecznych i Technicznych
ul. Krasińskiego 2, 40-952 Katowice
e-mail: l.cichy@swsz.katowice.pl

ANALYSIS OF THE CONDITIONS FOR UTILIZATION OF BIOMASS IN POLAND

SUMMARY: This article presents results of research conducted on the use of biomass for energetic purposes. The study was conducted on methods of questionnaire findings in August and September 2011, on a group of Polish companies producing, distributing and selling biomass (raw and processed) as well as industrial assembly lines for the production of briquettes and pellets, biomass boilers, etc. The study addresses such issues as: the size of the companies surveyed, the period of their functioning, increased use of biomass, types purchased of biomass, the origin of biomass, integrating its use with other renewable energy sources.

KEY WORDS: biomass, results of research

Wstęp

Aktualny poziom rozwoju gospodarczego wielu krajów koncentruje się na działaniach zmierzających w kierunku racjonalizacji gospodarki zasobami energetycznymi, zmniejszenia energochłonności, a także – w coraz większym stopniu – wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Jednym z rodzajów odnawialnych źródeł energii jest biomasa. Jej wykorzystanie pozwala na pozyskanie energii cieplnej, jak i elektrycznej. W artykule podjęto próbę odpowiedzi na pytania: czy rynek ten się rozwija, jakie podmioty na nim występują, z jakich powodów wykorzystywana jest biomasa, jakie rodzaje biomasy są najchętniej kupowane, skąd pochodzi wykorzystywana biomasa, kim są klienci kupujący biomasę oraz jakie przesłanki determinują wybór tego nośnika energii?

1. Metoda, zakres badań oraz charakterystyka grupy badawczej

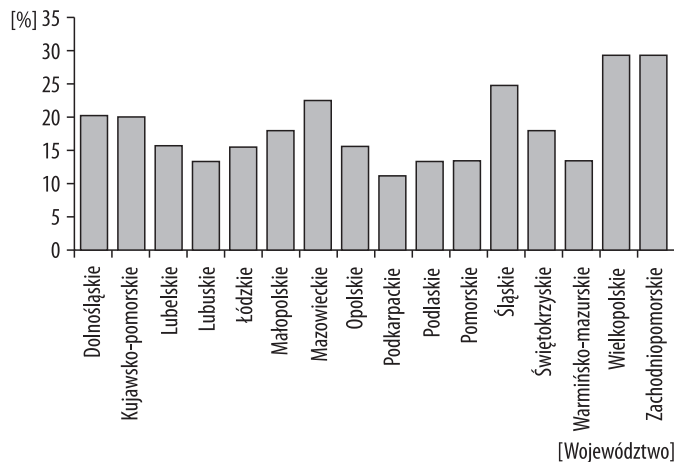
Dla realizacji badań posłużono się kwestionariuszem ankiety umożliwiającym dokonanie sondażu diagnostycznego i poznanie opinii badanych respondentów. Kwestionariusz składał się z 25 pytań. Został rozesłany w formie e-mailowej do 486 respondentów z całej Polski (średnio do 30 respondentów w każdym województwie¹). Zakres badań obejmował respondentów zajmujących się produkcją, sprzedażą oraz dystrybucją biomasy nieprzetworzonej i przetworzonej, sprzedawców urządzeń (linii produkcyjnych) do produkcji brykietów i peletów, sprzedażą kotłowni na biomasę, ciepłowni na biomasę, a także biogazowni. Zostali oni wytypowani na podstawie dostępnych w sieci Internet własnych stron internetowych. Ankiety przeprowadzono na przełomie sierpnia i września 2011 roku. Odpowiedzi, w postaci w pełni wypełnionej ankiety, otrzymano od 44 respondentów (zwrot ankiet wyniósł około 9%). Liczba ankietowanych stanowiła grupę badawczą, której odpowiedzi podlegały dalszej analizie. Respondentami uczestniczącymi w badaniu byli mikroprzedsiębiorcy, mali, średni i „duzi” przedsiębiorcy². Największą grupę stanowili mikroprzedsiębiorcy (70,45%), następnie mali (20,45%), średni (6,82%) i „duzi” (2,27%) przedsiębiorcy.

Rozkład przedsiębiorstw w grupie w województwach jest umiarkowanie jednorodny. Najwięcej odpowiedzi uzyskano od respondentów z województwa śląskiego i mazowieckiego (rysunek 1).

¹ Kwestionariusz wysłano do danego przedsiębiorstwa jednokrotnie, nawet w przypadku, gdy działa ono na terenie wielu województw.

² Powyższego podziału dokonano na podstawie Ustawy z dnia 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej, Dz. U. nr 173, poz. 1807. Skoncentrowano się jednak wyłącznie na kryterium dotyczącym liczby zatrudnionych pracowników (mikroprzedsiębiorca – zatrudnienie do 10 osób, mały przedsiębiorca – od 11 do 50 osób, średni – od 51 do 250, pozostali, określani zwykle jako „duzi” – powyżej 250 osób).

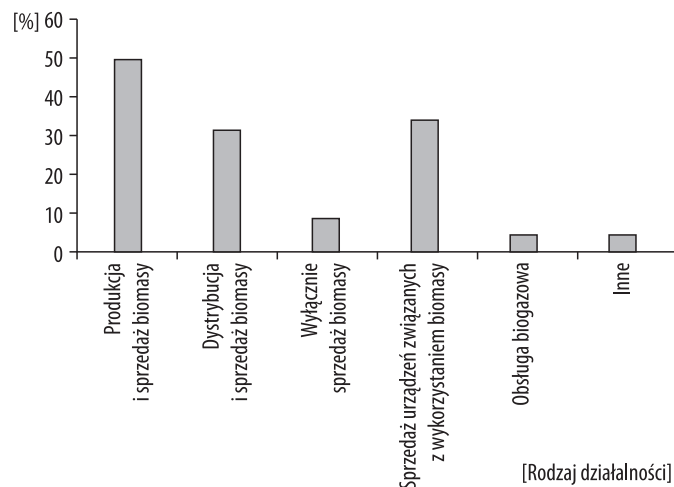
Rysunek 1
 Udział odpowiedzi w układzie województw [%]



Źródło: opracowanie własne.

Spośród badanych połowa (50%) zajmuje się produkcją i sprzedażą biomasy, 34,09% sprzedażą urządzeń związanych z wykorzystaniem biomasy (na przykład kotłowni, linii produkcyjnych do produkcji brykietu, peletu), a 31,82% – dystrybucją i sprzedażą biomasy. Pozostali respondenci (9,09%) zajmują się wyłącznie sprzedażą biomasy, obsługą biogazowni (4,55%) oraz montażem małych kotłowni opalanych biomasą (rysunek 2).

Rysunek 2
 Struktura badanych respondentów [%]

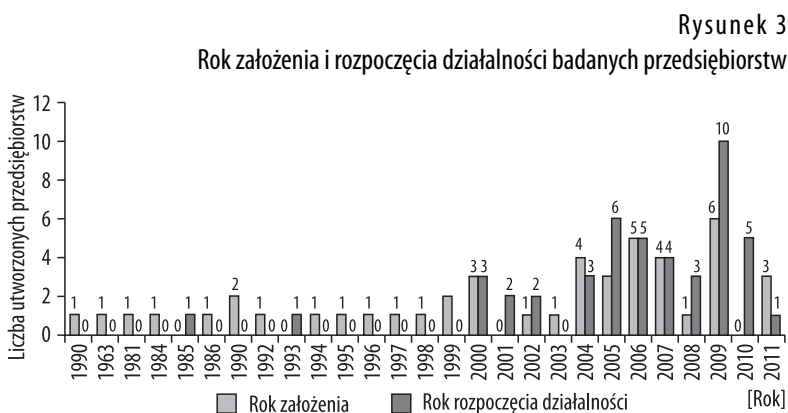


Źródło: opracowanie własne.

Respondentami uczestniczącymi w badaniu byli mikro-, mali, średni i „duzi” przedsiębiorcy³. Uwzględniając liczebność, największą grupę stanowili mikroprzedsiębiorcy (70,45%), następnie mali (20,45%), średni (6,82%) i „duzi” (2,27%) przedsiębiorcy.

2. Omówienie wyników badań

Najstarsze przedsiębiorstwo, które aktualnie zajmuje się wykorzystaniem biomasy, powstało w 1900 roku. Wzrost zainteresowania można odnotować w 2000 roku, a największy – w 2009 roku, w którym powstało 10 przedsiębiorstw zajmujących się biomasą (rysunek 3).



Źródło: opracowanie własne.

Wyczerpanie wskazuje, że 14 przedsiębiorstw (31,82%) powstało właśnie po to, aby zajmować się wyłącznie wykorzystaniem biomasy w celach energetycznych, a 30 (68,18%) „przebranżowiło” się, zmieniając profil działalności, dostosowując go do aktualnych potrzeb rynku.

Zgodnie z uzyskanymi wyczerpaniami 72,72% respondentów potwierdziło wyraźny wzrost wykorzystania biomasy (urządzeń związanych z wykorzystaniem biomasy, na przykład kotłowni, linii produkcyjnych do produkcji brykietu, peletu) w ostatnich latach. W sposób szczególny nie zauważyło go tylko 27,28%. Wzrost nastąpił w 2009 roku (pierwszy i drugi kwartyl) i nasilił się w 2010 roku (trzeci kwartyl) (tabela 1). Potwierdzają to wyczerpania zawarte w tabeli 1.

³ Powyższego podziału dokonano w oparciu o Ustawę o swobodzie działalności gospodarczej (Ustawa z dnia 2 lipca 2004 o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. nr 173, poz. 1807)). Skoncentrowano się jednak wyłącznie na kryterium dotyczącym liczby zatrudnionych pracowników (mikroprzedsiębiorca – zatrudnienie do 10 osób, mały przedsiębiorca – od 11 do 50 osób, średni – od 51 do 250, pozostali, określane zwykle jako „duzi” – powyżej 250 osób).

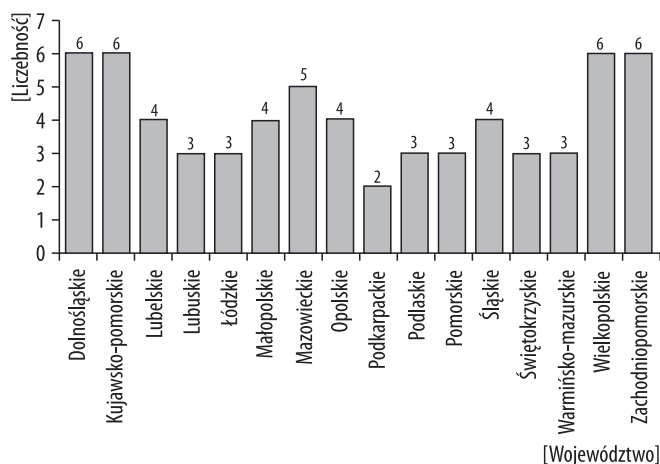
Tabela 1
Wzrost zainteresowania wykorzystaniem biomasy

Wyszczególnienie	Wartość
Liczba	31
Minimum	2001
Kwartyl Q1	2009
Kwartyl Q2	2009
Kwartyl Q3	2010
Maksimum	2011

Źródło: opracowanie własne.

Największy wzrost wykorzystania biomasy odnotowano w zachodniej części Polski, w województwach dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, wielkopolskim oraz zachodniopomorskim (rysunek 4)⁴. W pozostałych był on mniejszy.

Rysunek 4
Wzrost wykorzystania biomasy w Polsce z uwzględnieniem podziału na województwa

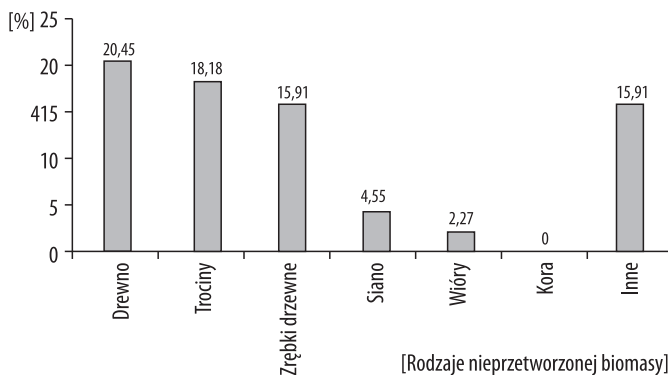


Źródło: opracowanie własne.

Respondenci stwierdzili, że ich klienci w największym stopniu wykorzystują w celach energetycznych drewno, trociny oraz zrębki drzewne; kora, wióry i siano stosowane są w niewielkim stopniu. Wśród innych rodzajów nieprzetworzonej biomasy badani wymieniali między innymi słomę, pestki wiśni, ziarno owsa, rzepak oraz masę organiczną i inne (rysunek 5).

⁴ Ogólna liczba przedsiębiorców deklarujących znaczny wzrost wykorzystania biomasy (urządzeń związanych z wykorzystaniem biomasy) jest większa niż 31. Jest to spowodowane faktem funkcjonowania wielu z nich na terenie więcej niż jednego województwa.

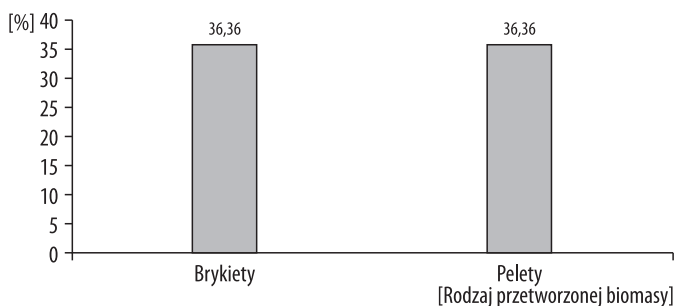
Rysunek 5
Zakup różnych rodzajów nieprzetworzonej biomasy [%]



Źródło: opracowanie własne.

Spółród przetworzonej biomasy brykiety i pelety cieszą się równym zainteresowaniem (rysunek 6).

Rysunek 6
Zakup wybranych rodzajów przetworzonej biomasy [%]



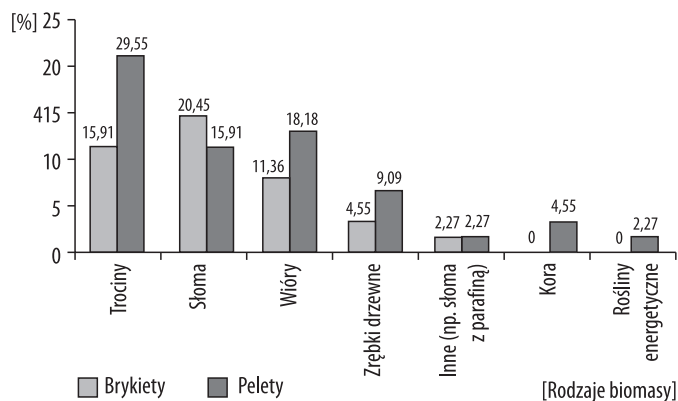
Źródło: opracowanie własne.

Brykiety produkowane są najczęściej ze słomy, trocin, włóów i zrębków drzewnych, natomiast pelety z trocin, włóów, słomy, zrębków, kory, a także z roślin energetycznych. Brykiety produkowane są w pierwszej kolejności ze słomy (20,45%), a w drugiej z trocin (15,91%), w przeciwieństwie do peletów, które najczęściej produkowane są z trocin (29,55%), a następnie ze słomy (15,91%) (rysunek 7).

Podczas realizacji badań skoncentrowano się również na analizie przyczyn, dla których klienci kupują brykiety i pelety. Jak wynika z odpowiedzi, głównymi czynnikami przyczyniającymi się do zakupu brykietów są między innymi (kolejność podawania czynników została usystematyzowana według częstotliwości ich wymieniania):

Rysunek 7

Udział poszczególnych surowców w produkcji brykietów i peletów [%]



Źródło: opracowanie własne.

- wysoka kaloryczność (wydajność);
- niższa cena (w porównaniu z węglem);
- dobre parametry jakościowe;
- dostępność;
- wygoda i łatwość użytkowania (niż na przykład standardowy węgiel);
- czysty, ekologiczny opał;
- czyste, estetyczne opakowanie handlowe;
- niewielka ilość popiołu po spalaniu.

W przypadku peletów w największym stopniu do ich kupna przyczyniają się takie cechy, jak:

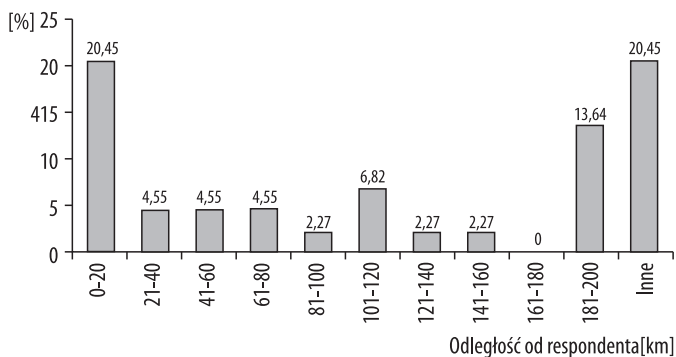
- wygoda w użyciu;
- wysoka kaloryczność;
- mała zawartość popiołu po spalaniu;
- niższa cena (w porównaniu z węglem);
- niezanieczyszczanie środowiska;
- koszty związane z eksploatacją pieca porównywalne z węglem;
- świadomość ekologiczna;
- dobre parametry jakościowe;
- dostępność;
- zapotrzebowanie na energetykę zawodową;
- czystość stosowania.

W odczuciu badanych respondentów za stosowaniem brykietów i peletów przemawiają przede wszystkim wysoka kaloryczność i wydajność, atrakcyjniejsza cena w porównaniu z węglem, wygoda w użyciu oraz mała ilość popiołu powstająca po ich spalaniu.

Biomasa wykorzystywana przez respondentów pochodzi głównie z Polski. Zdarzają się sporadyczne przypadki – w województwach mazowieckim, mało-

polskim, śląskim, wielkopolskim i zachodniopomorskim – sprowadzania biomasy z zagranicy. Biomasa pochodzenia krajowego jest sprowadzana przede wszystkim z terenów znajdujących się do 20 km od respondentów (20,45%), ale i do 650 km (20,45%). W dalszej kolejności respondenci sprowadzają biomasę z terenów odległych od nich o ponad 100 km (181-200 km – 13,64%) i 101-120 km – 6,82%) (rysunek 8).

Rysunek 8
Odległości, z jakich sprowadzana jest biomasa [%]



Źródło: opracowanie własne.

Respondenci sprowadzający biomasę z zagranicy korzystają z dogodnych ofert na Ukrainie, Białorusi, a nawet USA.

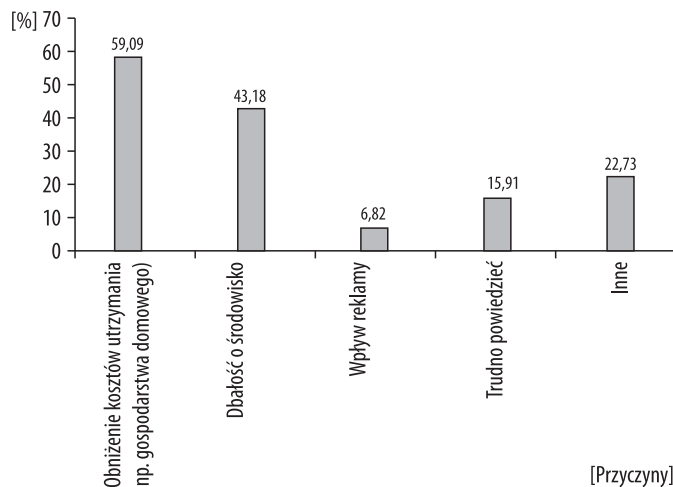
Analiza wyników badań pozwoliła na zidentyfikowanie przyczyn, dla których biomasa jest wykorzystywana w celach energetycznych. Jedną z najczęściej podawanych pobudek była chęć obniżenia kosztów utrzymania gospodarstwa domowego (59,09%), a następnie dbałość o środowisko (43,18%). W znacznym stopniu klienci ankietowanych przedsiębiorstw wskazują na inne czynniki skłaniające ich do stosowania biomasy. Są nimi między innymi: bezobsługowość, wygoda, czystość i łatwość użycia, bardzo mała ilość popiołu, proporcje wykorzystania węgla i powstania popiołu, w celu pozyskania tej samej ilości energii, kształtujące się na poziomie 1:1, niższa cena (w porównaniu z węglem), mniejsze zanieczyszczenie i ochrona środowiska (22,73%). W przypadku tego rodzaju źródła energii wpływ reklamy na jej wykorzystanie ma stosunkowo niewielkie znaczenie (6,82%) (rysunek 9).

Wykorzystywana biomasa służy w największym stopniu do ogrzewania pomieszczeń, pozyskania ciepłej wody użytkowej, zasilania ogrzewania podłogowego, wspomaganie centralnego ogrzewania oraz produkcji energii elektrycznej (rysunek 10).

Ankietowanych zapytano również, czy ich klienci integrują wykorzystanie biomasy z innymi instalacjami. Okazuje się, że połowa badanych potwierdza, że takie działania mają miejsce. W największym stopniu (31,82%) wykorzystanie biomasy integrowane jest z centralnym ogrzewaniem wykorzystującym konwencjonalne źródła energii (na przykład węgiel, gaz). W dalszej kolejności – z ko-

Rysunek 9

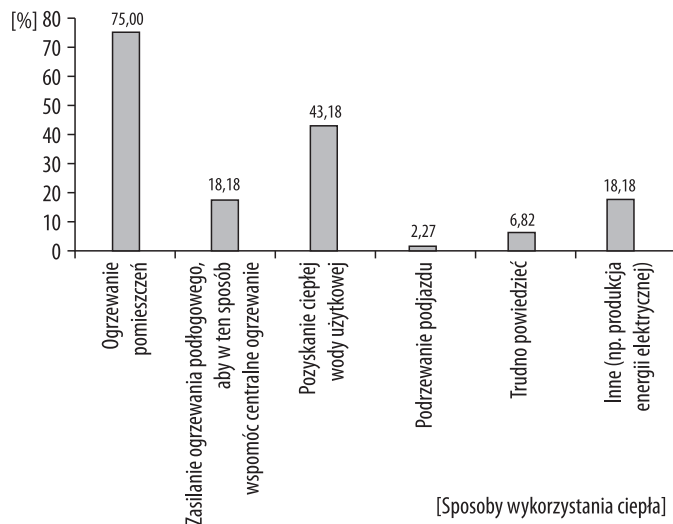
Przyczyny wykorzystywania biomasy w celach energetycznych [%]



Źródło: opracowanie własne.

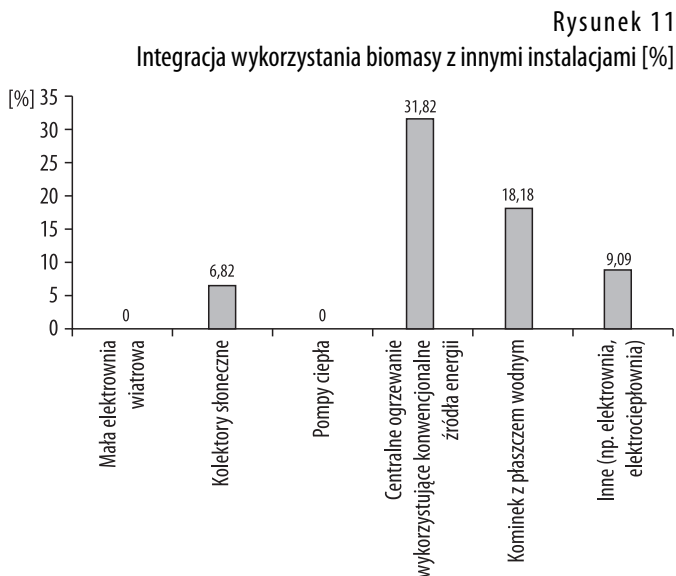
Rysunek 10

Przykłady wykorzystania ciepła pochodzącego z biomasy [%]



Źródło: opracowanie własne.

minkami wyposażonymi w płaszcz wodny (18,18%), z działalnością na rzecz elektrowni czy elektrociepłowni (9,09%) oraz z kolektorami słonecznymi (6,82%) (rysunek 11).



[Możliwe sposoby integracji biomasy z innymi instalacjami]

Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystanie biomasy w powyżej opisany sposób okazuje się charakterystyczne dla osób indywidualnych (70,45%), w mniejszym zaś stopniu przedstawicieli przedsiębiorstw użyteczności publicznej (38,64%).

Klienci respondentów finansują inwestycje ze środków własnych (81,82%), w niewielkim stopniu korzystają z kredytów (18,18%) oraz pożyczek (6,82%). Ponad połowa (52,27%) wskazuje konieczność dofinansowania zakupu biomasy lub urządzeń związanych z jej wykorzystaniem, na przykład kotłowni, linii produkcyjnych do produkcji brykietu czy peletu. Wsparcia takiego nie oczekuje 47,73% respondentów.

Podsumowanie

Otrzymane wyniki zostały wygenerowane głównie na podstawie o wiedzy i doświadczenia mikroprzedsiębiorców zajmujących się produkcją, dystrybucją i sprzedażą biomasy oraz sprzedażą urządzeń związanych z jej wykorzystaniem (między innymi kotłowni, linii produkcyjnych do produkcji brykietu, peletu). Respondenci wskazali, że szczególny wzrost zainteresowania wykorzystaniem biomasy nastąpił w 2009 roku. Wyniki badań wskazują, że 31,82% ankietowanych przedsiębiorstw powstało właśnie po to, aby funkcjonować w branży związanej z wykorzystaniem biomasy, a 68,18% „przebranżowiło” profil swojej działalności, aby sprostać nowym wymaganiom rynkowym. Szczególny wzrost wykorzystania biomasy odnotowano w zachodniej części Polski. Zarówno biomasa

nieprzetworzona (drewno), jak i przetworzona (brykiety, pelety) cieszą się dużym zainteresowaniem. Sprzedawana biomasa sprowadzana jest głównie z terenów położonych do 20 km od respondenta. Zdarzają się jednak przypadki, gdzie biomasa transportowana jest z odległości większych niż 180 km albo też z zagranicy (Ukraina, Białoruś, USA). Biomase wykorzystują głównie odbiorcy indywidualni w celu obniżenia kosztów utrzymania gospodarstwa domowego poprzez integrację pozyskanego ciepła z centralnym ogrzewaniem lub kominkiem z płaszczem wodnym. Zdarzają również się sytuacje, gdzie kotłownie na biomase pracują na rzecz pobliskich ciepłowni czy elektrowni.

Alicja Małgorzata Graczyk

BADANIA POPYTU NA INSTALACJE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA TERENIE WYBRANYCH GMIN WOJEWÓDZTWA DOLNOŚLĄSKIEGO

Alicja Małgorzata Graczyk, dr inż. – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

adres korespondencyjny:

Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny

53-345 Wrocław, ul. Komandorska 118/120

e-mail: alicja.graczyk@ue.wroc.pl

THE RESEARCH ON LOWER SILESIA VOIVODESHIP DEMANDS FOR RENEWABLE ENERGY INSTALLATIONS IN SELECTED COMMUNES

SUMMARY: The aim of the article is the identification, analysis and the assessment of demand on installations of renewable sources of energy in the Lower Silesian Voivodeship on the 3 communes area: Prusice, Zawonia and Wisznia Mała as well as the opinion of possibilities of utilization of renewable sources of energy. The Authoress of the article will examine the level of occupants' ecological awareness on the area of chosen communes. Article consists of 4 parts. First contains the description of studied area. In the second the installations of renewable energy sources on which the demand was examined, were discussed. The results of questionnaire investigations in the third part were introduced. Part fourth contains the possibility of utilization of renewable sources of energy.

KEY WORDS: demand, renewable energy sources installations, Lower Silesian Province, questionnaire

Wstęp

Badania ankietowe, dotyczące popytu na instalacje odnawialnych źródeł energii w wybranych gminach województwa dolnośląskiego, były prowadzone na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu przez Alicję M. Graczyk w ramach badań własnych międzywydziałowych „Możliwości wykorzystania w Polsce odnawialnych źródeł energii na terenach wiejskich, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru Dolnego Śląska” oraz indywidualnych „Gospodarowanie energią odnawialną na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym” od 18 lipca do 31 sierpnia 2011 roku.

Uzasadnieniem podjęcia tematu badawczego była pojawiająca się konieczność intensywnego wspierania rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE) na poziomie krajowym. W istocie realizacja wspierania rozwoju OZE narzucona została przez zobowiązania unijne, a polskie władze są zobligowane do odpowiadających prawie unijnemu zmian w prawodawstwie polskim.

Zgodnie z dyrektywą Rady 2009/28/WE, wyznaczającą cel indykacyjny dla Polski w wysokości 15% udziału energii odnawialnej w strukturze energii finalnej brutto do 2020 roku, decydującą rolę w wypełnieniu tego zobowiązania będą miały technologie wykorzystujące energetykę wiatrową, produkujące biogaz, biomasę stałą i biopaliwa transportowe. Szacuje się, że obszary te powinny w 2020 roku stanowić 94% zużycia energii ze wszystkich odnawialnych źródeł. Do 2020 roku technologie odnawialne mają łącznie stanowić 25,4% całkowitej mocy wytwórczej¹.

W 2009 roku pojawiło się parę kluczowych dokumentów, które aktualizowały bądź uchylały poprzednie, wpływające na rozwój odnawialnych źródeł energii w Unii Europejskiej, a także w Polsce. Od 1 stycznia 2009 roku w Polsce obowiązują regulacje prawne w zakresie energooszczędności budynków. Budynki oddawane do użytku lub wprowadzane do obrotu gospodarczego powinny posiadać świadectwa energetyczne. Obowiązek ten wynika z dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków², której celem jest poprawa jakości środowiska poprzez zmniejszenie zapotrzebowania energetycznego. Dyrektywa 2002/91/WE wymaga zaostrzenia norm dotyczących zużycia energii w budynkach. W UE stosowana będzie wspólna metodologia obliczania charakterystyki energetycznej budynku. Właścicielom budynków i firmom je użytkującym świadectwo energetyczne pokazuje energochłonność budynku.

Pod koniec kwietnia 2009 roku ukazała się dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania i stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE³. *Polityka energetyczna Polski do*

¹ *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 10 listopada 2009.

² Dz. Urz. Wspólnot Europejskich L1/65, 4.1.2003.

³ Urz. Dz. Unii Europejskiej L 140/16, 5.6.2009.

2030 r. została przyjęta przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku. Obejmuje ona zadania do realizacji w perspektywie krótkoterminowej i długoterminowej, do 2030 roku. W tych dokumentach nawołuje się do zmian w kierunku intensyfikacji rozwoju OZE, który ma zapewnić bezpieczeństwo energetyczne i minimalizować negatywny wpływ na środowisko, spowodować wzrost efektywności energetycznej i zredukować emisję CO₂. Przyjmowane są postulaty mówiące o wysokości udziału OZE w zużyciu energii finalnej brutto, jednak brak jest planów kompleksowego działania na trzech poziomach: krajowym, regionalnym i lokalnym. Na szczególną uwagę zasługuje poziom lokalny, który jest najslabiej zbadany. Obecnie nie ma inwentaryzacji OZE zainstalowanych w gospodarstwach domowych, rolnych czy przedsiębiorstwach zatrudniających do 10 osób (mikroprzedsiębiorstwach). Podmioty te, choć w niewielkim stopniu, przyczyniają się również do wzrostu wykorzystania OZE, które to jest o tyle istotne, że przekłada się na kształtowanie poziomu świadomości ekologicznej na poziomie lokalnym, gminnym, co stanowi punkt wyjścia do budowania odpowiednich wzorców zachowań i poglądów w tej materii. Powszechnie wiadomo, że jedną z istotnych barier w zwiększaniu wzrostu OZE są protesty lokalnej społeczności przeciw tego typu instalacjom. Najczęściej dotyczy to elektrowni wiatrowych i biogazowni.

W 2011 roku weszła w życie ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. – o efektywności energetycznej⁴. Ustala ona krajowy cel w zakresie oszczędnego gospodarowania energią wyznaczający uzyskanie do 2016 roku oszczędności energii finalnej w ilości nie mniejszej niż 9% średniego krajowego zużycia tej energii w ciągu roku, przy czym uśrednienie obejmuje lata 2001-2005. Ustawa ta zobowiązuje użytkowników energii oraz, w mniejszym stopniu, producentów i dystrybutorów do zwiększenia efektywności energetycznej łącznie o 9% do 2016 roku zgodnie z dyrektywą 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG⁵. Działania te dotyczą trzech obszarów: zwiększenia oszczędności energii przez odbiorców końcowych, zwiększenia oszczędności energii przez urządzenia potrzeb własnych oraz zmniejszenia strat energii elektrycznej, ciepła lub gazu ziemnego w przesyłach lub dystrybucji. Art. 16. ustawy z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej, stanowi, że prezes Urzędu Regulacji Energetyki dokonuje wyboru przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, za które można uzyskać świadectwa efektywności energetycznej (białe certyfikaty – można nimi handlować na Towarowej Giełdzie Energii).

Celem artykułu jest identyfikacja, analiza i ocena popytu na instalacje odnawialnych źródeł energii w województwie dolnośląskim na terenie 3 gmin: Prusice, Zawonia i Wisznia Mała oraz ocena możliwości wykorzystania źródeł odnawialnych i poziomu świadomości ekologicznej ich mieszkańców.

⁴ Dz. U. nr 94, poz. 551.

⁵ Dz.Urz. Unii Europejskiej L 114/64 PL, 27.4.2006.

1. Charakterystyka obszaru badawczego

Powiat trzebnicki leży w północno-wschodniej części województwa dolnośląskiego. Charakteryzuje się niskim wskaźnikiem gęstości i intensywności ruchu turystycznego oraz trzecim co do wielkości w województwie, po powiecie wrocławskim (790kWh) i jeleniogórskim (765 kWh), rocznym zużyciem energii elektrycznej na mieszkańca wynoszącym 743,8 kWh. Średnie zużycie energii elektrycznej w województwie dolnośląskim w roku 2007 na mieszkańca wyniosło 705,7 kWh. Powiat ma również dogodne warunki do rozwoju energetyki odnawialnej, a w szczególności do energetyki wiatrowej, biogazowni i biomasy oraz energetyki wodnej. Leży na obszarze dobrej wietrzności (trzecie miejsce w kraju, po województwie zachodniopomorskim i pomorskim). Średnia powierzchnia powiatu w województwie dolnośląskim wynosi 749,69 km². Powiat trzebnicki należy do powiatów większych od średniej. Lesistość powiatu waha się w granicach średniej dla województwa dolnośląskiego. Powiat trzebnicki posiada: 43% udział lasów i gruntów leśnych w powierzchni użytków rolnych, sadów – 1,7%⁶.

Gmina Wisznia Mała jest położona w południowej części województwa dolnośląskiego, Zawonia we wschodniej, a Prusice w centralno-zachodniej. Współczesna gospodarka w gminach oparta jest głównie na rolnictwie.

Zamierzeniem autorki było przebadanie w każdej gminie po 60 respondentów (gospodarstw domowych i rolnych oraz mikroprzedsiębiorstw). Zwrotność ankiet pozwoliła jednak na zbadanie: w Prusicach 48, w Wiszni Małej 45, a w Zawoni 46 respondentów (tabela 1). Respondenci odpowiadali łącznie na 9 pytań o charakterze otwartym, jak i zamkniętym. Większość badanych była czynna zawodowo. Najczęściej wykonywane zawody to sprzedawczynie, mechanik samochodowy, nauczyciel, rolnik, przedsiębiorca. Większość mieszkańców nie podawała informacji o swoich dochodach. Wykształcenie wyższe posiadały w Wiszni Małej 23 osoby, w Zawoni 15, w Prusicach 9 osób.

Badania przeprowadzono na obszarze poprzednio przebadanym pod względem uwarunkowań i mechanizmów racjonalizacji gospodarowania energią w gminach w projekcie naukowo-badawczym realizowanym przez Wyższą Szkołę Ekonomiczną w Białymstoku we współpracy z Uniwersytetem Ekonomicznym we Wrocławiu, Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie oraz Politechniką Białostocką na zlecenie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (lata 2009-2011). Badania terenowe przeprowadzała Alicja M. Graczyk w czerwcu i lipcu 2010 roku. Ich celem było zbadanie sposobów gospodarowania energią w wybranych gminach i powiatach oraz energochłonności budynków użyteczności publicznej, budowli i urzędzeń w gospodarstwach domowych, gospodarstwach rolnych i mikroprzedsiębiorstwach.

⁶ A.M. Graczyk, *Raport z badania ankietowego na terenie województwa dolnośląskiego „Wykorzystanie energii w codziennym życiu”*, Wrocław 2010, s.2, dokument niepublikowany, wykonany w ramach projektu *Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach*.

Tabela 1
Klasyfikacja respondenta

Wyszczególnienie	Prusice	Wisznia Mała	Zawonia
Liczba gospodarstw domowych	39, w tym: 12 w bud. wielorodzinnym, 27 w jednorodzinym	42, w tym: 4 w bud. wielorodzinnym, 38 w jednorodzinym	37, w tym: 10 w bud. wielorodzinnym, 27 w jednorodzinym
Liczba mikroprzedsiębiorstw	2 usługowo-handlowe	1 usługowo-handlowe	1 produkcyjne, 1 usługowe,
Liczba gospodarstw rolnych	7 mieszanych	2 mieszane	7 mieszanych
Ogółem liczba respondentów	48	45	46

Źródło: opracowanie własne.

1.1. Kryteria wyboru jednostek do badania

Parametry doboru gmin do badania na obszarze powiatu trzebnickiego dotyczyły⁷:

- lesistości w województwie dolnośląskim;
- dochodów budżetów gmin na 1 mieszkańca w 9 przedziałach, gdzie przedział 9 to dochody większe niż 2951 PLN, a pierwszy to od 1901 do 2050 PLN;
- wydatków budżetów gmin na 1 mieszkańca w 9 przedziałach, gdzie przedział 9 to dochody 2851 PLN w 2007 roku, a przedział najbiedniejszy poniżej 1800 PLN;
- charakteru gminy (gmina wiejsko-miejska, wiejska);
- gleb;
- czystości środowiska.

Starano się dobrać gminy do badania w ten sposób, aby wykazywały różnicowanie pod względem kluczowych parametrów. W Wiszni Małej istnieje największa spośród badanych gmin liczba mikroprzedsiębiorstw produkcyjnych. Podobnie gęstość zaludnienia jest większa od średniej i wynosi 80,37 os/km². Gmina ma najlepsze gleby, a czystość środowiska na poziomie umiarkowanym. Udział powierzchni leśnej wynosi 19,52% (znacznie poniżej przeciętnej), a sadów – 1,24% (poniżej średniej powiatu). Prusice charakteryzują się średnio urodzajnymi glebami, największym zanieczyszczeniem powietrza, udziałem powierzchni leśnej oraz sadów, lasów na poziomie 33,71% (poniżej przeciętnej), sadów 1,16% (poniżej średniej). Zawonia ma najczystsze środowisko naturalne, najmniej urodzajne gleby, a udział powierzchni leśnej oraz sadów wynosi odpowiednio: 69,56% lasów (ponadprzeciętny), sadów – 0,41% (poniżej średniej).

⁷ Ibidem, s. 3.

1.2. Charakterystyka energetyczna gmin Prusice, Zawonia i Wisznia Mała

Energia ciepła wykorzystywana w gminie Wisznia ma zdecentralizowany charakter. Mieszkańcy zaopatrują się w ciepło za pomocą kotłowni indywidualnych. Pozyskiwana energia ciepła w gospodarstwach indywidualnych pochodzi też ze spalania węgla kamiennego i śmieci, przez co w gminie występuje niska emisja zanieczyszczeń pyłowych i gazowych. Na terenie gminy tylko 8 spośród 16 miejscowości ma dostęp do gazu sieciowego (gaz ziemny wysokometanowy grupy E). Głównymi odbiorcami są indywidualne gospodarstwa domowe zużywające gaz na cele grzewcze, jak i komunalno-bytowe. Gmina nie posiada lokalnej sieci ciepłowniczej. Budynki gminne ogrzewane są za pomocą pieców na olej opałowy, węgiel i gaz ziemny. Do ogrzewania wykorzystywana jest też energia elektryczna.

Energia ciepła wykorzystywana w gminie Prusice ma zdecentralizowany charakter. Brak tu lokalnej sieci gazowej. Istnieje jedynie gazociąg przesyłowy wysokiego ciśnienia o średnicy 250 i 350 mm. Na terenie gminy nie ma sieci ciepłowniczej. Większość energii cieplnej pochodzi z przydomowych zbiorników na gaz płynny oraz w dużej mierze także ze spalania węgla kamiennego i drewna (piece węglowe Pleszew lub inne, własnej roboty). Przez to odczuwalne jest zjawisko niskiej emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych, pochodzące głównie z wykorzystania węgla jako nośnika energii w pojedynczych gospodarstwach domowych. Budynki gminne ogrzewane są za pomocą pieców na olej opałowy lekki (99%), kotły olejowe mają sprawność sięgającą od 86% do 91% i 1% budynków ogrzewa węgiel kamienny i drewno wykorzystywane do okazjonalnego ogrzewania świetlic wiejskich. Ciepła woda użytkowa w budynkach gminnych podgrzewana jest przepływowymi podgrzewaczami wody o sprawności 99%⁸.

Energia ciepła wykorzystywana w gminie Zawonia pochodzi głównie z sieci gazowej (blisko 60% mieszkańców z niej korzysta), nie ma budynków ogrzewanych z sieci ciepłowniczej. Sumaryczna długość sieci gazowych w gminie wynosi 42 km. Gospodarstwa domowe wykorzystują też do ogrzewania piece węglowe Pleszew lub inne własnej roboty. Budynki gminne ogrzewane są za pomocą piecyków elektrycznych (grzejników konwekcyjnych zasilanych prądem elektrycznym o sprawności od 40% do 95% lub kotłów gazowych o mocy 125, 150 lub 200 kW). Ciepła woda użytkowa podgrzewana jest przepływowymi ogrzewaczami wody o sprawności od 60% do 90% lub kotłami gazowymi centralnego ogrzewania o sprawności średniej 85%. Gmina Zawonia, korzystając z gazu (kopalnia gazu w miejscowości Czeszów w gminie Zawonia), postanowiła zmodernizować wszystkie kotłownie w budynkach administracyjnych i kotłownie węglowe zastąpić kotłowniami gazowymi w budynkach Zespołu Szkół w Czeszowie i w Zawoni oraz budynkach Zespołu Publicznych Zakładów Opieki Zdrowotnej w Zawoni i w budynku Urzędu Gminy Zawonia oraz Gminnego Ośrodka Kultury i Biblioteki w Zawoni⁹.

⁸ Dane pochodzące z ankiet skierowanych do urzędów gmin, Prusice, lipiec 2010.

⁹ Dane pochodzące z ankiet skierowanych do urzędów gmin, Zawonia, lipiec 2010.

Energia elektryczna dostarczana jest do trzech gmin przez koncern energetyczny Tauron z Obornik Śląskich.

2. Instalacje odnawialnych źródeł energii

W zależności od zapotrzebowania na ciepło, co często jest skorelowane z rokiem budowy budynku, w którym mieści się siedziba firmy, gospodarstwo rolne czy domowe, wyróżnia się określone klasy energochłonności. Znajomość klas jest bardzo przydatna w szacowaniu energochłonności budynku i doborze odpowiednich urządzeń wspomagających energooszczędność, w tym urządzeń energetyki odnawialnej.

W budynkach pochodzących z lat siedemdziesiątych – dziewięćdziesiątych XX wieku zapotrzebowanie na ciepło osiąga wartości 150-200 kWh/m²/rok. W nowym budownictwie waha się od 100 do 120 kWh/m²/rok. Dom energooszczędny ma zapotrzebowanie na energię do ogrzewania poniżej poziomu 70 kWh/m²/rok. W europejskiej normie ISO uzależniono energooszczędność budynku od ilości energii potrzebnej do ogrzania 1m² powierzchni budynku w ciągu roku (tabela 2).

Tabela 2
Klasy energooszczędności budynków

Zapotrzebowanie na ciepło [kWh/m ² /rok]	Klasa energooszczędności
Powyżej 70	poza klasą
30-70	dom energooszczędny
15-30	dom niskoenergetyczny
poniżej 15	Dom pasywny

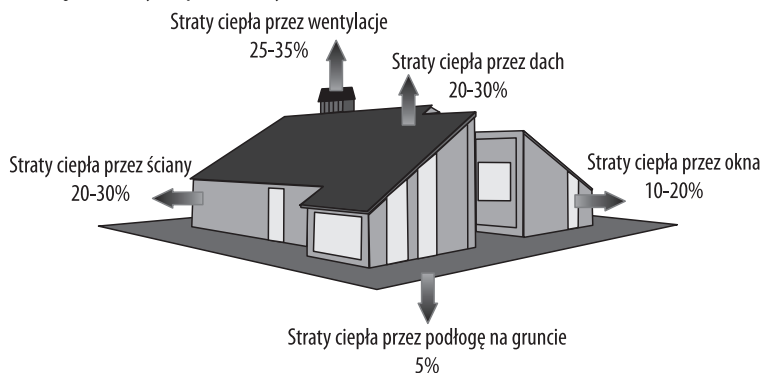
Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Dom energooszczędny*, dostęp: <http://domy.lipinsky.pl/energooszczedne> [data wejścia: 15-08-2011].

Im budynek starszy, tym straty ciepła są większe. Najwięcej energii traci się przez przegrody zewnętrzne budynków (patrz rysunek 1) oraz okna (30%). Modernizacja budynków i zwiększenie ich standardu energetycznego może zmniejszyć zużycie energii nawet o 70-90%.

Stan zasobów substancji mieszkaniowej w wybranych krajach UE w zależności od roku budowy przedstawia rysunek 2. Główną przyczyną wysokiej energochłonności budownictwa krajowego jest nieefektywne ogrzewanie i niski standard izolacyjności istniejących budynków.

Podwyżki cen energii i wzrost kosztów ogrzewania budynków coraz widoczniej wpływają na wzrost zainteresowania nowoczesnymi technologiami pozwalającymi na obniżenie tych kosztów. Budynek energooszczędny przyczynia się do redukcji emisji CO₂ do atmosfery dzięki zużywaniu małej ilości energii na codzienną eksploatację, to znaczy na oświetlenie, ogrzewanie, pracę urządzeń go-

Rysunek 1
Przeciętne straty ciepła w budynku



Źródło: *Solidny dom, budownictwo dla profesjonalistów*, dostęp: www.solidnydom.pl [data wejścia: 15-08-2011].

Rysunek 2
Jakość energetyczna budynków. Stan zasobów w wybranych krajach UE

A 25-55 [kWh/m ² /a]	Dania – budynki wznoszone po 2005 roku
B 50-100 [kWh/m ² /a]	Niemcy – średni stan wszystkich budynków
C 90-120 [kWh/m ² /a]	Polska – budynki wznoszone po 1998 roku
D 130 [kWh/m ² /a]	Dania – średnia dla wszystkich zasobów
E 120-160 [kWh/m ² /a]	Polska – budynki wznoszone w latach 1993-1997
F 160-200 [kWh/m ² /a]	Polska – budynki wznoszone w latach 1988-1992
G 240-350 [kWh/m ² /a]	Polska – budynki wznoszone przed rokiem 1985

Źródło: P. Lis, *Efektywność energetyczna w systemach budowlano-instalacyjnych*, Europejski Fundusz Społeczny, Częstochowa 2009, s. 6.

spodarstwa domowego, oraz wykorzystywaniu rekuperacji i/lub energii odnawialnej (słonecznej, wiatrowej, gruntowej)¹⁰.

Najbardziej efektywnym energetycznie i najnowocześniejszym sposobem wentylacji jest rekuperator, urządzenie, w którym przepływają obok siebie dwa strumienie powietrza. Jeden z nich to ogrzane powietrze wylatujące z domu (czerpane w pierwszej kolejności z łazienek, kuchni, toalet), drugi – chłodne,

¹⁰*Dom energooszczędny*, dostęp: www.domy.lipinscy.pl/energooszczedne [data wejścia: 15-08-2011].

świeże powietrze pobrane z zewnątrz budynku. Jest to tak zwana mechaniczna wentylacja nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła. Instalacja ta potrafi nie tylko tak oczyścić powietrze, że alergicy mogą oddychać bez obaw, ale odzyskać ciepło nawet do 90% ciepła bytowego wytwarzanego przy gotowaniu, praniu, kąpieli. Według szacunków producentów są to oszczędności energii rzędu 12GJ na rok (około 850 PLN na rok)¹¹. Jednorazowy koszt montażu dla domu o powierzchni 150m² to około 10 000 PLN, a coroczne oszczędności w zużyciu energii – około 3 000 kWh¹².

Rekuperator jest niewielkim urządzeniem, którym łatwo się steruje. W lecie pozwala cieszyć się chłodem, a zimą rozprowadza ciepło po budynku. Odprowadza też parę wodną. Każde pomieszczenie w firmie może być wentylowane tylko wtedy, gdy zachodzi taka potrzeba, co daje dodatkowe duże oszczędności energii. Istnieje też możliwość indywidualnej regulacji temperatury w każdym pomieszczeniu. Bardzo ważną zaletą rekuperacji zdecentralizowanej jest brak sieci kanałów wentylacyjnych, co umożliwia instalację nawet w starych budynkach. System rekuperacji jednej z firm zaoszczędza do 60 razy więcej energii, niż sam jej zużywa. Nie wymienia też niepotrzebnie powietrza w pomieszczeniach nieużywanych. Dzięki temu oraz dzięki dużo mniejszej sumarycznej mocy zainstalowanych wentylatorów niż w przypadku wentylacji centralnej koszt zużywanej na ten cel energii jest co najmniej kilkakrotnie niższy¹³.

Koszty ogrzewania lokalu z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła wentylacyjnego są mniejsze od 40 do nawet 70% w porównaniu z wentylacją grawitacyjną. Sprawność odzysku ciepła wynosi od około 70 do nawet 95%. Koszty eksploatacji z uwzględnieniem kosztów energii elektrycznej (0,39 PLN dziennie) oraz wymiany 2 razy do roku filtrów wynoszą od 20-50 PLN miesięcznie. Okres zwrotu inwestycji – od 2 do 6 lat. Czas żywotności – do 30 lat¹⁴.

Pompy odzyskują ciepło z wody, gruntu albo bezpośrednio z powietrza za pomocą wymiennika zewnętrznego i transportują je do instalacji centralnego ogrzewania lub ciepłej wody w budynku. Pompa pobiera tylko niewielką ilość energii potrzebnej do jej działania. Ciepło do ogrzania domu pochodzi z otoczenia. Pompa ciepła uważana jest za najbardziej ekonomiczny system ogrzewania. Średnio daje on od 50 do 80% oszczędności energii¹⁵. Pompa ciepła jest najefektywniejszym, biorąc pod uwagę sprawność, spośród dostępnych urządzeń grzewczych, gdyż średnio 2/3 kosztów utrzymania domu to koszty ogrzewania. Wymaga jednak sporych nakładów inwestycyjnych, czasem rzędu 50 tys. PLN oraz

¹¹ *Wentylacja*, dostęp: www.klimatyzacja.org.pl [data wejścia: 15-08-2011].

¹² *Rekuperatory, Ekoenergia*, dostęp: www.ekoenergia.polska-droga.pl [data wejścia: 14-08-2011].

¹³ P. Waydel, *Jakie są wady i zalety wentylacji zdecentralizowanej z rekuperacją?*, dostęp: www.eioba.pl [data wejścia: 14-08-2011].

¹⁴ A.M. Graczyk, *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w gminach*, Kwestionariusz respondenta, Wrocław 2011, s. 3.

¹⁵ *Ciepło w budynku*, dostęp: www.vattenfall.pl/pl/cieplo-w-budynku.htm [data wejścia: 14-08-2011].

zwykle dużej działki potrzebnej do jej zainstalowania. Ogrzewając pompą ciepła zmniejszamy o 75% koszty ogrzewania. Miesięczny koszt utrzymania pompy na powierzchnię użytkową lokalu 150 m² wynosi 210 PLN. Okres zwrotu inwestycji – od 7 lat. Czas żywotności – do 25 lat¹⁶.

Fotowoltaika to słoneczne systemy zasilania elektrycznego, czyli zastosowanie modułów, które za pośrednictwem promieniowania słonecznego produkują energię elektryczną. Biorąc pod uwagę fakt, iż z 1 m² możliwe jest wyprodukowanie około 100W energii elektrycznej, ogniwa fotowoltaiczne są efektywnym źródłem energii. Z jednego kWp (kilowat tak zwanej mocy szczytowej) zainstalowanej mocy fotowoltaiki można uzyskać w naszej szerokości geograficznej około 950kWh energii rocznie (z czego w miesiącach letnich około 120kWh/mies. i jedynie około 20kWh/mies. w miesiącach zimowych). Fotowoltaika ma szerokie zastosowanie do oświetlenia ogródków, do instalacji nawadniających, systemów zasilania urządzeń chłodniczych i kanalizacji, ogrzewania altanek, czy domków letniskowych. Do obliczeń przyjęto moc znamionową kolektorów 6 kW. Skuteczność fotowoltaiki mierzona oszczędnością w konwencjonalnych źródłach energii wynosi 20%. Produkcję prądu z PV, zmniejszamy o 20% koszty energii elektrycznej. Miesięczny koszt utrzymania na powierzchnię użytkową domu o 150 m² wynosi 25 PLN. Okres zwrotu inwestycji – od 20 lat. Czas żywotności – do 40 lat¹⁷.

Zastosowanie kolektorów słonecznych skupia się głównie wokół wykorzystania energii cieplnej do podgrzania ciepłej wody użytkowej, ogrzewania wody basenowej, wspomagania centralnego ogrzewania. Skuteczność kolektora mierzona oszczędnością w konwencjonalnych źródłach energii wynosi 62% przy podgrzaniu ciepłej wody oraz 25% przy zastosowaniu do centralnego ogrzewania. Miesięczny koszt utrzymania kolektora na powierzchnię użytkową domu o 150 m² wynosi 25 PLN. Instalacja zwraca się w okresie około 10 lat. Okres zwrotu inwestycji – od 7 lat. Czas żywotności – do 20 lat¹⁸.

Praktycznie 60% powierzchni Polski to obszary sprzyjające energetyce wiatrowej. W miesiącach od października do marca siła wiatru jest największa, dobrze wpisuje się to w charakterystykę zapotrzebowania na energię elektryczną, która właśnie w okresie zimowym jest największa. Mikroelektrownie wiatrowe to takie, które posiadają moc nominalną od 100W do 20kW. Z turbiny wiatrowej o mocy 400W uzyskuje się średnio 45kWh miesięcznie, a z turbiny o mocy 1800W około 450kWh miesięcznie przy prędkości wiatru około 6m/s. Do obliczeń przyjęto moc znamionową turbiny 6kW. Skuteczność turbiny mierzona oszczędnością w konwencjonalnych źródłach energii wynosi 20%. Miesięczny koszt utrzymania na powierzchnię użytkową lokalu o 150 m² wynosi 25 PLN. Okres zwrotu inwestycji – od 7 lat. Czas żywotności – do 20 lat¹⁹.

¹⁶ A.M. Graczyk, *Wykorzystanie...*, op.cit., s. 2.

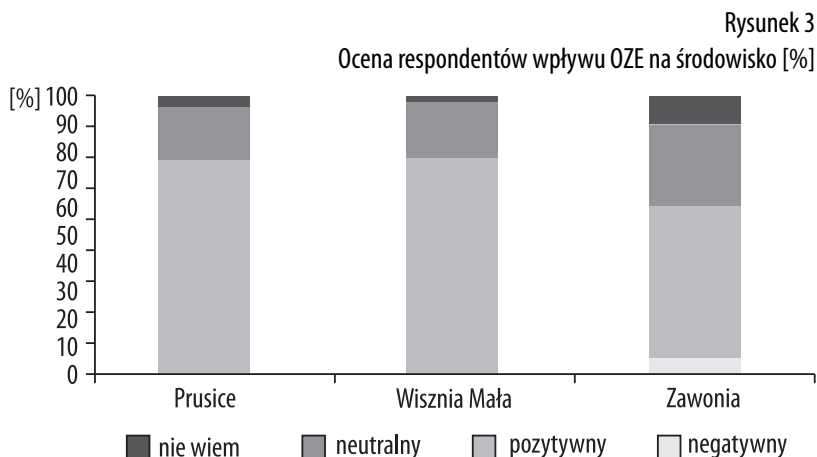
¹⁷ Ibidem, s. 3.

¹⁸ Ibidem.

¹⁹ Ibidem.

3. Wybrane wyniki badań ankietowych

Na pytanie: „Czy uważają Państwo wpływ OZE na środowisko naturalne za negatywny, pozytywny, neutralny?” ponad 70% mieszkańców Prusic i Wiszni Małej oraz 60% mieszkańców Zawoni odpowiedziało, że jest on pozytywny. Negatywny wpływ zauważają jedynie mieszkańcy Zawoni (mniej niż 10%). Oni też są najmniej zorientowani, jaki ten wpływ rzeczywiście jest (udział odpowiedzi „nie wiem” sięga blisko 30%), (rysunek 3).



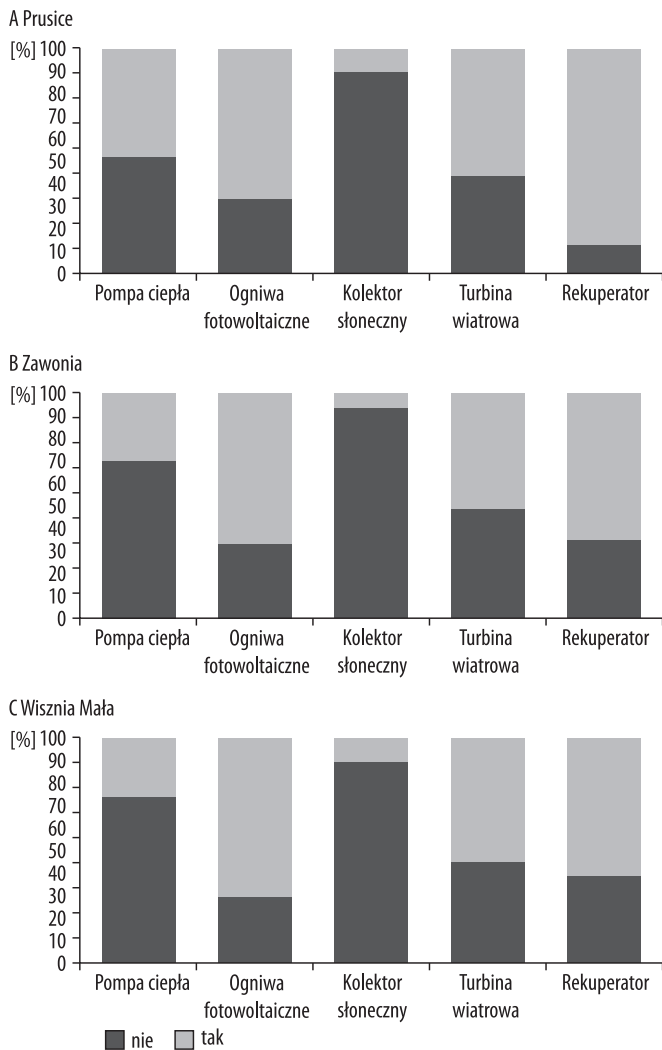
Źródło: opracowanie własne.

Celem jednego z pytań było sprawdzenie, czy respondent jest poinformowany o możliwościach instalacji OZE u siebie (gospodarstwo domowe, rolne czy mikroprzedsiębiorstwo). Najpopularniejszy okazał się we wszystkich miejscowościach kolektor słoneczny – ponad 90% mieszkańców wie o możliwościach instalacji tego urządzenia. Odwrotnie jest z rekuperatorem, który nie należy do OZE, jednak jest urządzeniem w stosunku do niego komplementarnym, występującym w budownictwie energooszczędnym. W Prusicach jedynie ponad 10% mieszkańców słyszało o rekuperatorze, lepsze wyniki w tym pytaniu uzyskali mieszkańcy Zawoni (35%), a najlepsze w Wiszni Małej – blisko 40% (rysunek 4 A, B, C). Niewielu badanych również zna możliwości wykorzystania ogniw fotowoltaicznych. W Prusicach i Zawoni jest to niewiele ponad 30%, w Wiszni Małej niecałe 30%. Zagadnienie instalacji pompy ciepła jest bliskie ponad 70% badanych w Wiszni Małej i Zawoni, w Prusicach co drugiej osobie. Analogicznie kształtuje się wiedza na temat zastosowania turbin wiatrowych – około 40% respondentów z każdej miejscowości słyszało o możliwościach ich zainstalowania.

Kluczowe znaczenie dla zbadania popytu na instalacje OZE miało pytanie: „Czy posiada Pan/i, a jeśli nie, to czy zamierza zastosować następujące urządzenia: pompa ciepła, ogniwa fotowoltaiczne, kolektor słoneczny, turbina wiatrowa,

Rysunek 4

Możliwość zastosowania u respondentów wybranych urządzeń [%]



Źródło: opracowanie własne.

rekuperator?”. W Prusicach jedynie 2 osoby spośród badanych posiadają pompę ciepła. Jedna z nich używa urządzenia do jednoczesnego ogrzania pomieszczeń i podgrzania wody, druga jedynie do ogrzania pomieszczeń. Ponad 25% respondentów zamierza zastosować u siebie takie urządzenie, większość do celów ogrzania pomieszczeń i podgrzania wody. Ogniwa fotowoltaiczne posiada 1 osoba, a 4 zamierzają je zastosować, głównie do celów ogrzania pomieszczeń i podgrzania wody. Dziesięć osób posiada kolektor słoneczny, a 25 ma w planach jego zastosowanie. Kolektor przeznaczony głównie jest do podgrzania wody.

W Wiszni Małej 5 osób spośród badanych posiada pompę ciepła, 3 gospodarstwa domowe wykorzystują ją do ogrzania pomieszczeń i podgrzania wody, jedno tylko do podgrzania wody i jedno tylko do celów ogrzewania domu. Najstarsza zainstalowana pompa ma 4 lata, najnowsza pracuje od tego roku. Zakup tego urządzenia planuje 7 respondentów, w tym 5 do ogrzewania domu, 2 do podgrzania wody. Ogniwa fotowoltaiczne posiadają 2 osoby, a 5 osób zamierza je zastosować (troje z nich do celów podgrzania wody, a dwoje do ogrzania pomieszczeń). Kolektor słoneczny posiadają 4 osoby, a zamierza je zainstalować 29 osób, głównie do podgrzania wody.

W Zawoni 5 osób spośród badanych posiada pompę ciepła, 4 wykorzystują ją do ogrzewania domu, jedna do podgrzania wody. Zakup tego urządzenia planuje 8 osób, 3 spośród nich do uzyskania ciepłej wody użytkowej, 4 do ogrzewania domu, jedna dla obu tych funkcji. Ogniwa fotowoltaiczne posiada 1 osoba, a 2 zamierzają je zastosować. Kolektor posiada 11 osób, a zamierzają go zainstalować 23 osoby.

Turbinę wiatrową posiada tylko jedna osoba (Prusice), a zamierzają zainstalować w Prusicach 5, w Wiszni Małej 8, a w Zawoni 6 osób. Rekuperator posiada 1 osoba w Zawoni i jedna w Prusicach, a zamierza go zainstalować jedna osoba w Zawoni, a 8 osób w Wiszni Małej.

4. Możliwości wykorzystania OZE w gminach

Ze względu na położenie powiatu trzebnickiego w północnej części województwa dolnośląskiego, gdzie według najnowszych badań prywatnych inwestorów są najdogodniejsze warunki wiatrowe, zbliżone nawet do tych na Pomorzu, zaleca się inwestowanie w rozwój farm wiatrowych oraz mikrogeneracji wiatrowych przydomowych.

Korzystne warunki do instalacji słonecznych (kolektorów słonecznych lub ogniw fotowoltaicznych) panują na Wzgórzach Trzebnickich. Wynika to z dużych spadków i południowej ekspozycji. Gminy powinny je wykorzystać i zbadać możliwości instalacji solarnych. Teoretyczny potencjał promieniowania słonecznego dla powiatu trzebnickiego można oszacować na 1100 kWh/m²/rok²⁰.

Prusice planują zainstalowanie 9 000 m² płaskich kolektorów słonecznych na terenie gminy, co sprzyjać będzie ograniczeniu negatywnego wpływu energetyki konwencjonalnej na środowisko. Proponuje się instalację 1000-1300 m² kolektorów płaskich w budynkach mieszkalnych zarządu ZGKiM oraz w budynkach spółdzielni mieszkaniowej. Dodatkowo, w ramach realizacji Programu Sło-

²⁰ Teoretyczny potencjał energii słonecznej można wyznaczyć na podstawie pomiarów nasłonecznienia zamieszczonych w polskiej normie PN-B-02025. W Polsce, w zależności od miejsca, słońce dostarcza w ciągu roku od 900 kWh do 1200 kWh energii na każdy m² powierzchni poziomej. T. Poskrobko, *Inwentaryzacja OZE w powiecie trzebnickim*, Białystok 2011 (dokument niepublikowany, część programu wykorzystania OZE w ramach projektu „Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach”).

neczny Dach 2009-2013, przewidywany jest montaż 400 m² kolektorów na dachach budynków osób fizycznych, łącznie około 100 inwestycji²¹.

Celem pozyskania funduszy instalacji OZE można aplikować o wsparcie ze środków publicznych, w tym funduszy europejskich. Inwestorzy energetyki słonecznej mają możliwość skorzystania jako odbiorcy indywidualni z dofinansowania NFOŚiGW do zainstalowania kolektorów słonecznych na dachach budynków mieszkalnych (do 45% kosztów inwestycji). Gminy mogą starać się pozyskać dofinansowanie do instalacji solarnych i fotowoltaicznych planowanych do zamontowania na dachach budynków użyteczności publicznej ze środków unijnych. Instalacje fotowoltaiczne czy solarne, zamontowane na dachu budynku urzędu gminy, szkoły oraz jako oświetlenie znaków drogowych, przystanków (na przykład jak jest w gminie Polkowice, województwo dolnośląskie) ulic czy parków, mogą służyć celom edukacyjnym i demonstracyjnym.

Aby przyczynić się do realizacji celu nadrzędnego i strategicznego w zakresie podniesienia bezpieczeństwa dostaw paliw i energii na terenie gmin, każda z nich powinna uchwalić projekt planu zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe. Obecnie jedynie dwie gminy – Prusice i Wisznia Mała – posiadają takie dokumenty, w przy czym wymagają one aktualizacji, bo powstały parę lat temu. Żadna z gmin nie posiada planu energetycznego. Konieczne jest również opracowanie i zatwierdzenie przez władze gminy planu zagospodarowania przestrzennego gminy²².

Poprawę efektywności energetycznej można osiągnąć nie tylko przy wykorzystaniu OZE, ale też dzięki modernizacji (wymiana na bardziej energooszczędne) w gospodarstwach domowych, rolnych, mikroprzedsiębiorstwach aktualnie istniejących urzędzie wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej. Jak wykazały badania terenowe, w gminach obecnie często używane są urządzenia o niskiej sprawności, zużywające znaczne ilości paliwa konwencjonalnego. Poprawę skuteczności, efektywności i jakości procesu dostarczania ciepła i energii elektrycznej można też osiągnąć przez wykorzystywanie nowoczesnej technologii, w tym urządzeń o sprawności rzędu 85% i więcej. Pomocna może być również kompleksowa termomodernizacja okien, drzwi w gospodarstwach domowych i budynkach gminnych, wsparta pomocą finansową ze środków i programów pomocowych UE.

Obniżanie strat ciepła w budynkach komunalnych gmina Prusice chce osiągnąć przez ich kompleksową termomodernizację. Przewidywany efekt to redukcja zużycia energii cieplnej o 51% w wybranych budynkach administracji, wdrożenie Programu Ciepłe Mieszkanie w latach 2009-2013. Natomiast termomodernizacja w skali indywidualnego odbiorcy pozwoli na redukcję zużycia energii

²¹ *Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla gminy Prusice*, Wrocław 2008 (dokument niepublikowany, część programu wykorzystania OZE w ramach projektu „Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach”).

²² W ramach projektu „Uwarunkowania i mechanizmu racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach” powstał plan energetyczny dla gminy Prusice autorstwa dr Heleny Rusak.

cieplnej o 52% w budownictwie mieszkaniowym. Gmina ma też w planach gruntowną modernizację oświetlenia drogowego we wszystkich miejscowościach (miasto Prusice i gmina) przez wymianę wszystkich lamp i instalowanie nowoczesnych źródeł światła o zdecydowanie mniejszych mocach, zapewniających jednocześnie wymagane warunki oświetleniowe. Oczekiwany efekt to zmniejszenie opłat za energię elektryczną w granicach od 40 do 60%. Zwrot nakładów powinien nastąpić w ciągu 6 lat. Dodatkowym czynnikiem poprawiającym efektywność energetyczną w Prusicach mogłoby być zainstalowanie inteligentnych instalacji do sterowania załączaniem i wyłączaniem o czasie urządzeń elektrycznych w obiektach użyteczności publicznej, jak i indywidualnych gospodarstwach domowych, co skutkuje zmniejszeniem mocy zamówionej i opłat za energię elektryczną²³.

Aby poprawić stan środowiska naturalnego w gminie Wisznia Mała oraz Prusice, w tym zlikwidować źródła niskiej emisji, należałoby zmienić ogrzewanie węglowe, a w szczególności stare piece kaflowe, węglowe na gazowe, olejowe, czy też zainstalować ogrzewanie na energię elektryczną, pompami ciepła, fotowoltaiką albo wspomóc się rekuperatorem przy wykorzystaniu energii cieplnej z pomieszczeń. Ważna jest też kampania społeczna na rzecz uświadomienia mieszkańcom konsekwencji wynikających z palenia śmieci w paleniskach domowych.

Podsumowanie

Poziom edukacji ekologicznej dotyczącej identyfikacji wpływu OZE na środowisko naturalne wydaje się zadowalający. Większość mieszkańców zauważa pozytywny wpływ źródeł odnawialnych na środowisko.

Mieszkańcy badanych miejscowości orientują się co do możliwości wykorzystania przydomowych instalacji OZE w gospodarstwach domowych, rolnych czy mikroprzedsiębiorstwach. Najmniejszą popularnością cieszą się wspomagające energooszczędność OZE, stosowane w budownictwie energooszczędnym, rekuperatory oraz fotowoltaika.

Pompę ciepła posiada 4% mieszkańców Prusic, 11% Wiszni Małej i Zawoni. Wykorzystywana jest zarówno do ogrzania pomieszczeń, jak i podgrzania wody. Jedna czwarta respondentów w Prusicach i Zawoni posiada kolektor słoneczny, a ponad 50% ma w planach jego zastosowanie. W Wiszni Małej kolektor słoneczny posiadają jedynie 4 osoby, a zamierza go zainstalować blisko 65% badanych, głównie dla podgrzania wody. Pozostałe źródła energii: ogniwa fotowoltaiczne, turbinę wiatrową, jak i urządzenie stosowane w budownictwie energooszczędnym – rekuperator posiadają i zamierzają zainstalować pojedyncze osoby.

Mieszkańcy są skłonni zapłacić za większość OZE najniższą cenę z proponowanego przedziału. Podobnie jest z fotowoltaiką i pompą ciepła, które są najdroższymi źródłami energii, jeśli chodzi o koszty inwestycyjne. Pojedynczy re-

²³ Ibidem.

spondenci proponują zakup pompy za połowę jej obecnej wartości. Ogniwa fotowoltaiczne nie osiągnęły nawet połowy swojej rynkowej ceny. Kolektory słoneczne, które cieszą się największym zainteresowaniem, również nie osiągnęły swojej ceny instalacyjnej. Respondenci proponowali ceny z najniższego przedziału, a ci, którzy znali ceny kolektora, podawali wartości bez uwzględnienia całości instalacji, a jedynie zawierające same panele. Jednostki zainteresowane zakupem rekuperatora, jak i turbiny wiatrowej proponują ceny też nieuwzględniające całej instalacji. Podane wartości w przypadku rekuperatora są bardziej zbliżone do realnej ceny rynkowej.

Przebadane gminy mają dogodne warunki do rozwoju zarówno energetyki wiatrowej, jak i słonecznej. Instalacje rekuperatora czy pompy ciepła są mniej uzależnione od warunków klimatycznych, mogą być wykorzystywane z powodzeniem na terenie całego kraju. Z przeprowadzonych badań w gminach wynika też, że żadna z gmin nie prowadzi zrównoważonej gospodarki energetycznej. Świadczy o tym występowanie zjawiska niskiej emisji, brak uchwalonych planów energetycznych czy aktualnych projektów założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, brak przeprowadzonej inwentaryzacji i zbadanego potencjału OZE oraz prowadzenia edukacji ekologicznej. Mieszkańcy, rolnicy i przedsiębiorcy wykorzystują głównie tradycyjne źródła energii: gaz, węgiel, olej, prąd, nieliczni z nich OZE.

Racjonalne wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych jest jednym z istotnych komponentów zrównoważonego rozwoju, przynoszącym wymierne efekty ekologiczno-energetyczne. Wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym gmin przyczynia się do poprawy efektywności wykorzystania i oszczędzania zasobów surowców energetycznych i poprawy stanu środowiska. Gminy powinny dążyć do pozyskania środków publicznych (budżetowych i pozabudżetowych) i prywatnych na rozwój energetyki ze źródeł odnawialnych, a równocześnie poprawić efektywności ich wykorzystania. Gminy organizują w ramach wspierania instalacji OZE na swoim terenie spotkania z firmami zajmującymi się sprzedażą i instalacją takich urządzeń, na przykład kolektorów słonecznych. W gminie Prusice w trakcie realizacji są programy: Program Biomasa-Sieć, Słoneczny Dach, Program Ciepłe Mieszkanie. Gmina zamierza wybudować własną biogazownię i jest na etapie poszukiwania wykonawcy oraz pozyskania środków finansowych z Niemiec. Pozostałe gminy mogłyby wzorować się na proekologicznej działalności tej gminy, która wyróżnia się pod tym względem aktywnością na tle pozostałych.

Przedstawione we wstępie dokumenty polityczne i prawne wskazują na konieczność wspierania rozwoju OZE w perspektywie długofalowej. Wprowadzenie białych certyfikatów jest szansą na intensyfikację rozwoju lokalnego sektora OZE, zwłaszcza przydomowych czy rolnych instalacji oraz tych wykorzystywanych w mikroprzedsiębiorstwach.

Alina Kowalczyk-Juško

POTENCJAŁ SUROWCÓW DO PRODUKCJI BIOGAZU NA TERENIE GMINY ŁASZCZÓW

Alina Kowalczyk-Juško, dr – Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

adres korespondencyjny:
Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu
ul. Szczepińska 10, 22-400 Zamość
e-mail: alina.jusko@up.lublin.pl

POTENTIAL OF RAW MATERIALS FOR BIOGAS PRODUCTION IN THE ŁASZCZÓW COMMUNITY

SUMMARY: Biogas can be produced from purposeful raw material like arable crops silages (e.g. corn, rye, grasses), sewage treatment plants sediments, organic wastes from waste dumps and also from wastes from agriculture and food industry. In the specific case of Łaszczów commune the biggest potential of biogas was identified in agriculture with raw material in the form of manure from big animal farms and maize silage cultivated at 10% of marginal agricultural soils area. Total quantity of biomethan from all sources in the area of Łaszczów commune account to 369-435 thousand m³, with energy equivalent of 5,7-6,7 GJ when proper energy demand from biogas plant is considered.

KEY WORDS: biomass, biogas, organic wastes

Wstęp

Poszukiwanie alternatywnych źródeł energii skłania do sięgania po biomasę, która po odpowiednim przygotowaniu może być przetworzona w różnych procesach na energię. Jedną z metod konwersji biomasy jest beztlenowa fermentacja, nazywana też metanową, prowadzona w instalacjach określanych jako biogazownie lub bioelektrownie. Biogazownie jako źródła odnawialnej energii cieszą się coraz większym zainteresowaniem w całej Europie, w tym także w Polsce. Opracowane zostały rządowe strategie rozwoju produkcji biogazu, co świadczy o wadze tego problemu. Bioelektrownie to jednak instalacje kosztowne, dlatego każda decyzja inwestycyjna powinna być poprzedzona analizą możliwości pozyskania substratów, które będą w niej przetwarzane.

Celem opracowania było wskazanie możliwości produkcji biogazu z różnych źródeł oraz metod oceny zasobów substratów do produkcji biogazu. Proponowana metodyka została zastosowana do oszacowania potencjału produkcji biogazu na terenie jednej z gmin na Lubelszczyźnie.

1. Podstawy produkcji biogazu

Człowiek w wyniku działalności produkcyjnej, rolniczej, a także w gospodarstwach domowych wytwarza ogromne ilości odpadów i ścieków. Gromadzone są one na ewidencjonowanych wysypiskach oraz na nieokreślonej liczbie dzikich wysypisk śmieci. Ulegają ciągłym przemianom, a produktem anaerobowej fermentacji związków pochodzenia organicznego jest gaz wysypiskowy (biogaz). Pomimo że nie jest on toksyczny, ze względu na swoją gęstość (1,04 razy większa niż gęstość powietrza), niską zawartość tlenu oraz wysoką łatwopalność stanowi poważne zagrożenie środowiska i mieszkańców okolic wysypisk. Biogaz, który gromadzi się przy powierzchni ziemi i w jej zagłębieniach zawiera od 5 do 15% metanu, który w połączeniu z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową¹. Biogaz powstaje w środowisku naturalnym, w niekontrolowanych warunkach wysypisk odpadów, a także w zorganizowanych instalacjach nazywanych biogazowniami. Szczególnym rodzajem biogazowni są biogazownie rolnicze, w których biogaz produkowany jest z odpadów i surowców pochodzących z rolnictwa.

Ustawa z 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne² definiuje biogaz rolniczy jako paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego, czy też biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej.

Ze względu na rodzaj substratu wykorzystywanego do wytworzenia biogazu wyróżnić można następujące jego źródła:

¹ W. M. Lewandowski, *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, Warszawa 2006, s. 339.

² Dz. U. nr 54, poz. 348 z późn. zm.

- zwierzęce (gnojowica i obornik);
- pochodzące z produkcji roślinnej (uprawy energetyczne);
- komunalne (odpady organiczne, osad ściekowy);
- pochodzące z przemysłu spożywczego (na przykład odpady z browarów, cukrowni, rzeźni)³.

Występujące w odpadach i ściekach komunalnych, odpadach z przemysłu rolno-spożywczego, a także w odchodach zwierząt: celuloza, białko, węglowodany i skrobia są w drodze fermentacji beztlenowej przetwarzane przez bakterie między innymi na gaz, który średnio zawiera:

- 65% metanu;
- 34,8% dwutlenku węgla;
- 0,2% siarkowodoru;
- śladowe ilości wodoru, tlenku węgla II, azotu oraz tlenu.

Biogaz jest produktem fermentacji beztlenowej związków pochodzenia organicznego, zawierających tłuszcze, białko i węglowodany. Związki te występują w odpadach komunalnych pochodzenia biologicznego, ściekach komunalnych i przemysłu rolno-spożywczego, a także w odchodach zwierząt.

Produkcja biometanu w procesie fermentacji metanowej przebiega w następujących fazach:

- faza hydrolityczna, umożliwiająca proces zakwaszania, podczas którego dominujące, fakultatywne bakterie acidogenne przetwarzają rozpuszczone w wodzie substancje chemiczne, w tym produkty hydrolizy, do krótkołańcuchowych kwasów organicznych, alkoholi (metanol, etanol), aldehydów i produktów gazowych: CO_2 i H_2 ;
- faza acidogenna (kwasogeneza) to rozkład produktów hydrolizy do krótkołańcuchowych kwasów organicznych, głównie do lotnych kwasów tłuszczowych, alkoholi, aldehydów, CO_2 i H_2 , oraz w mniejszej ilości do octanów. Niektóre związki powstałe w tej fazie mają metanogeny charakter i są wykorzystywane przez bakterie metanowe;
- faza acetogenna (octanogeneza), w czasie której następuje przetwarzanie etanolu oraz lotnych kwasów tłuszczowych do octanów oraz CO_2 i H_2 przez bakterie acetogenne;
- faza metanogenna – to najważniejsza faza tego procesu, podczas której następuje produkcja metanu przez bakterie metanowe z kwasu octowego, H_2 i CO_2 oraz mrówczanu, metanolu, metyloaminy lub siarczku dwumetylowego.

Z bilansu dobrze przeprowadzonej fermentacji wynika, że z 1 kg substancji organicznej otrzymuje się około 0,4 m³ biogazu, który ma wartość opałową 16,8-23 MJ/m³. W przypadku oddzielenia z biogazu CO_2 jego wartość opałowa zwiększa się do 35,7 MJ/m³. Energia zawarta w 1 m³ takiego biogazu odpowiada energii zawartej w 0,93 m³ gazu ziemnego, w 1 dm³ oleju napędowego, w 1,25 kg węgla lub odpowiada 9,4 kW·h energii elektrycznej.

³ *Pozyskiwanie i energetyczne wykorzystanie biogazu rolniczego*, red. E. Głodek, Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych, Opole 2007.

W komorze fermentacyjnej muszą być utrzymywane właściwe warunki biologiczne, aby produkcja biogazu przebiegała efektywnie. Wynikają one z proporcji i stężeń poszczególnych kosubstratów (na przykład kiszzonek, gnojowicy). Ich dobór wynika z analizy fizykochemicznej oraz wstępnej symulacji procesu przeprowadzonego w warunkach laboratoryjnych. Konfiguracja instalacji zapewnia optymalizację procesu, nawet przy zmianach proporcji udziałowych kosubstratów lub zmianach ich rodzaju⁴. Udział poszczególnych substratów zależy od stężenia suchej masy w fermentorze. Utrzymanie właściwego stężenia wsadu w przestrzeni fermentora zapewniają mechaniczne, hydrauliczne bądź gazowe systemy mieszania, które zapobiegają wystąpieniu stref przeciążenia ładunkiem organicznym. Bakterie powodujące fermentację są wrażliwe na odczyn, który musi być lekko zasadowy (pH ok. 7,5), nie znoszą tlenu i światła i rozwijają się w wąskim przedziale temperatur: 33-38°C – bakterie mezofilne i 55-65°C – bakterie termofilne.

Wybór technologii produkcji biogazu zależy od wielu czynników, z których najważniejsze to surowiec, z którego ma być on produkowany, oraz ekonomiczna opłacalność, uwzględniająca poniesione nakłady inwestycyjne.

Główne źródła uzyskiwania biogazu to:

- fermentacja osadu czynnego w komorach fermentacyjnych oczyszczalni ścieków;
- fermentacja biodegradowalnej frakcji odpadów komunalnych na wysypisku;
- fermentacja organicznych odpadów z przemysłu rolno-spożywczego;
- fermentacja odpadów poprodukcyjnych i surowców pozyskanych z produkcji celowej w gospodarstwach rolnych⁵.

Źródła te należy rozpatrywać oddzielnie, gdyż pozyskiwanie biogazu z każdego z nich różni się technologicznie. Wprawdzie rozwija się technologia tak zwanej wspólnej fermentacji, jednak dla oceny aktualnego stanu zasobów biogazu odrębne potraktowanie wymienionych czterech jego źródeł wydaje się poprawne.

2. Biogaz z oczyszczalni ścieków

Znaczącym źródłem biogazu mogą stać się oczyszczalnie ścieków. W Polsce funkcjonuje ponad 4 tys. oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych, gdzie powstają znaczne ilości osadów, stanowiące doskonały surowiec do produkcji biogazu.

Osady ściekowe stanowią uboczny produkt oczyszczania ścieków. W ich skład wchodzi cząstki stałe mineralne i organiczne, ciecz osadowa z rozpuszczonymi w niej substancjami oraz pęcherzyki gazów. Zawartość suchej masy w osa-

⁴ A. Kowalczyk-Juśko, *Wpływ doboru substratów na wskaźniki opłacalności inwestycyjnej produkcji biogazu*, Roczniki Naukowe SERiA, t. 10, Z. 6, Warszawa 2008, s. 48-51.

⁵ W. M. Lewandowski, *Proekologiczne...*, op.cit., s. 339.

dach wynosi około 4-5%, w tym ponad 90% masy organicznej, co pozwala na ich beztlenową fermentację.

Wyróżnia się następujące rodzaje osadów ściekowych:

- osady wstępne, które wydzielane są w osadnikach wstępnych, w procesie mechanicznego oczyszczania ścieków;
- osady wtórne (nadmierne), które powstają w osadnikach wtórnych, w wyniku oddzielania ze ścieków osadu czynnego.

Osady te noszą nazwę osadów surowych i charakteryzują się dużą zagniwalnością, nieprzyjemnym zapachem oraz, ze względu na zawartość mikroorganizmów chorobotwórczych, znacznym zagrożeniem sanitarnym. Stanowią 1-2% ogólnej objętości dopływających ścieków. Zawierają wodę na poziomie 99% i materię organiczną na poziomie 81,5%.

Do bezpośredniej produkcji biogazu najlepiej dostosowane są oczyszczalnie biologiczne, które mają zastosowanie we wszystkich oczyszczalniach ścieków komunalnych oraz w części oczyszczalni przemysłowych. Ponieważ oczyszczalnie ścieków mają stosunkowo wysokie zapotrzebowanie własne na energię cieplną i elektryczną, energetyczne wykorzystanie biogazu z fermentacji osadów ściekowych może w istotny sposób poprawić rentowność usług komunalnych. Ze względów ekonomicznych pozyskanie biogazu do celów energetycznych jest uzasadnione na większych oczyszczalniach ścieków, przyjmujących średnio 8-10 tys. m³/dobę.

Fermentacja metanowa jest jedną z najstarszych metod stabilizacji osadów ściekowych. Zachodzi ona zarówno w zbiornikach otwartych, w warunkach panujących w danym czasie w środowisku, jak również w wydzielonych komorach fermentacji, w beztlenowych, kontrolowanych warunkach. Biogaz powstający podczas fermentacji osadów ściekowych zawiera 55-70% biometanu, 27-44% dwutlenku węgla, 0,2-1,0% wodoru, 0,2-3,0% siarkowodoru. Często w oczyszczalniach biogaz spalany jest w pochodni, jednak bardziej racjonalne jest jego spalanie w kotłach gazowych lub silnikach przystosowanych do spalania gazu połączonych z prądnicą, produkujących ciepło i energię elektryczną, zaś pochodnie powinny służyć tylko do spalania nadmiaru gazu w przypadku jego nadprodukcji.

Fermentację metanową można stosować nie tylko przy utylizacji osadów ściekowych, ale również procesowi temu można poddawać ścieki bogate w substancje organiczne, szczególnie gdy w procesach technologicznych powstają ścieki podgrzane lub istnieje odpadowe źródło ciepła technologicznego. Procesowi temu poddawane są ścieki przemysłowe, szczególnie z cukrowni, drożdżowni, zakładów produkujących mączkę ziemniaczaną.

Przefermentowane osady, które nie zawierają związków toksycznych, są po zagęszczeniu i odwodnieniu wykorzystane przyrodniczo, najczęściej do nawożenia i użyźniania gleby, zakładania trawników, zagospodarowania nieużytków, rekultywacji gruntów. Oczyszczalnie często oferują rolnikom taki organiczny nawóz bez jakiegokolwiek odpłatności, a skład i jakość tego osadu badane są regularnie (zgodnie z obowiązującymi przepisami), nie ma więc ryzyka zanieczyszczenia gruntu metalami ciężkimi czy biogenami. Takie wykorzystanie osadów

uzależnione jest od spełnienia wszystkich wymogów higieniczno-sanitarnych, a przeznaczenie ich do rolniczego wykorzystania poprzedzane jest oceną przydatności i oddziaływania na środowisko, ponieważ mogą one zawierać substancje szkodliwe (metale ciężkie) i toksyczne. Gdy stężenie substancji niekorzystnych w przefermentowanym substracie jest wysokie, osady poddawane są procesom termicznym, z możliwością odzysku energii z ich spalania. Uzyskany popiół, którego ilość jest zdecydowanie mniejsza w porównaniu z wyjściową ilością osadów, jest ostatecznie deponowany na składowiskach odpadów⁶.

2.1. Potencjał biogazu z oczyszczalni w gminie Łaszczów

Poziom produkcji biogazu z osadów ściekowych zależy od ilości oczyszczalnych ścieków. Metodyka szacowania potencjału biogazu opiera się na informacjach dotyczących wydajności oczyszczalni ścieków. Przyjmuje się przyrost suchej masy osadu nadmiernego na 1 m³ odprowadzonych ścieków na poziomie 0,3 kg s.m.o./m³. Produkcja biometanu z 1 kg s.m.o. wynosi około 0,3 m³ ⁷.

$$P_{bo} = V \cdot S \cdot W_{CH} \text{ [m}^3\text{/rok]}, \quad (1)$$

gdzie:

- P_{bo} – potencjał biometanu z oczyszczalni ścieków,
- V – ilość oczyszczanych ścieków w ciągu roku [m³/rok],
- S – przyrost suchej masy osadu nadmiernego na m³ odprowadzanych ścieków (0,3 kg s.m.o./m³),
- W_{CH} – produkcja metanu na kg s.m.o (0,3 m³ CH₄/kg s.m.o.).

Potencjał energetyczny biometanu otrzymuje się z zależności:

$$P_{boe} = P_{bo} \cdot Q_{CH} \text{ [MJ/rok]}, \quad (2)$$

gdzie:

- Q_{CH} – wartość opałowa biometanu (36 MJ/m³).

Z uwagi na konieczność dostarczania ciepła do ogrzania komór fermentacyjnych należy przyjąć, że średniorocznie 60% wytworzonego ciepła zostanie zużyte w tym celu. W związku z tym dla obliczenia potencjału technicznego biometanu należy potencjał energetyczny P_{boe} pomniejszyć o tę wartość.

Gmina Łaszczów jest w trakcie budowy oczyszczalni ścieków, której przepustowość będzie wynosić 378 m³ na dobę. Osad z planowanej oczyszczalni uwzględniono jako potencjalny substrat do produkcji biogazu. Przyjmując przyrost suchej masy osadu nadmiernego na 1 m³ odprowadzonych ścieków na poziomie 0,3 kg s.m.o./m³ oraz produkcję biometanu z 1 kg s.m.o. na poziomie 0,3 m³, obliczy się potencjał biometanu (tabela 1).

Oszacowana ilość biogazu, którą można pozyskać w gminie Łaszczów po uruchomieniu oczyszczalni ścieków, pozwoli wyprodukować 192,22 GJ energii, po uwzględnieniu zapotrzebowania własnego instalacji.

⁶ A. Kowalczyk-Juško, *Technologie produkcji biogazu, w: Energetyka a ochrona środowiska naturalnego w skali globalnej i lokalnej*, red. B. Kościak, M. Sławińska, Warszawa 2009, s. 78-94.

⁷ E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2009.

Tabela 1
Obliczenia potencjału biometanu z oczyszczalni ścieków

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
Ilość oczyszczanych ścieków w ciągu roku	V	m ³ /rok	137 970,0
Przyrost suchej masy osadu nadmiernego na m ³ odprowadzanych ścieków	S	kg s.m.o./m ³	0,3
Produkcja metanu na kg s.m.o.	WCH	m ³ CH ₄ /kg s.m.o.	0,3
Potencjał biometanu z oczyszczalni ścieków	Pbo	m ³ /rok	12 417,3

Źródło: opracowanie własne.

3. Biogaz z wysypisk odpadów

Ilość odpadów komunalnych produkowanych w Polsce w ciągu roku oceniana jest na około 10 mln t. W grupie niesegregowanych odpadów mieszanych frakcja biodegradowalna stanowi ponad 50%. Biodegradacja, a więc rozkład tych odpadów odbywa się na składowiskach, a jednym z produktów rozkładu jest biogaz, który można wykorzystać do produkcji energii. Zakładając wydajność biogazu na poziomie 200 m³/t odpadów, można obliczyć, że produkcja biogazu z biodegradowalnej frakcji odpadów w Polsce mogłaby wynieść miliard m³. Przyjmując, że udział metanu w uzyskanym biogazie stanowi 50%, to teoretyczna ilość metanu wynosi 500 mln m³. Wartość energetyczna biometanu wynosi 36 MJ/m³, a więc zaniechanie odzysku biogazu z odpadów biodegradowalnych oznacza utratę 18 tys. TJ w skali kraju.

Bezproduktywne uwalnianie biometanu do atmosfery na składowiskach odpadów to nie tylko strata energii, ale też negatywny wpływ na środowisko, gdyż metan ma 21-krotnie większy wpływ na powstanie efektu cieplarnianego niż dwutlenek węgla, ponadto stwarza określone zagrożenia: wybuchowe, samozapłonu składowisk, zanieczyszczenia wód gruntowych, emisji odorów. Jednak pozyskanie biometanu z odpadów obarczone jest wieloma ograniczeniami organizacyjnymi i technologicznymi. Wyróżnić można dwa podejścia do problemu biodegradacji odpadów: odbiór biogazu uwalniającego się podczas ich rozkładu na wysypisku lub fermentacja odpadów w kontrolowanych warunkach przed zdeponowaniem pozostałości pofermentacyjnych⁸.

Technologia fermentacji odpadów komunalnych nie odbiega od technologii stosowanych w przypadku osadów ściekowych, wysoko obciążonych ścieków, czy też substratów pochodzących z produkcji rolnej (biogazowni rolniczych). Jedynie budowa reaktorów i dobór urządzeń peryferyjnych powinny uwzględniać wymagania specyficznego substratu, jakim są zmieszane odpady. Realizowane są zarówno technologie mezofilowe, jak i termofilowe, głównie jednostop-

⁸ J. Oleszkiewicz, *Eksploatacja składowiska odpadów. Poradnik decydenta*, Lem Projekt, Kraków 1999; K. Grzesik, *Wykorzystanie biogazu wysypiskowego*, w: *Zielone prądy w edukacji*, Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej, Kraków 2005.

niowe. Najwięcej zakładów wybudowano w Niemczech, przy czym są to głównie instalacje o małej przepustowości, podczas gdy w Belgii, Holandii i Francji dominują jednostki znacznie większe. W Polsce pierwsze instalacje powstały w Zgorzelcu i w Puławach.

W beztlenowych warunkach występujących na składowisku odpadów ich frakcja organiczna ulega rozkładowi, przy czym na większości krajowych wysypisk gaz ulatnia się do atmosfery. Nie wszystkie odpady organiczne ulegają pełnemu rozkładowi, a przebieg procesu fermentacji metanowej zależy od wilgotności, składu, gęstości (ubicia) odpadów, wysokości ich składowania, temperatury i innych czynników. Gaz składowiskowy różni się od biogazu z innych źródeł zawartością znacznej liczby śladowych substancji organicznych, których do tej pory wykryto około 300.

Odgazowanie składowiska odpadów może odbywać się w sposób:

- pasywny – wykonanie odwiertów (tak zwanych studni) w składowisku na całą jego głębokość i zainstalowanie pochodni spalających gaz wydobywający się pod własnym ciśnieniem lub tylko kominów wentylacyjnych)
- aktywny – studnie poboru gazu połączone są ze sobą kolektorami poziomymi, a całość podłączona jest do odpowiednich urządzeń wytwarzających w układzie podciśnienie o stałej wartości; metoda ta daje większą efektywność odgazowania i pozwala wykorzystać pozyskany gaz do celów energetycznych.

W wyniku trwania procesów mikrobiologicznych z upływem czasu zmniejsza się ilość substancji organicznych w odpadach i tym samym następuje spadek ilości pozyskiwanego metanu oraz opłacalności jego pozyskiwania i wykorzystywania energetycznego. Okres eksploatacji składowiska odpadów komunalnych w kierunku pozyskania biogazu ocenia się na około 20 lat. Istnieje możliwość odgazowania już istniejących składowisk, jak też instalacji systemów odgazowujących na nowo tworzonych składowiskach odpadów. Liczba składowisk wyposażonych w instalacje odgazowywania stale rośnie, a część instalacji wyposażona jest w urządzenia do produkcji energii cieplnej i/lub elektrycznej.

Sterowana fermentacja metanowa odpadów polega na przeprowadzaniu beztlenowego, biochemicznego rozkładu substancji organicznej w bioreaktorze w ściśle kontrolowanych warunkach, a jej produktami są biogaz oraz pozostałość stała o własnościach nawozowych. W Europie wybudowano kilkadziesiąt zakładów, w których przetwarzane są podczas fermentacji odpady zawierające więcej niż 10% wagowo biofrakcji z odpadów komunalnych⁹.

W praktyce stosowane są trzy najważniejsze kierunki utylizacji gazu składowiskowego:

- wytwarzanie w kotłach gazowych gorącej wody lub pary;
- wytwarzanie energii elektrycznej przez spalanie gazu w silnikach lub turbinach;
- oddanie gazu do sieci dystrybucji lub przesyłowej po doprowadzeniu gazu do odpowiedniej jakości.

⁹ A. Kowalczyk-Juško, *Technologie...*, op.cit., s. 78-94.

3.1. Potencjał biogazu z odpadów komunalnych w gminie Łaszczów

Pozyskiwanie biogazu jest zasadne na tych wysypiskach, gdzie składa się ponad 10 tys. ton odpadów rocznie. Wartość opałową biogazu wysypiskowego przyjmuje się na poziomie $21,6 \text{ MJ/m}^3$. Wykorzystując te informacje, ilość pozyskiwanego biogazu można oszacować według wzoru:

$$P_{\text{bw}} = L \cdot R \cdot (1 - k \cdot c - e^{-kt}) \text{ [m}^3/\text{rok}], \quad (3)$$

gdzie:

- P_{bw} – potencjał biogazu wysypiskowego,
- L – ilość biogazu pozyskiwanego z 1 kg odpadów ($0,17 \text{ m}^3/\text{kg}$),
- R – szybkość napełniania wysypiska [kg/rok],
- k – odwrotność liczby lat pozyskiwania biogazu,
- c – liczba lat od zamknięcia wysypiska (w przypadku funkcjonującego wysypiska $c = 0$),
- e – liczba logarytmiczna = 2,718,
- t – liczba lat, od kiedy otwarte jest wysypisko.

Na terenie gminy Łaszczów od 9 lat funkcjonuje wysypisko odpadów, którego szybkość napełniania wynosi $190 \text{ t}/\text{rok}$. W związku z tym, że pozyskiwanie biogazu jest zasadne na tych wysypiskach, gdzie deponuje się ponad 10 tys. ton odpadów rocznie, nie zakłada się pozyskiwania biogazu na samym składowisku, co nie wyklucza wykorzystania części odpadów organicznych do produkcji biogazu. Technologia taka, nazywana wspólną fermentacją, pozwala zagospodarować organiczną frakcję odpadów komunalnych, która może być fermentowana łącznie z osadami ściekowymi, odpadami z przemysłu rolno-spożywczego i rolnictwa. Charakter gminy pozwala przypuszczać, że frakcja biodegradowalna nie stanowi dużej części odpadów deponowanych na tym składowisku. W związku z powyższym odstąpiono od oszacowania potencjału energii możliwej do pozyskania z odpadów komunalnych.

4. Biogaz rolniczy

Biogazownie rolnicze, oparte na procesie fermentacji metanowej, wdrażane są na szeroką skalę na całym świecie. Wykorzystuje się w nich biomasę pochodzącą z plantacji roślin energetycznych oraz produkty uboczne, a także odpady pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. W zależności od charakteru działalności produkcyjnej gospodarstw rolnych różne są produkty odpadowe, z których można wytwarzać biogaz. Do surowców bardzo dobrze nadających się do zastosowania w biogazowniach rolniczych należą takie materiały, jak nawozy naturalne (na przykład gnojowica, obornik), odpady rolne poprodukcyjne (na przykład odpady zbożowe, odpady pasz), rośliny uprawne (na przykład kukurydza, pszenżyto, pszenica, jęczmień, rzepak, lucerna, trawa sudańska, burak pastewny, burak cukrowy, ziemniak). W biogazowniach rolniczych możliwe jest również przetwa-

rzanie na biogaz odpadów organicznych, pochodzących na przykład z produkcji spożywczej lub biopaliw¹⁰.

Biogazownia rolnicza składa się z komory lub kilku komór fermentacyjnych, zbiornika pofermentacyjnego w postaci komory, laguny oraz modułu kogeneracyjnego. Kosubstraty, zgromadzone uprzednio w zbiornikach wstępnych (na przykład gnojowica), oraz kiszonki stają się po rozdrobnieniu i homogenizacji wsadem energetycznym dla instalacji biogazowej.

Pozostałości pofermentacyjne transportowane są do komory pofermentacyjnej lub laguny. Zachodzi tu proces wygaszania fermentacji i odgazowania osadu, który następnie wykorzystywany jest jako nawóz rolniczy. Wyprodukowany biometan, po usunięciu siarkowodoru, jest kierowany do modułu kogeneracyjnego (silnika gazowego), w którym energia chemiczna biogazu ulega konwersji na energię elektryczną oraz ciepłą. Część tej energii jest przeznaczona na pokrycie potrzeb własnych biogazowni (ogrzanie komór), a pozostała jest sprzedawana odbiorcom zewnętrznym. Jeżeli instalacja kogeneracyjna jest poza trybem pracy, urządzeniem spalającym biogaz jest pochodnia gazowa. Elektrociepłownia biogazowa wyposażona jest w urządzenia i podzespoły zapewniające bezpieczną eksploatację, takie jak na przykład system detekcji gazu, system zabezpieczeń poziomów oraz ciśnień, a także zdalny monitoring wyposażony w automatykę sterującą i kontrolującą. Ponadto istnieje możliwość oczyszczenia biometanu poprzez osuszenie i usunięcie siarkowodoru i dwutlenku węgla, co umożliwia wprowadzenie go do gazociągu.

Obecnie podstawowym substratem wykorzystywanym w biogazowniach rolniczych jest gnojowica. W zależności od gatunku zwierząt ilość energii zawartej w biogazie pochodzącym z gnojowicy jest różna. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwyższą wartość energetyczną biogazu uzyskuje się z odchodów drobiu, nieco niższą natomiast z gnojowicy pochodzącej od bydła i trzody chlewnej. Biogaz z gnojowicy bydłowej charakteryzuje się niższą zawartością biometanu, co wynika z faktu, że w żołądkach bydła, a więc zwierząt przeżuwających zachodzi już wstępna fermentacja związków organicznych, przez co gnojowica jest nieco uboższa. Stężenie substancji organicznych wpływa na ekonomikę procesu fermentacji. Ze względu na niskie stężenie substancji organicznych w gnojowicy uzasadnione jest uzupełnianie wsadu różnymi substratami organicznymi dostępnymi na lokalnym rynku. Mogą to być odpady z rzeźni, pozostałości z produkcji roślinnej, a także biomasa z celowych upraw polowych. Kosubstraty w procesie fermentacji beztlenowej umożliwiają właściwe obciążenie komory fermentacyjnej, optymalizują kinetykę procesu fermentacji metanowej poprzez lepszą konfigurację proporcji węgla do azotu, polepszając jej efektywność i opłacalność ekonomiczną. Fermentacja samej gnojowicy jest nieefektywna. Aby zintensyfikować proces, należy zwiększyć zawartość suchej masy w komorze przez dodanie kosubstratów. Często w tym celu wykorzystuje się biomasę z celowych upraw: kukurydzy, żyta, sorgo, lucerny. Mogą być to również odpady z przetwórci owoców, warzyw, a nawet substraty pochodzenia

¹⁰ W. M. Lewandowski, *Proekologiczne...*, op.cit., s. 339.

zwierzęcego z ubojni i rzeźni, odpadowy tłuszcz, frakcja glicerynowa. Istotne jest zachowanie proporcji pomiędzy węglem i azotem (stosunek C:N). Jeśli ta relacja jest za wysoka (dużo C i mało N), nie może dojść do całkowitej przemiany węgla, a tym samym nie można uzyskać możliwego potencjału metanu. W odwrotnym przypadku przy nadmiarze azotu może dojść do powstania amoniaku (NH_3), który już w niewielkich stężeniach hamuje wzrost bakterii. Do prawidłowego przebiegu procesu stosunek C:N powinien mieścić się w zakresie 10-30. Ważne są też relacje pomiędzy zawartością fosforu i siarki. Aby bakterie otrzymywały dostateczną porcję substancji pokarmowych, stosunek C:N:P:S powinien wynosić 600:15:5:1. W składzie substratów niezbędne jest też występowanie pierwiastków śladowych i składników pokarmowych, takich jak żelazo, nikiel, kobalt, selen, molibden i wolfram, koniecznych do wzrostu i przetrwania bakterii.

Nie tylko gnojowica może być surowcem z produkcji zwierzęcej, ale również odchody o większej zawartości suchej masy, jak obornik czy odchody drobiu. O ile obornik znajduje obecnie w Polsce w całości wykorzystanie w rolnictwie jako nawóz organiczny, o tyle kurzeniec często nastęrcza problemy, gdyż fermy kurze prowadzące chów bezściółkowy nie potrzebują gruntów, na których mógłby on być stosowany. W tej sytuacji fermentacja jest racjonalnym sposobem utylizacji odchodów i zmniejszenia obciążenia środowiska biogenami wprowadzanymi wraz ze świeżym kurzeńcem. Ze względu na fakt, że odchody drobiu charakteryzują się dość wysokim stężeniem (zawartość suchej masy na poziomie 25-40% w zależności od systemu utrzymania zwierząt), niezbędne jest zastosowanie kosubstratów płynnych, które pozwolą na odpowiednie rozcieńczenie wsadu do poziomu poniżej 15%, co jest wartością graniczną dla procesu fermentacji mokrej.

4.1. Potencjał biogazu rolniczego w gminie Łaszczów

Największe możliwości pozyskania biogazu w Polsce mają gospodarstwa specjalizujące się w produkcji zwierzęcej o koncentracji powyżej 100 DJP (duża jednostka przeliczeniowa, dawniej sztuka duża o masie 500 kg). Nie wyklucza to możliwości budowy biogazowni przez grupy producenckie utrzymujące mniejszą liczbę zwierząt w poszczególnych gospodarstwach.

Wielkość potencjału biomasy do produkcji biogazu w badanej gminie ustalono na podstawie informacji dotyczących stanu pogłównia (Charakterystyka gospodarstw rolnych w danym roku, GUS). Ze względów praktycznych analizą obejmuje się fermy o następującej wielkości pogłównia: bydła i trzody chlewnej powyżej 100 DJP oraz drobiu z ferm utrzymujących powyżej 3000 sztuk drobiu kurzego lub grupy gospodarstw, w których łączne pogłównie spełnia powyższe kryteria. Na podstawie posiadanych informacji o fermach na temat dominującej średniej struktury stada bydła i trzody chlewnej oraz głównego kierunku chowu drobiu (kury brojlery i nioski) do przeliczenia sztuk fizycznych na sztuki duże przyjmuje się następujące średnie wskaźniki: bydło – 0,8 DJP, trzoda chlewna – 0,2 DJP, drób – 0,004 DJP. Do oznaczenia rocznego potencjału produkcji biogazu rolniczego można posłużyć się następującym wzorem:

$$P_{br} = L \cdot W_{bsd} \cdot 365, \quad (4)$$

gdzie:

P_{br} – potencjał biogazu rolniczego [m^3 /rok],

L – liczba DJP [szt.],

W_{bsd} – wskaźnik produkcji biogazu w przeliczeniu na DJP [m^3 /DJP/d].

Tabela 2

Wskaźnik produkcji biogazu W_{bsd} [m^3 /DJP/d]

Bydło		Trzoda chlewna	Drób
Gnojowica 1,5-2,9	Obornik 0,56-1,5	0,6-1,25	3,5-4,0
Średnio 1,5		Średnio 1,0	Średnio 3,75

Źródło: E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2009.

W celu obliczenia ilości energii w oszacowanym potencjale biogazu wyrażonym w m^3 należy otrzymane wyniki pomniejszyć o współczynnik zawartości metanu w biogazie, który jest różny dla konkretnych substratów i technologii fermentacji. Można jednak przyjąć, że wynosi średnio 0,57. Po uwzględnieniu powyższego oraz wartości energetycznej biometanu w wysokości 36 MJ/ m^3 wzór przyjmuje postać:

$$P_{bre} = P_{br} \cdot w_{zm} \cdot 36, \quad (5)$$

gdzie:

P_{bre} – potencjał energetyczny biogazu rolniczego [M]/rok],

P_{br} – potencjał biogazu rolniczego [m^3 /rok],

w_{zm} – współczynnik zawartości CH_4 w biogazie (średnio 0,57).

Tabela 3

Obliczenia potencjału biogazu rolniczego z produkcji zwierzęcej:

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
Liczba sztuk fizycznych trzody chlewniej	–	szt.	3000
Liczba DJP	L	szt.	600
Wskaźnik dobowej produkcji biogazu w przeliczeniu na DJP	W_{bsd}	m^3 /DJP/d	1
Potencjał biogazu rolniczego	P_{br}	m^3 /rok	219 000

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie informacji dotyczących stanu produkcji zwierzęcej w gminie Łaszczów stwierdzono, że jedyną fermą, która może dostarczać podstawowe substraty dla biogazowni jest Zarodowa Ferma Trzody Chlewniej w Pukarzowie, utrzymująca około 3000 sztuk trzody. Ponadto rozdrobniona produkcja zwierzęca i utrzymywanie zwierząt w chowie ściółowym wskazuje, że na tym terenie możliwe jest rozpatrywanie budowy biogazowni rolniczej w oparciu o ewentualne grupy producenckie, które mogłyby powstać w celu wspólnej budowy i eksploatacji biogazowni.

Uzupełnieniem substratów do produkcji biogazu rolniczego (oprócz odchodów zwierzęcych) może być kiszonka z roślin uprawnych. Najczęściej w biogazowniach wykorzystywana jest kiszonka z całych roślin kukurydzy, gdyż roślina ta ma relatywnie małe wymagania glebowe, daje wysoki plon, a jej jednostkowa wydajność biogazu jest dość wysoka. Nie wyklucza to oczywiście innych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne.

Aby oszacować potencjalne zasoby kukurydzy do wykorzystania w biogazowniach, przyjęto założenie, że będzie ona uprawiana na 10% powierzchni gruntów marginalnych, czyli gruntów o niskiej jakości, należących do niższych klas bonitacyjnych. Powierzchnię gruntów marginalnych oceniano na podstawie ich przynależności do klas bonitacji i kompleksów glebowej przydatności rolniczej. Wydajność jednostkową kukurydzy określono na podstawie Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie plonów reprezentatywnych roślin energetycznych z 2009 r¹¹. Zastosowano następującą formułę:

$$P_k = A_m \cdot w_{re} \cdot Y_z \cdot 0,3 \cdot 0,83 \cdot 575 \text{ [m}^3\text{/rok]}, \quad (6)$$

gdzie:

- P_k – potencjał biogazu z kukurydzy [m³/rok],
- A_m – powierzchnia gruntów marginalnych [ha],
- w_{re} – współczynnik wykorzystania gruntów pod uprawę kukurydzy 10%,
- Y_z – przeciętny plon zielonki kukurydzy [t/ha/rok],
- 0,3 – zawartość suchej masy w kukurydzy (30%),
- 0,83 – zawartość suchej masy organicznej w stosunku do suchej masy (83% s.m.),
- 575 – średni uzysk biogazu z tony suchej masy organicznej [m³/t s.m.o.].

Tabela 4
Obliczenia potencjału biogazu z kukurydzy

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Współczynnik wykorzystania gruntów pod uprawę kukurydzy	w_{re}	[%]	10	
Przeciętny plon zielonki kukurydzy	Y_z	[t/ha/rok]	45,7	plon reprezentatywny
Powierzchnia marginalnych gruntów ornych	A_m	[ha]	458,0	według kompleksów glebowych
Potencjał biogazu z kukurydzy	P_k	[m ³ /rok]	299 674,0	według kompleksów glebowych
Powierzchnia marginalnych gruntów ornych	A_m	[ha]	303,0	według klas bonitacyjnych
Potencjał biogazu z kukurydzy	P_k	[m ³ /rok]	198 256,0	według klas bonitacyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Wynik obliczeń dotyczących ilości biogazu, jaki można pozyskać, przewidując 10% gruntów marginalnych pod uprawę kukurydzy, a następnie fermentację beztlenową uzyskanej biomasy, okazał się znacząco różny w zależności od kryterium oceny gruntów. Zastosowanie jako wartości odniesienia kompleksów

¹¹ Dz. U. nr 36, poz. 283.

glebowych pozwoliło na oszacowanie potencjału biogazu na poziomie niemal 300 tys. m³ biogazu, natomiast gdy podstawę stanowiły klasy bonitacyjne, ich powierzchnia okazała się mniejsza, a co za tym idzie – potencjał kukurydzy i wytworzonego biogazu także uległy zmniejszeniu. Należy mieć na uwadze, że wszelkie szacunki w tym zakresie charakteryzują się dużą ogólnością, a uzyskanie bardziej precyzyjnych danych wymagałoby obliczenia potencjału ekonomicznego odnawialnych źródeł energii. Jednak nawet taka analiza może być w dużym stopniu modyfikowana na przykład przez warunki pogodowe w danym sezonie wegetacji, przez sytuację rynkową, społeczną.

5. Biogaz z przemysłu rolno-spożywczego

Efektywne funkcjonowanie biogazowni wykorzystującej mniej wydajne surowce wymaga dodatku kosubstratów o znacznej wydajności produkcji metanu, jak na przykład frakcja glicerynowa z produkcji biodiesla, tłuszcze zwierzęce i posmażalnice czy odpady poubojowe z rzeźni. Zasadne jest stosowanie wysokowydajnych kosubstratów w procesie fermentacji typowych rolniczych substratów. W przypadku surowców roślinnych, zawierających przede wszystkim celulozę i hemicelulozę, wzrost wydajności biogazu można uzyskać w wyniku kofermentacji, to znaczy wspólnego przetwarzania surowców roślinnych i odpadów przemysłu spożywczego.

Odpady organiczne z produkcji spożywczej: odpady warzyw i owoców, odpady z mleczarni (tłuszcze, serwatka, odpady z zakładowych oczyszczalni), gliceryna, wysłodziny gorzelniane, browarniane i cukrownicze przedstawiają wysoki potencjał energetyczny, są tanim surowcem dla biogazowni, gdyż w wielu przypadkach wymagają od ich producentów (na przykład rzeźni) kosztownej utylizacji. Szczególnie zakłady przetwórstwa spożywczego powinny być zainteresowane zagospodarowaniem odpadów własnej produkcji, które w myśl obowiązujących przepisów muszą być utylizowane jako uciążliwe dla środowiska i ich bezpośrednio składowanie nie jest możliwe. Do takich odpadów należą resztki poubojowe, w tym zawartość żywicy zwierząt, krew, resztki tłuszczowe, odpady rybne. Zakłady przetwórcze ponoszą znaczne koszty z tytułu ich utylizacji, które to koszty mogłyby istotnie zwiększyć efektywność ekonomiczną biogazowni¹².

Substraty do produkcji biogazu mogą być pozyskiwane z zakładów przetwarzających płody rolne – gorzelnii i browarów, gdzie powstają produkty uboczne: wywar gorzelniany i młóto (wysłodziny) browarnicze. Gorzelnia wówczas jest z jednej strony dostawcą podstawowego kosubstratu, z drugiej zaś odbiorcą ciepła z biogazowni, co znacząco podnosi efektywność ekonomiczną inwestycji. Stały odbiorca tej energii, jakim byłaby gorzelnia, to ogromny atut tego rozwiązania technologicznego. W zależności od zapotrzebowania gorzelnii, mogłaby ona

¹² W. Pezacki, *Przetwarzanie surowców rzeźnych. Wpływ na środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa 1991.

zagospodarowywać nie tylko nadmierną część ciepła z kogeneratora, ale też na przykład spalać część biogazu w kotle parowym. Biogazownia może być także dostawcą energii elektrycznej dla gorzelni, uniezależniając ją od dostawców zewnętrznych. Takie rozwiązanie ma także zalety środowiskowe: zmniejszenie zużycia energii konwencjonalnej i węgla, utylizacja wywaru, zmniejszenie uciążliwości związanych z jego stosowaniem w przypadku rozlewania na polach, eliminacja odoru, zmniejszenie zawartości suchej masy, podwyższenie stopnia mineralizacji składników, a dzięki temu wzrost ich biodostępności.

Innym odpadem powstającym przy przerobie surowców pochodzenia rolniczego jest serwatka. Jako uboczny produkt, powstający w zakładach mleczarskich podczas wytwarzania serów twardych i twarogów, jest złożoną mieszaniną wielu wartościowych składników: węglowodanów (zwłaszcza laktozy), białek, tłuszczu, kwasów organicznych, witamin i soli mineralnych. Z całkowitej objętości mleka wykorzystywanego do produkcji serów blisko 80-90% opuszcza proces technologiczny jako serwatka. Pomimo istnienia wielu możliwości przemysłowego zagospodarowania serwatki stanowi ona w mleczarniach olbrzymi problem. W związku z tym ciągle poszukiwane są nowatorskie i efektywne metody przekształcenia serwatki w użyteczne produkty. Serwatka jest doskonałym substratem fermentacyjnym. Ocenia się, że w Polsce objętość powstającej serwatki wynosi blisko 2 mln m³/rok. Z takiej ilości serwatki w procesie fermentacji metanowej można uzyskać rocznie 198-560 GWh energii.

Potencjał produkcji biogazu występuje w zakładach przetwarzających produkty pochodzenia rolniczego, takich jak: cukrownie, gorzelnie, browary, ubojnie, czy też w zakładach przetwórstwa owocowo-warzywnego. Potencjał ten ustalić można na podstawie ilości odpadów, dla których fermentacja metanowa jest zalecaną metodą przetwarzania¹³. Kategorie odpadów, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów¹⁴ oraz wydajności biogazu z tych substratów, przedstawiają tabele 5 i 6.

¹³ Ocena możliwości zagospodarowania osadów ściekowych i innych odpadów ulegających biodegradacji w Polsce w świetle propozycji zmian prawa Unii Europejskiej, Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Środowiska, Częstochowa 2004.

¹⁴ Dz. U. nr 112, poz. 1206 z późn. zm.

Tabela 5

Odpady z wybranych gałęzi przemysłu rolno-spożywczego przydatne do produkcji biogazu

Kod odpadu	Opis
02	Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności
02 01	Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, leśnictwa, łowiectwa i rybołówstwa
02 01 01	Osady z mycia i czyszczenia
02 01 02	Odpadowa tkanka zwierzęca
02 01 03	Odpadowa masa roślinna
02 01 06	Odchody zwierzęce
02 01 07	Odpady z gospodarki leśnej
02 02	Odpady z przygotowywania i przetwórstwa produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego
02 02 01	Odpady z mycia i przygotowywania surowców
02 02 02	Odpadowa tkanka zwierzęca
02 02 03	Surowce i produkty nienadające się do spożycia i przetwórstwa
02 02 04	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 02 81	Odpadowa tkanka zwierzęca stanowiąca materiał szczególnego i wysokiego ryzyka, w tym odpady z produkcji pasz mięsno-kostnych inne niż wymienione w 02 02 80 (02 02 80* – odpadowa tkanka zwierzęca wykazująca właściwości niebezpieczne)
02 03	Odpady z przygotowania, przetwórstwa produktów i używek spożywczych oraz odpady pochodzenia roślinnego, w tym odpady z owoców, warzyw, produktów zbożowych, olejów jadalnych, kakao, kawy, herbaty oraz przygotowania i przetwórstwa tytoniu, drożdży i produkcji ekstraktów drożdżowych, przygotowywania i fermentacji melasy (z wyłączeniem 02 07)
02 03 01	Szlamy z mycia, oczyszczania, obierania, odwirowywania i oddzielania surowców
02 03 04	Surowce i produkty nienadające się do spożycia i przetwórstwa
02 03 05	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 03 80	Wytłoki, osady i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych (z wyłączeniem 02 03 81)
02 03 81	Odpady z produkcji pasz roślinnych
02 04	Odpady z przemysłu cukrowniczego
02 04 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 04 80	Wysłodki
02 05	Odpady z przemysłu mleczarskiego
02 05 01	Surowce i produkty nieprzydatne do spożycia oraz przetwarzania
02 05 02	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 05 80	Odpadowa serwatka
02 06	Odpady z przemysłu piekarniczego i cukierniczego
02 06 01	Surowce i produkty nieprzydatne do spożycia i przetwórstwa
02 06 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 07	Odpady z produkcji napojów alkoholowych i bezalkoholowych (z wyłączeniem kawy, herbaty i kakao)
02 07 01	Odpady z mycia, oczyszczania i mechanicznego rozdrabniania surowców
02 07 02	Odpady z destylacji spirytualiów
02 07 80	Wytłoki, osady moszczowe i pofermentacyjne, wywary

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ocena możliwości zagospodarowania osadów ściekowych i innych odpadów ulegających biodegradacji w Polsce w świetle propozycji zmian prawa Unii Europejskiej*, Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Środowiska, Częstochowa 2004; Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r.

Tabela 6
Potencjał biogazu z wybranych odpadów przemysłu rolno-spożywczego

Kod odpadu	Zawartość s.m. [%]	Współczynnik zawartości suchej masy w_{sm}	Zawartość s.m.o. [%]	Współczynnik zawartości suchej masy organicznej w_{smo}	Wydajność CH_4 [m^3/kg s.m.o.]
020101	4,0	0,04	92,0	0,92	0,33
020102	20,0	0,20	80,0	0,80	0,43
020103	15,0	0,15	80,0	0,80	0,32
020106	15,0	0,15	80,0	0,80	0,27
020107	20,0	0,20	90,0	0,90	0,35
020201	4,0	0,04	80,0	0,80	0,25
020202	20,0	0,20	80,0	0,80	0,43
020203	20,0	0,20	80,0	0,80	0,43
020204	3,0	0,03	90,0	0,90	0,45
020281	20,0	0,20	80,0	0,80	0,43
020301	4,0	0,04	92,0	0,92	0,33
020304	15,0	0,15	80,0	0,80	0,32
020305	3,0	0,03	90,0	0,90	0,45
020380	30,0	0,30	90,0	0,90	0,38
020381	34,0	0,34	92,5	0,93	0,31
020403	3,0	0,03	90,0	0,90	0,45
020480	22,0	0,22	95,0	0,95	0,18
020501	8,6	0,09	88,8	0,89	0,48
020502	3,0	0,03	90,0	0,90	0,45
020580	5,5	0,06	92,2	0,92	0,38
020601	87,7	0,88	97,0	0,97	0,39
020603	3,0	0,03	90,0	0,90	0,45
020701	4,0	0,04	92,0	0,92	0,33
020702	40,0	0,40	95,0	0,95	0,4
020780	8,0	0,08	83,0	0,83	0,38

Źródło: opracowanie własne na podstawie różnych źródeł literaturowych.

5.1. Potencjał biogazu z odpadów z przemysłu rolno-spożywczego w gminie Łaszczów

Po zinventaryzowaniu ilości odpadów z przemysłu rolno-spożywczego na terenie gminy potencjał biogazu, możliwy do pozyskania z odpadów, obliczono na podstawie wzoru:

$$P_{bp} = \sum_{i=1}^n V \cdot w_{sm} \cdot w_{smo} \cdot W_{CH} \quad [m^3/rok], \quad (7)$$

gdzie:

- P_{bp} – potencjał biogazu z przemysłu rolno-spożywczego [m^3/rok];
- V – ilość i -tego odpadu [kg/rok];
- w_{sm} – współczynnik zawartości suchej masy w i -tym odpadzie;
- w_{smo} – współczynnik zawartości suchej masy organicznej w suchej masie i -tego odpadu;
- W_{CH} – wydajność metanu i -tego odpadu [m^3/kg s.m.o.].

Tabela 7
Obliczanie potencjału biometanu z przemysłu rolno-spożywczego

Kod odpadu	Ilość odpadu [kg]	Współczynnik zawartości suchej masy w_{sm} [%]	Współczynnik zawartości suchej masy organicznej w_{smo} w s.m. [%]	Wydajność CH ₄ [m ³ /kg s.m.o.]	Potencjał biometanu [m ³]
02 03 80	100 000	0,3	0,9	0,38	10 260,0
02 05 80	3 913 000	0,055	0,922	0,38	75 403,0
Razem	4 013 000	–	–	–	85 663,0

Źródło: opracowanie własne.

Na terenie gminy Łaszczów występują znaczące zasoby tylko dwu rodzajów odpadów: serwatki z lokalnej mleczarni oraz wyłoków z przetwórstwa owocowo-warzywnego powstających w chłodni. Ilość tych odpadów przekracza 4 tys. ton rocznie, jednak są one silnie zróżnicowane, gdyż serwatka charakteryzuje się niską zawartością suchej masy. Oszacowana ilość odpadów przetwórczych pozwoliłaby na produkcję ponad 85 tys. m³ biometanu, co odpowiada wartości energetycznej 3 083,87 GJ. Jednakże uwarunkowania technologiczne (zapotrzebowanie własne biogazowni na energię i sprawność urządzeń) pozwolić mogą na produkcję 1 326,06 GJ energii użytecznej.

Podsumowanie

Produkcja biogazu cieszy się ostatnio rosnącym zainteresowaniem, gdyż mieszanina gazów nazywanych biogazem zawiera znaczny udział (50-80%) palnego gazu – metanu. Fermentacja beztlenowa to jedyna technologia, która pozwala na pozyskiwanie energii z surowców o wysokiej wilgotności, bez konieczności ich wcześniejszego osuszania. Produkcja biogazu wymaga budowy złożonej instalacji, której poprawne funkcjonowanie uzależnione jest od zachowania ścisłych reżimów procesu. Instalacje takie, nazywane biogazowniami, funkcjonują przy oczyszczalniach ścieków, gdzie fermentowany jest osad ściekowy, a także cieszą się coraz większym zainteresowaniem gospodarstw rolnych, w których substratem są produkty uboczne, jak gnojowica, wywar, melasa, czy też celowo uprawiane rośliny. Biogaz powstaje też podczas składowania odpadów komunalnych, zawierających dużą część frakcji organicznej. Fermentacja odpadów na wysypiskach prowadzi do emisji metanu do atmosfery, co jest niekorzystne z punktu widzenia ochrony środowiska ze względu na fakt, iż metan jest jednym z gazów cieplarnianych. Na dużych składowiskach obligatoryjna jest budowa sieci odgazowującej. Każda instalacja wytwarzająca biogaz powinna być zakończona urządzeniem przetwarzającym energię zawartą w metanie na energię użyteczną. W przypadku braku ekonomicznego uzasadnienia zakupu relatywnie drogich silników lub kotłów do spalania biogazu instalowane są pochodnie zapobiegające jego emisji do atmosfery.

Biogazownie mogą być budowane jako inwestycje dochodowe lub utylizacyjne. W niektórych krajach (na przykład w Austrii i we Włoszech) tworzone są wspólnoty użytkujące wspólną instalację biogazową. Aby ustalić zasadność budowy biogazowni na terenie wybranej gminy, oceniono dostępność różnych substratów. Wzięto pod uwagę zarówno produkty celowe (kiszonkę z kukurydzy), jak i odpady powstające w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym. Pewien potencjał zidentyfikowano też w obszarze osadu ściekowego w nowo budowanej oczyszczalni. Jedynie odpady komunalne nie zostały ujęte w obliczeniach, gdyż w związku z likwidacją składowisk gminnych odpady z terenu gminy transportowane są na składowisko zorganizowane.

Zidentyfikowano zasoby biomasy o różnorodnym charakterze (wilgotności, zawartości suchej masy organicznej, wydajności biogazowej), przy czym największym potencjałem charakteryzują się zasoby substratów celowych pochodzących z gruntów marginalnych. Kolejne ważne źródła substratów do produkcji biogazu w gminie Łaszczów to gnojowica z ferm trzody chlewnej, wyłoki z przetwórstwa roślinnego oraz odpadowa serwatka z mleczarni. Racjonalne wykorzystanie substratów w biogazowni może pozwolić na produkcję 5,7-6,7 tys. GJ energii. Rozwiązanie takie jest pożądane z punktu widzenia ochrony środowiska (redukcja emisji zanieczyszczeń), gospodarki (lokalne rynki zbytu, bezpieczeństwo energetyczne, zmiana przepływu strumieni pieniężnych za energię) i społeczeństwa (miejsca pracy, poprawa zamożności lokalnej społeczności).

Bogdan Kościk

ZASOBY SŁOMY I SIANA NA CELE ENERGETYCZNE GMINY ŁASZCZÓW

Bogdan Kościk, prof. dr hab. – Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

adres korespondencyjny:
Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu
22-400 Zamość, ul. Szczepieszka 102
e-mail: bogdan.koscik@up.lublin.pl

RESOURCES OF STRAW AND HAY FOR ENERGETIC PURPOSES IN ŁASZCZÓW COMMUNITY

SUMMARY: The estimation of straw and hay for energy purposes in the area of Łaszczów commune was conducted. Straw surplus was identified after taking into account demand for that kind of raw material from agriculture sector. Additionally the amount of hay from uncultivated pastures and meadows. Total number of biomass from that sources amounts to about 7 thousand tons what gives energy value almost 78 thousands GJ. Rationally utilization of that biomass could have an influence on natural environment improvement thanks to reduction of pollution that equals the energetic amount of hard coal. Biomass utilization could have also positive influence on individual farms and labour marked in the region.

KEY WORDS: biomass, straw, hay

Wstęp

Rosnące zapotrzebowanie na biomasę wynika z powodów ekonomicznych (wzrost cen konwencjonalnych paliw, jak węgiel, gaz i ropa naftowa, kosztów transportu surowców kopalnych) i środowiskowych (zwiększona świadomość ekologiczna dotycząca zanieczyszczenia środowiska przez związki emitowane podczas spalania węgla i paliw ropopochodnych). Dla energetyki zawodowej bardzo istotnym powodem zastępowania kopalin surowcami odnawialnymi są względy prawne i zobowiązania wynikające z przepisów krajowych i międzynarodowych. Zgodnie z wymogami prawa producenci energii są zobowiązani do zwiększania udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, a w przypadku biomasy niezbędne jest stopniowe zmniejszanie zużycia biomasy pochodzącej z lasów i przemysłu drzewnego. Drewno powinno być zastępowane biomasą pochodzącą z rolnictwa, określaną potocznie „agrobiomasą”. Szeroko dostępnym surowcem odnawialnym jest słoma, której wykorzystanie jako paliwa zainicjowano w Skandynawii, aby następnie upowszechnić technologie w innych krajach Europy. Pierwszy projekt upowszechniający wykorzystanie słomy w kotłowniach na obszarach wiejskich został zrealizowany w latach pięćdziesiątych XX wieku. Pozytywny przykład instalacji ogrzewających budynki użyteczności publicznej oraz gospodarstwa rolne pozwolił na dość szybki rozwój tej technologii oraz zakładów produkujących kotły przystosowane do spalania biomasy w postaci kostek i balotów. Kolejnym krokiem było zastosowanie słomy do produkcji granulatów opałowych: brykietów i peletów. Te stałe paliwa wytwarzane były pierwotnie z drewna i odpadów drzewnych, jednak w związku z ograniczoną podażą drewna sięgnięto po słomę jako surowiec tańszy i powszechnie dostępny.

Przeznaczanie słomy na cele energetyczne spotyka się często z krytyką ze strony gleboznawców i chemików rolnych, którzy postulują przyorywanie słomy, nie zaś jej spalanie. Ubożenie polskich gleb wynika po części ze zmniejszenia ilości obornika powstającego w rolnictwie. W tej sytuacji należy rozważyć, czy ilość słomy powstającej w rolnictwie jest wystarczająca zarówno w celu pokrycia zapotrzebowania w rolnictwie, jak i w energetyce.

Słoma to dojrzałe lub wysuszone źdźbła roślin zbożowych, a także wysuszone łodygi roślin strączkowych, lnu i rzepaku. Jej podstawowym składnikiem jest włókno surowe i związki bezazotowe wyciągowe. Przy tym charakteryzuje się wysoką zawartością suchej masy (około 85%), a także zdolnością do chłonięcia wody i gazów. Czynniki te przez wiele lat decydowały o kierunkach jej wykorzystania w rolnictwie jako ściółki dla zwierząt gospodarskich, a następnie w postaci obornika – do użyźniania gleby. W wielu krajach stanowi ona cenny surowiec

do użyźniania i zwiększania urodzajności gleby, od lat siedemdziesiątych XX wieku także jako surowiec energetyczny – na przykład w Danii¹.

Słoma może być wykorzystywana jako:

- ściółka;
- pasza dla zwierząt gospodarskich;
- nawóz na przyoranie, a nadwyżki mogą być zagospodarowane w alternatywny sposób, w tym także na potrzeby energetyczne.

Celem pracy jest oszacowanie potencjału słomy i siana do wykorzystania na cele energetyczne w gminie Łaszczów (powiat tomaszowski, województwo lubelskie).

1. Wykorzystanie słomy w rolnictwie

Na wielkość wytworzonej ilości słomy wpływają następujące czynniki: powierzchnia uprawy roślin, plon, gatunek roślin, odmiana, nawożenie, przebieg pogody i inne. Obecnie w uprawie znajdują się nowe odmiany zbóż szywnosłomych i krótkosłomych, co wpłynęło na zmniejszenie stosunku plonu słomy do plonu ziarna². Najstarszą metodą zagospodarowania słomy było, i wciąż jest, użycie jej jako materiału ściółkowego. Stosowana jest w chowie wszystkich zwierząt gospodarskich, zwłaszcza w gospodarstwach posiadających tradycyjne budynki inwentarskie. Ilość stosowanej ściółki jest różna i zależy od gatunku zwierząt, jakości paszy, konstrukcji budynków (w oborach głębokich zużywa się znacznie więcej ściółki niż w oborach płytkich). Roczne zapotrzebowanie na słomę ściółową zależy też od liczby dni przebywania zwierząt w pomieszczeniach. Efektem końcowym tego sposobu wykorzystania słomy jest cenny nawóz organiczny – obornik. Jego skład chemiczny zależy od składu użytej do ściółkowania słomy. Największą zawartość azotu uzyskuje się z obornika wyprodukowanego w chlewniach, fosforu i potasu – w stajniach i chlewniach, a obornik zawierający w swoim składzie najwięcej wapnia pozyskuje się z chlewni i owczarni. Spadek pogłównia zwierząt gospodarskich spowodował znaczne zmniejszenie zużycia słomy na ściółkę.

Wraz ze znaczącym spadkiem pogłównia zwierząt obserwuje się wzrost udziału w strukturze zasiewów zbóż i rzepaku. W tej sytuacji pojawił się problem nadwyżek słomy, a także siana, głównie na gruntach po byłych PGR-ach, gdzie w większości gospodarstw prowadzona jest gospodarka bezinwentarzowa. W przypadku słomy nadwyżki te początkowo prawie w całości wykorzystywano

¹ W. Denisiuk, *Optymalizacja zbioru słomy na cele energetyczne*, w: *Racjonalne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii*, red. P. Gradziuk, Wyd. MODR Warszawa, Oddział Poświętne w Płońsku, Płońsk 2009, s. 79-84.

² P. Gradziuk, *Produkcja i kierunki wykorzystania słomy*, w: *Słoma energetyczne paliwo*, red. A. Grzybek, P. Gradziuk, K. Kowalczyk, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2001, s. 17-22; J. Kuś, A. Madej, J. Kopiński, *Bilans słomy w ujęciu regionalnym*, „Raporty IUNG-PIB”, Puławy 2006 z. 3, s. 211-226.

na cele nawozowe poprzez jej palenie bądź przyorywanie. Nawożenie słomą zwiększa zawartość makroelementów i mikroelementów oraz wpływa dodatnio na bilans składników pokarmowych w glebie. Ponadto słoma wykorzystana na cele nawozowe może być bardzo ważnym źródłem substancji organicznej, która istotnie wpływa na strukturę gleby i równowagę stosunków powietrzno-wodnych. Z analiz składu chemicznego słomy wynika, że jest ona głównie nośnikiem nawozu potasowego, którego zawiera sześć razy więcej niż fosforu. Słoma owsiana i jęczmienna charakteryzują się wyższą strawnością i zawierają więcej składników pokarmowych niż słoma pszenna i żytnia. Z tych względów słoma zbóż ozimych i rzepaku jest bezpośrednio przyorywana lub stosowana do produkcji obornika, a słoma zbóż jarych (w tym owsa, jęczmienia) używana jest do skarmiania.

Mimo niskiej wartości pokarmowej słoma stanowi często niezbędny składnik pasz, zwłaszcza dla przeżuwaczy (bydła i owiec). Wypełniając przewód pokarmowy, stwarza poczucie sytości, uzupełnia suchą masę pasz soczystych oraz równowagę nadmiar białka.

Słoma jest stosowana do nawożenia gruntów ornych. W tym celu w pierwszej kolejności powinna być przeznaczona słoma:

- kukurydzy uprawianej na ziarno, którą zbiera się późną jesienią, często w listopadzie lub nawet w grudniu, kiedy wilgotność słomy jest bardzo duża i nie ma możliwości jej dosuszenia na polu;
- roślin strączkowych, która w warunkach kombajnowego ich zbioru jest silnie rozdrobniona i praktycznie bardzo trudno jest ją zebrać; ponadto zawiera kilkakrotnie więcej azotu niż słoma zbóż, dlatego też powinna być ona przyorywana lub ewentualnie przeznaczona na paszę;
- rzepakowa, uzyskiwana w większych gospodarstwach, w których obsada zwierząt jest mała, a w strukturze zasiewów dominują zboża i rzepak; w takich gospodarstwach konieczne jest przyorywanie na wybranych polach słomy, ponieważ za jej pośrednictwem nie są przenoszone choroby grzybowe zbóż (nie występują one na rzepaku) oraz ulega w glebie szybszemu rozkładowi niż słoma zbóż, a ponadto zawiera więcej azotu niż słoma zbożowa i przy jej przyorywaniu nie jest konieczne stosowanie dodatkowego nawożenia azotem.

Przyorywanie słomy ma również duże znaczenie w walce z chwastami, ponieważ są one z nią przyorywane. Część z nich bardzo szybko wykiełkuje i da się je zniszczyć innymi zabiegami odchwaszczającymi. Te natomiast, które zostaną przykryte grubą warstwą gleby, utracą zdolność kiełkowania. Przyorywanie słomy powinno być stosowane raz na 2-4 lata z uwzględnieniem wzbogacenia w azot, które ma na celu wyrównanie stosunku C:N.

Zbyt częste przyorywanie słomy zbożowej może powodować także szereg niekorzystnych zjawisk. Zaliczamy do nich między innymi powstawanie w glebie biologicznie czynnych substancji o inhibicyjnym działaniu na uprawiane rośliny (głównie zboża), które szczególnie wyraźnie hamują początkowy wzrost roślin. Ponadto może prowadzić do zachwiania gospodarki azotowej w glebie, gdyż słoma zbożowa zawiera tylko około 0,5% azotu, a stosunek węgla do azotu (C:N)

kształtuje się w niej jak 80-100:1. Mikroorganizmy prowadzące jej rozkład w glebie muszą pobierać azot z innych źródeł, co może powodować gorsze zaopatrzenie roślin w ten składnik. Przyorywanie słomy, szczególnie zbóż ozimych pod zboża ozime, stwarza niebezpieczeństwo nasilonego występowania niektórych chorób, głównie naczyniowej pasiastości zbóż, której nie potrafimy chemicznie zwalczać³.

Oprócz przyorywania słomy po jej rozdrobnieniu praktykowane było jej spalanie na polu, a następnie przeorywanie pozostałej substancji mineralnej, czyli popiołu. Metoda ta wymaga zbliżonych nakładów pieniężnych jak takie samo użycie słomy rozdrobnionej. Ponadto zabieg ten jest bardzo szkodliwy dla środowiska przyrodniczego. Materia organiczna, którą stanowi słoma, zamiast wracać do gleby i brać udział w procesach mikrobiologicznego rozkładu, niezbędnego dla prawidłowego funkcjonowania agroekosystemu, ulega całkowitemu zniszczeniu przez ogień, a zawarty w niej azot ulatnia się do atmosfery. Działanie wysokich temperatur powoduje nadmierne nagrzewanie wierzchniej warstwy gleby, co prowadzi do jej dezaktywacji biologicznej. Giną drobnoustroje glebowe, które uczestniczą w procesach rozkładu i mineralizacji materii organicznej, a także część fauny glebowej; niszczone jest struktura gruzełkowata, co jest bardzo szkodliwe dla stosunków powietrzno-wodnych w glebie (zmniejsza się retencja wodna oraz porowatość, co uniemożliwia napowietrzanie gleby). Procesy tlenowe przechodzą wówczas w beztlenowe, co jest zjawiskiem bardzo niekorzystnym dla wszelkiego rodzaju procesów biochemicznych zachodzących w glebie. W wyniku tego funkcjonowanie ekosystemu może zostać na pewien czas przyhamowane, co niekorzystnie odbija się na poziomie produkcji. Spalanie słomy, chociaż jest zabiegiem sanitarnym i odchwasczającym dla gleb, to jednak niszczy nie tylko populacje szkodników, patogenów oraz chwastów, ale też biocenozy korzystne. W bilansie strat i korzyści wynikających ze spalania słomy poźniwej zdecydowanie przeważają straty. Obserwowane w ostatnich latach nagminne wypalanie po żniwach słomy na polu jest zjawiskiem niewłaściwym, niepożądaną formą zagospodarowania nadwyżki słomy. Proceder ten stosują rolnicy głównie na terenach, gdzie w strukturze zasiewów zboża i rzepak przekraczają 50%⁴.

Znane są także inne sposoby wykorzystywania słomy w rolnictwie, między innymi do zabezpieczania kopców z ziemniakami, do produkcji materiałów izolacyjnych dla ogrodnictwa i budownictwa. Stosowanie słomy do produkcji materiałów izolacyjnych w budownictwie ma na celu głównie zabezpieczenie nowo wykonywanych powierzchni betonowych przed ujemnym wpływem niskich temperatur. Na polskim rynku pojawiły się pomysły produkcji materiałów budowlanych i elementów wykończeniowych z udziałem słomy.

Mimo różnych możliwości wykorzystania słomy w rolnictwie należy stwierdzić, iż istnieje znaczący potencjał tego surowca, który obecnie nie znajduje ra-

³ W. H. Denisiuk, J. Piechocki, *Techniczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele grzewcze*, Wyd. UWM, Olsztyn 2005.

⁴ P. Gradziuk, *Produkcja...*, op.cit., s. 17-22.

cyjnego wykorzystania. Rozwiązaniem tej sytuacji powinno stać się jej zastosowanie jako surowca energetycznego.

Oceniając potencjalne ilości słomy możliwej do alternatywnego zagospodarowania, należy podkreślić, że w rejonach o rozdrobnionej strukturze agrarnej nieopłacalny będzie jej zbiór i transport, występują również duże wahania wielkości jej zbioru w latach. W związku z tym można szacować, iż nadwyżki produkcji słomy, które mogą być realnie przeznaczone na cele energetyczne, wynoszą w skali kraju około 4-5 mln ton. Szczególnie duże ilości słomy na cele energetyczne mogą być przeznaczone w rejonach o dominacji dużych gospodarstw, ponieważ w strukturze zasiewów takich gospodarstw udział powierzchni uprawy zbóż i rzepaku często przekracza 90%, obsada zwierząt jest bardzo mała (często poniżej 0,2 sztuki obornikowej na 1 ha), a na większych polach koszty zbioru słomy na cele energetyczne są znacznie mniejsze.

2. Słoma jako surowiec energetyczny

Słoma może mieć duże znaczenie jako surowiec energetyczny na obszarach wiejskich, gdzie występuje jej nadmiar w stosunku do możliwości wykorzystania w rolnictwie. Może być też transportowana, zwłaszcza po zagęszczeniu, do przedsiębiorstw produkujących energię elektryczną i ciepło.

Najbardziej realne jest wykorzystanie na cele energetyczne słomy zbóż i rzepaku, której roczne zbiory w skali kraju wynoszą około 24-29 mln ton. We wcześniejszym okresie, w tradycyjnym sposobie gospodarowania, słoma była przeznaczona na paszę i ściólkę i generalnie nie notowano znaczących jej nadwyżek. W ostatnim okresie nastąpiły jednak duże zmiany w produkcji rolniczej. Powierzchnia uprawy zbóż w latach 1985-2004 zwiększyła się z 7,8 do około 8,6 mln ha, a udział tej grupy roślin w strukturze zasiewów wzrósł z około 54 do 75%, równocześnie zmniejszyło się pogłowie: bydła o 31%, owiec o 60% i koni o 50%, co drastycznie ograniczyło zużycie słomy na paszę i ściólkę. Poza tym powstała duża grupa gospodarstw bezinwentarzowych – w 2002 roku podstawowych grup zwierząt (bydła i trzody chlewnej) nie posiadało 878 tys. indywidualnych gospodarstw rolnych, co stanowi 45% całkowitej liczby gospodarstw w kraju. W ostatnim dziesięcioleciu tendencja ta znacznie się pogłębiła. Przy braku produkcji zwierzęcej, a tym samym nawozów naturalnych, dla utrzymania zrównoważonego bilansu próchnicy w glebie konieczne jest przyorywanie pewnej ilości słomy. Mimo to w takich gospodarstwach występują duże nadwyżki słomy, która może być wykorzystywana na cele alternatywne, w tym energetyczne.

Na potrzeby energetyczne może być użyta słoma wszystkich rodzajów zbóż oraz rzepaku i gryki. Jednak ze względu na właściwości najczęściej używana jest słoma: żytnia, pszenna, rzepakowa i gryczana oraz słoma i osadki kukurydzy. Natomiast słoma owsiana, ze względu na niską temperaturę topnienia popiołu, nie jest zalecana jako paliwo, jednak w przypadku jej dużej podaży może być na przykład mieszana ze słomą innych zbóż i również spalana lub stosowana

do produkcji granulatu. Skład chemiczny słomy, który ma wpływ na proces energetycznego wykorzystania tego surowca, uzależniony jest od warunków glebowych, klimatycznych oraz działań człowieka.

W porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi nośnikami energii słoma jest dość uciążliwym materiałem energetycznym. Podstawową cechą odróżniającą ją od węgla jest jej budowa fizjologiczna. Przestrzenno-rurkowa struktura źdźbła słomy powoduje, że jest to materiał objętościowy, który charakteryzuje się nadmiarem powietrza. Ponadto jest materiałem niejednorodnym, o niższej wartości energetycznej w porównaniu z konwencjonalnymi nośnikami energii odniesionej do jednostki objętości. Szczególną uwagę zwraca większa ilość substancji lotnych oraz niższa zawartość siarki w porównaniu z węglem.

Wartość energetyczna słomy zależy głównie od jej wilgotności (na przykład wartość opałowa słomy pszennej o wilgotności 12-22% wynosi około $17,311 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$). Wilgotność słomy świeżej najczęściej waha się między 12 a 22%, a w pewnych przypadkach może być nawet wyższa. Parametr ten zależy od rodzaju rośliny oraz od warunków atmosferycznych, w jakich odbywał się zbiór. Zbyt wysoka wilgotność słomy wpływa nie tylko na zmniejszenie wartości energetycznej, ale również na przebieg samego spalania, powodując podwyższoną emisję zanieczyszczeń w spalinach. Duża wilgotność słomy może też powodować problemy w magazynowaniu, transporcie, rozdrabnianiu jej podczas zadawania do paleniska. Maksymalna dopuszczalna wilgotność jest różna dla różnych instalacji, lecz na ogół wynosi 18-25%. Wartość opałowa słomy jest odwrotna do zawartości wilgoci. Na tej podstawie wylicza się cenę słomy jako surowca dla celów energetycznych. Słomę trudno uznać za jednolite paliwo, a podstawowym warunkiem efektywnego jej wykorzystania jest zachowanie określonych rygorów jakościowych, szczególnie wilgotności⁵.

Słoma świeża, nazywana „żółta”, zawiera metale alkaliczne i związki chloru, które wywierają wpływ na procesy korozji i powstawanie żużlu. Przeznaczona na cele energetyczne powinna być więc poddana procesowi wędnięcia, w czasie którego szkodliwe związki wymywane są przez opady atmosferyczne. Stopień zwiędnięcia świadczy o tym, jak długo pozostawała ona na polu i była poddana działaniu zmiennych warunków atmosferycznych, a następnie została wysuszona. Im większy jest stopień jej zwiędnięcia, tym większe prawdopodobieństwo, że zmniejszona została zawartość metali alkalicznych i związków chloru, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia korozyjności i zażużlania elementów kotła w procesie spalania. Charakterystyczną cechą słomy poddanej tym procesom jest szary kolor w porównaniu do słomy świeżej, która ma kolor żółty. Słoma szara jest więc bardziej przydatna na potrzeby energetyczne niż żółta, ponadto cechuje się nieco wyższą wartością opałową⁶.

⁵ E. Krasowski, M. Krasowska, *Gospodarka energetyczna w rolnictwie*, Wyd. Akademii Rolniczej, Lublin 2001.

⁶ A. Grzybek, *Właściwości słomy jako paliwa*, w: *Słoma energetyczne paliwo*, red. A. Grzybek, P. Gradziuk, K. Kowalczyk, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2001, s. 23-24.

Szczegóły rozwiązań technologicznych, stosowanych przez producentów kół, pozwalają na spalanie słomy w różnej postaci⁷:

- suchej siewki;
- granulatu (brykiety, pelety);
- balotów lub kostek;
- balotów poszarpanych.

Słoma jest paliwem neutralnym dla środowiska, a energetyczne zagospodarowanie jej nadwyżek nie powoduje zwiększenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery, jako że mniej więcej tyle samo CO₂ jest emitowane do atmosfery w trakcie jej spalania, ile pochłaniają z atmosfery rośliny w trakcie fotosyntezy.

3. Szacowanie potencjału słomy możliwej do wykorzystania na cele energetyczne

Dokładne ustalenie bilansu słomy w makroskali (województwo lub kraj) jest praktycznie niemożliwe, gdyż w tak dużych jednostkach administracyjnych występuje pewna rejonizacja produkcji. W związku z tym bardziej miarodajne wyniki można uzyskać dla mniejszych jednostek administracyjnych (gmina, powiat) lub dla dużych gospodarstw. Na potrzeby bilansowania można przyjąć, że plony słomy w gospodarstwie lub jednostce administracyjnej są zbliżone do plonów ziarna. W rozdysponowaniu słomy, obok zużycia na ściótkę i paszę, konieczne jest przeznaczenie pewnej jej ilości na przyoranie.

W Polsce od 1995 roku zbiory słomy zaczęły przewyższać zapotrzebowanie wynikające z produkcji rolniczej. Niekorzystnym zjawiskiem, choć charakterystycznym dla rolnictwa były występujące fluktuacje w zbiorach słomy, co nie pozostawało bez wpływu na poziom jej nadwyżek. Wahania te, choć występujące co kilka lat są jedną z barier hamujących wykorzystanie słomy poza rolnictwem. Potencjalni inwestorzy, rozpatrujący budowę elektrociepłowni wykorzystującej słomę lub instalacji do zagęszczania „miękkiej” biomasy, obawiają się przede wszystkim konieczności gromadzenia zapasów na lata o niższych urodzajach, co w poważnym stopniu wpływa na koszty. Plony słomy zależą od gatunku i odmiany uprawianego zboża, jakości gleby, przebiegu pogody w danym roku oraz stosowanej technologii produkcji (nawożenie, przedplon, regulatory wzrostu zbóż). Ponadto w warunkach kombajnowego zbioru zbóż czynnikiem istotnie wpływającym na plon słomy jest wysokość koszenia oraz dokładność jej zbioru, a więc parametry zależne od jakości maszyn (kombajnów, pras) oraz techniki prowadzenia prac polowych⁸.

⁷ W. M. Lewandowski, *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wyd. WNT, Warszawa 2006, s. 339.

⁸ A. Grzybek, P. Gradziuk, K. Kowalczyk, *Słoma energetyczne paliwo*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2001.

3.1. Produkcja słomy w badanej gminie

Badania własne przeprowadzono dla obszaru wybranej gminy o charakterze rolniczym. Gmina Łaszczów leży w województwie lubelskim, w powiecie tomaszowskim.

Słoma w pierwszej kolejności powinna pokryć zapotrzebowanie produkcji zwierzęcej oraz utrzymać zrównoważony bilans glebowej substancji organicznej. W związku z tym, aby ocenić potencjał słomy, którą można pozyskać na cele energetyczne, zbiory słomy w danym regionie pomniejszono o jej zużycie w rolnictwie. Do obliczeń wykorzystano następującą formułę:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n) \text{ [t]}, \quad (1)$$

gdzie:

- N – nadwyżka słomy do alternatywnego (energetycznego) wykorzystania,
- P – produkcja słomy zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku,
- Z_s – zapotrzebowanie na słomę ściółkową,
- Z_p – zapotrzebowanie na słomę na pasze,
- Z_n – zapotrzebowanie na słomę do przyorania,

Do oceny produkcji słomy na obszarze gminy Łaszczów wykorzystano zależności opisywane w literaturze z zakresu produkcji roślinnej. Wyjściowym założeniem było to, że plony ziarna i słomy zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku układają się w pewnych proporcjach w stosunku do siebie. Zależność tę wykorzystuje się przy oszacowaniu plonu słomy (współczynnik plonu słomy do plonu ziarna w_{sz}). Można go również oszacować, wychodząc z powierzchni uprawy (w_{sa}). Dla rzepaku i rzepiku stosunek plonu słomy do plonu ziarna jest równy 1, zaś zbiór słomy w stosunku do areалу upraw wynosi 2,2 (1,8-4,0)⁹.

Tabela 1

Stosunek plonu słomy do plonu ziarna zbóż

Poziom plonu ziarna [t/ha]	Zboża ozime				Zboża jare		
	pszenica	pszenżyto	żyto	jęczmień	pszenica	jęczmień	owies
2,01-3,0	0,86	1,18	1,45	0,94	1,13	0,78	1,05
3,01-4,0	0,91	1,13	1,44	0,80	0,94	0,86	1,08
4,01-5,0	0,91	1,14	1,35	0,70	0,83	0,77	1,05
5,01-6,0	0,92	1,13	1,24	0,71	0,81	0,72	1,01
6,01-7,0	0,90	0,94	-	-	-	0,68	-
7,01-8,0	0,83	-	-	-	-	0,67	-
Zbiór słomy w stosunku do areálu upraw w_{sa}	4,4 (2,2-6,2)	4,9 (2,95-6,1)	5,1 (2,6-6,8)	3,0 (2,25-3,9)	3,6 (2,8-4,4)	3,6 (1,95-5,0)	4,4 (3,6-5,5)

Plon ziarna = 1

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Harasim, *Relacja między plonem słomy i ziarna zbóż*, „Pamiętnik Puławski” 1994, z. 104; E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009.

⁹ E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009.

W przeprowadzonych badaniach produkcję słomy na obszarze gminy Łaszczów obliczono na podstawie następującego wzoru:

$$P = \sum_{i=1}^n A \cdot Y \cdot w_{zs} \text{ [t] lub } P = \sum_{i=1}^n A \cdot w_{za} \text{ ,} \quad (2)$$

gdzie:

- P – produkcja słomy zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku,
- A – powierzchnia i-tego gatunku rośliny [ha],
- Y – plon ziarna i-tego gatunku rośliny [t/ha],
- w_{zs} – stosunek plonu słomy do plonu ziarna,
- w_{za} – zbiór słomy w stosunku do areału upraw.

Tabela 2

Powierzchnia zasiewów zbóż oraz produkcja słomy w gminie Łaszczów

Gatunek	Powierzchnia [ha]	Zbiór słomy w stosunku do areału upraw [t/ha]	Produkcja słomy zbóż podstawowych i rzepaku [t/rok]
pszenica ozima	3 657,15	4,40	16 091,46
pszenica jara	893,14	3,60	3 215,30
żyto	34,13	5,10	174,06
jęczmień ozimy	41,26	3,00	123,78
jęczmień jary	562,66	3,60	2 025,58
owies	19,76	4,40	86,94
pszenżyto ozime	2,91	4,90	14,26
pszenżyto jare	4,12	4,90	20,19
mieszanki zbożowe ozime	4,75	4,40	20,90
mieszanki zbożowe jare	133,00	4,40	585,20
rzepak ozimy	186,57	2,20	410,45
rzepak jary	7,24	2,20	15,93
ogółem	5 546,69	–	22 784,06

Źródło: obliczenia własne.

3.2. Zapotrzebowanie na słomę w rolnictwie

Zapotrzebowanie na słomę zużywaną w produkcji zwierzęcej (pasza i ściółka) oblicza się na podstawie liczebności pogłowia zwierząt gospodarskich i rocznych normatywów dla poszczególnych gatunków i grup użytkowych (tabela 3) według poniższych wzorów:

$$Z_s = \sum_{i=1}^n q_i s_i \text{ , } Z_p = \sum_{i=1}^n q_i p_i \text{ ,} \quad (3)$$

gdzie:

- Z_s – zapotrzebowanie słomy na ściółkę,
- Z_p – zapotrzebowanie słomy na paszę,
- q_i – pogłowie i-tego gatunku i grupy użytkowej,
- s_i – normatyw zapotrzebowania słomy na ściółkę i-tego gatunku i grupy użytkowej,
- p_i – normatyw zapotrzebowania słomy na paszę i-tego gatunku i grupy użytkowej.

Tabela 3

Normatywy zapotrzebowania słomy na paszę i ściółkę oraz produkcję obornika [t/rok]

Wyszczególnienie	Pasze (p _i)	Ściółka (s _i)	Obornik (o _i)
Bydło:			
• krowy	1,2	1,0	2,5
• pozostałe	0,6	0,5	1,6
Trzoda chlewna:			
• lochy	–	0,5	0,6
• pozostałe	–	0,2	0,4
Owce	0,2	0,2	0,25
Konie	0,8	0,9	1,6

Źródło: opracowanie własne na podstawie: E. Majewski, M. Wojtkiewicz, W. Zabrzewska, *Ćwiczenia z organizacji i ekonomiki gospodarstw rolniczych – zbiór danych liczbowych*, Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1983; J. Kozakiewicz, E. Nieściór, *Słoma i sposoby jej użytkowania w gospodarstwach rolniczych*, IUNG, Puławy 1984.

W analizie uwzględniono również zużycie słomy niezbędnej do reprodukcji substancji organicznej w glebie, które ustala się na podstawie odrębnych analiz obejmujących strukturę zasiewów, jakość gleb, oraz saldo substancji organicznej. Należy mieć na uwadze proporcję pomiędzy roślinami, które poprawiają zasobność gleby w substancję organiczną (strączkowe, motylkowate, trawy), a tymi, które degradują materię organiczną w glebie (zboża, okopowe, przemysłowe). Wzrost lub ubytek substancji organicznej można mierzyć za pomocą współczynników określających jej reprodukcję albo degradację (tabela 4).

Tabela 4

Współczynniki reprodukcji i degradacji substancji organicznej w glebie

Rośliny	Współczynniki w _n i w _d dla różnych rodzajów gleb w tonach suchej masy obornika		
	lekkich	średnich	ciężkich
Okopowe, warzywa korzeniowe (w _{d1})	-3,6	-4,0	-4,4
Kukurydza, warzywa liściaste (w _{d2})	-2,7	-3,0	-3,3
Zboża, oleiste, włókniste (w _{d3})	-1,4	-1,5	-1,6
Strączkowe (w _{r1})	+0,9	+1,0	+1,1
Trawy w uprawie polowej (w _{r2})	+2,7	+3,0	+3,3
Motylkowate wieloletnie i ich mieszańki z trawami (w _{r3})	+5,4	+5,6	+6,0

Źródło: C. Maćkowiak, *Bilans substancji organicznej w glebach Polski*. Biuletyn Informacyjny, IUNG, Puławy 1997, s. 4-5.

Na podstawie danych dotyczących powierzchni zasiewów poszczególnych grup roślin oraz ilości produkowanego obornika, którą obliczono na podstawie pogłowia zwierząt i odpowiednich normatywów (o_i) (tabela 3), określone zostało saldo substancji organicznej według następującej formuły:

$$S = \sum_{i=1}^n r_i w_{ri} + \sum_{i=1}^n d_i w_{di} + \sum_{i=1}^n q_i o_i, \quad (4)$$

Tabela 5
Zapotrzebowanie słomy na cele rolnicze w gminie Łaszczów

Gatunek	Liczba [szt.]	Normatyw zapotrzebowania słomy na paszę – p_i	Zapotrzebowanie słomy na paszę – Z_p	Normatyw zapotrzebowania słomy na ściótkę – s_i	Zapotrzebowanie słomy na ściótkę – Z_s	Normatyw produkcji obornika – o_i	Produkcja obornika
Bydło							
krowy	1 612,0	1,2	1 934,4	1,0	1 612,0	2,5	4 030,0
pozostałe	1 593,0	0,6	955,8	0,5	796,5	1,6	2 548,8
Trzoda chlewna							
lochy	383,0	0,0	0,0	0,5	191,5	0,6	229,8
pozostałe	3 271,0	0,0	0,0	0,2	654,2	0,4	1 308,4
Owce	131,0	0,2	26,2	0,2	26,2	0,25	32,75
Konie	161,0	0,8	128,8	0,9	144,9	1,6	257,6
Ogółem			3 045,2		3 425,3		8 407,35

Źródło: obliczenia własne.

gdzie:

- r_i – powierzchnia grup roślin zwiększających zawartość substancji organicznej,
 d_i – powierzchnia grup roślin zmniejszających zawartość substancji organicznej,
 w_{ri} – współczynnik reprodukcji substancji organicznej dla danej grupy roślin,
 w_{di} – współczynnik degradacji substancji organicznej dla danej grupy roślin,
 q_i – pogłowie inwentarza żywego w sztukach fizycznych według gatunków i grup wiekowych,
 o_i – normatywy produkcji obornika w tonach/rok według gatunków.

Stwierdzenie ujemnego salda substancji organicznej oznacza, że aby utrzymać zrównoważony bilans substancji organicznej w glebie, należy przyorać określoną ilość słomy. Zakładając, że 1 tona suchej masy obornika równoważna jest 1,54 tony słomy, zapotrzebowanie słomy na przyoranie (Z_n) obliczyć należy według wzoru:

$$Z_n = 1,54 S, \quad (5)$$

gdzie:

- Z_n – zapotrzebowanie słomy na przyoranie [t],
 S – saldo substancji organicznej.

Dla gminy Łaszczów saldo substancji organicznej wynosi:

$$S = 976,27 + (-16 189,35) + 8 407,35 = -6 805,73 \text{ [t]}.$$

W związku ze stwierdzeniem ujemnego salda substancji organicznej obliczono zapotrzebowanie słomy na przyoranie:

$$Z_n = 1,54 \cdot S = 1,54 \cdot 6 805,73 = 10 480,82 \text{ [t]},$$

gdzie:

- Z_n – zapotrzebowanie słomy na przyoranie [t];
 S – saldo substancji organicznej [t].

Tabela 6
Bilans materii organicznej w glebie

Gatunek	Powierzchnia [ha]	Współczynnik reprodukcji i degradacji substancji organicznej w_m i w_n	Bilans materii organicznej wynikający ze struktury zasiewów [t]
pszenica ozima	3 657,15	-1,50	-5 485,73
pszenica jara	893,14	-1,50	-1 339,71
żyto	34,13	-1,50	-51,20
jęczmień ozimy	41,26	-1,50	-61,89
jęczmień jary	562,66	-1,50	-843,99
owies	19,76	-1,50	-29,64
pszenżyto ozime	2,91	-1,50	-4,37
pszenżyto jare	4,12	-1,50	-6,18
mieszanki zbożowe ozime	4,75	-1,50	-7,13
mieszanki zbożowe jare	133,00	-1,50	-199,50
gryka, proso i inne zbożowe	0,03	-1,50	-0,05
kukurydza na ziarno	37,28	-3,00	-111,84
kukurydza na zielonkę	65,48	-3,00	-196,44
strączkowe jadalne	976,27	1,00	976,27
ziemniaki	264,43	-4,00	-1 057,72
buraki cukrowe	1 267,31	-4,00	-5 069,24
rzepak ozimy	186,57	-1,50	-279,86
rzepak jary	7,24	-1,50	-10,86
okopowe pastewne	32,07	-4,00	-128,28
warzywa gruntowe	390,85	-3,00	-1 172,55
truskawki	44,40	-3,00	-133,20
rośliny zwiększające zawartość substancji organicznej	976,27		976,27
rośliny zmniejszające zawartość substancji organicznej	7 648,54		-16 189,35
Ogółem	8 624,81		-15 213,08

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie powyższej analizy określono, że aby zachować odpowiedni bilans materii organicznej w glebie gruntach ornych w gminie Łaszczów, należy przyorać około 10,5 tys. t słomy.

3.3. Nadwyżka słomy na cele energetyczne

Przeprowadzone obliczenia pozwoliły na oszacowanie nadwyżki słomy możliwej do przeznaczania na potrzeby energetyczne w gminie Łaszczów:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n) = 22\,784,06 - (3425,3 + 3045,2 + 10\,480,82) = 5\,832,73 \text{ t/rok.}$$

Potencjał techniczny słomy, którą można pozyskać na obszarze badanej gminy, wynosi około 5,8 tys. ton. Może ona zostać przeznaczona na cele energetycz-

ne, a więc spalona w kotłach ogrzewających gospodarstwa rolne, czy też w kotłowniach lokalnych, ogrzewających na przykład budynki użyteczności publicznej, jak szkoły, przychodnie. W przypadku braku lokalnego wykorzystania można tę ilość wykorzystać do produkcji granulatów opałowych – brykietów lub peletów – a następnie przetransportować je do elektrowni, czy też elektrociepłowni. Na terenie badanej gminy funkcjonuje zakład zajmujący się zagęszczaniem biomasy, dla którego słoma jest ważnym surowcem.

Ilość energii zawartej w słomie można w przybliżeniu ustalić, przyjmując jednostkową wartość energetyczną słomy na poziomie 17,3 MJ/kg suchej masy i jej średnią wilgotność 17% (wilgotność słomy waha się w granicach 12-22%). Zinwentaryzowana ilość słomy pozwala na wytworzenie ponad 81 tys. GJ energii. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że urządzenia energetyczne wykorzystujące biomasę, podobnie jak inne surowce opałowe, posiadają ograniczoną sprawność. Tylko część energii zawartej w węglu, biomasie czy w gazie możliwa jest do pozyskania w postaci energii użytecznej. Aby więc ustalić techniczny potencjał energii zawartej w słomie, pomniejszono wyliczoną wartość o sprawność urządzeń. Większość kotłów opalanych biomasą charakteryzuje się sprawnością na poziomie 70-90%. W obliczeniach własnych przyjęto 80% sprawność kotłów. Pozwoliło to na ustalenie, że nadwyżki słomy w gminie Łaszczów pozwalają na wyprodukowanie 65 064 GJ energii. Potencjał ten może zostać wykorzystany w przypadku odpowiedniej organizacji rynku zbytu, rozwoju firm przetwarzających biomasę czy budowy lokalnych kotłowni. Bardzo istotnym czynnikiem warunkującym wykorzystanie lokalnego potencjału słomy będzie jej cena, która stanowi główny bodziec do podejmowania decyzji w gospodarstwie rolnym. Na przestrzeni ostatnich lat znacznie wzrosła, co pozwala przypuszczać, że producenci rolni coraz uważniej będą rozpatrywać możliwość zbytu słomy w miejsce jej bezproduktywnego spalania lub magazynowania.

4. Szacowanie potencjału siana możliwego do wykorzystania na cele energetyczne

Obserwowany w ostatnich latach spadek pogłowia zwierząt gospodarskich powoduje, że powierzchnia trwałych użytków zielonych przewyższa zapotrzebowanie rolnictwa, co wiąże się z ekstensywnym ich użytkowaniem lub wręcz zaniechaniem zbioru siana i degradacją łąk. Według danych GUS-u, powierzchnia trwałych użytków zielonych w Polsce wynosiła w 2008 roku 3 184,4 tys. ha, co stanowiło 10,1% powierzchni kraju. Natomiast powierzchnia trwałych łąk (w 2008 roku) zajmowała 2 450,3 tys. ha i stanowiła 76,9% trwałych użytków zielonych, a powierzchnia pastwisk wynosiła 734,1 tys. ha. W ostatnich kilkunastu latach ich powierzchnia zmniejszyła się prawie o 1 mln ha, a wykorzystanie pozostałych uległo ogromnej ekstensyfikacji, czy wręcz zaniechaniu z powodu spadku pogłowia zwierząt, głównie przeżuwaczy. Około 50% łąk i pastwisk

w skali całego kraju jest niedostatecznie wykorzystanych, a około 10% stanowią nieużytki. Nieużytkowane łąki podlegają procesom sukcesji wtórnej, w wyniku czego ich walory przyrodnicze ulegają degradacji. Już po kilku latach wykształcają się zbiorowiska zdominowane przez jeden lub kilka gatunków, na przykład bardzo pospolite na porzuconych świeżych łąkach zbiorowisko z dominacją pokrzywy i ostrożeńca polnego. W dalszej kolejności nasila się ekspansja drzew i krzewów. Znaczne zaniedbania eksploatacyjne i istotne zniszczenia w urządzeniach melioracyjnych spowodowały, że odprowadzają one wodę w niekontrolowany sposób. Następuje przesuszenie i degradacja gleb organicznych. Na obszarach podmokłych roślinność typowa dla wilgotnych łąk i pastwisk jest zastępowana przez turzyce i trzcinę, co w połączeniu z niskim poziomem gospodarowania i wykorzystania łąk i pastwisk stwarza zagrożenie dla ich istnienia, wartości produkcyjnej oraz środowiska i bioróżnorodności. Nieużytkowanie łąk ma więc negatywne skutki przyrodnicze, a ponadto bezproduktywnie marnowana jest olbrzymia ilość biomasy¹⁰. W przypadku niewykorzystania potencjału produkcyjnego łąk i pastwisk na cele paszowe część biomasy z tych terenów można przeznaczać na cele energetyczne.

Łąki są położone głównie w dolinach rzek, tworząc kompleksy o dużych powierzchniach, co sprzyja wykorzystaniu dużego, specjalistycznego sprzętu, zwiększa jego wydajność oraz zmniejsza koszty pozyskania biomasy. Ponadto uzyskanie płatności do trwałych użytków zielonych uwarunkowane jest co najmniej jednokrotnym koszeniem łąki. Powyższe informacje pozwalają stwierdzić, że wykaszanie łąk jest wskazane zarówno z punktu widzenia środowiskowego, jak i ekonomicznego. W przypadku braku możliwości zagospodarowania siana na cele paszowe w danym gospodarstwie należy rozpatrzyć opcję energetycznego zagospodarowania nadwyżek siana.

Potencjał siana w gminie Łaszczów określono jako iloczyn powierzchni łąk, współczynnika ich wykorzystania na cele energetyczne i wielkości plonu:

$$P_{si} = A_l \cdot w_{ws} \cdot Y_{si} \text{ [t/rok}^{-1}\text{]}, \quad (6)$$

gdzie:

- P_{si} – potencjał siana,
- A_l – powierzchnia trwałych użytków zielonych [ha],
- w_{ws} – współczynnik wykorzystania na cele energetyczne,
- Y_{si} – plon siana [t/ha/rok].

Precyzyjne określenie współczynnika wykorzystania łąk na cele energetyczne wymaga znajomości sposobu użytkowania trwałych użytków zielonych na badanym obszarze, ze szczególnym uwzględnieniem powierzchni łąk i pastwisk nieskoszonych. Przeciętnie w skali kraju współczynnik ten kształtuje się na poziomie 5-10%; w badaniach własnych wskaźnik ten przyjęto na poziomie 10,2%. Plon siana zależny jest od warunków siedliskowych. W warunkach Polski średni plon wynosi około 4 t·ha⁻¹. Trwałe użytki zielone w gminie Łaszczów położone są na gruntach o dość dobrej jakości, stąd też przyjęto plon siana nieco wyższy (4,93 t·ha⁻¹).

¹⁰ H. Jankowska-Huflejt, *Użytki zielone jako czynnik kształtowania jakości i obiegu wód w obszarach wiejskich*, „Wieś Jutra” 2006 nr 6(95), s. 46-48.

Tabela 7
Obliczenia potencjału siana na cele energetyczne

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia łąk trwałych	A_l	[ha]	2 297	
Współczynnik wykorzystania łąk na cele energetyczne	w_{ws}	[%]	10,2	dane krajowe na podstawie opracowania "Wyniki produkcji roślinnej w Polsce 2009", GUS, Warszawa
Plon siana	Y_{si}	[t/ha/rok]	4,93	
Potencjał siana	P_{si}	[t/rok]	1 155	

Źródło: obliczenia własne.

Trwałe użytki zielone na terenie gminy Łaszczów mogą stanowić źródło ponad tysiąca ton biomasy, którą można przeznaczyć na cele energetyczne. Zakładając, że wartość energetyczna siana wynosi $17,1 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy, a jego wilgotność 16%, można obliczyć, że potencjał energii zawartej w sianie z nieużytkowanych łąk wynosi ponad 16 tys. GJ. Siano może być spalane w tych samych urządzeniach co słoma, dlatego przyjęto sprawność instalacji na poziomie 80%. Uwzględniając ten współczynnik, ustalono, że w gminie Łaszczów potencjał techniczny siana wyrażony w jednostkach energii wynosi 12 911 GJ.

Podsumowanie

Poszukiwanie alternatywnych surowców przez energetykę zawodową, a także rozwój lokalnych ciepłowni wykorzystujących biomasę powoduje wzrost zainteresowania nadwyżkami słomy powstającymi w rolnictwie. Budowa instalacji przetwarzających biomasę wymaga wcześniejszej oceny zasobów surowcowych w regionie. Słoma powinna być w pierwszej kolejności wykorzystana na cele rolnicze: jako ściółka i pasza dla zwierząt gospodarskich. Drugim ważnym kierunkiem jej zagospodarowania powinno być przyorywanie w gospodarstwach, które nie dysponują obornikiem, aby uniknąć zmniejszenia zawartości substancji organicznej w glebie. Dopiero nadwyżki słomy powinny być przeznaczane na potrzeby energetyczne.

Energetyka może też racjonalnie zagospodarować nadmiar siana pozyskiwanego z trwałych użytków zielonych. Łąki i pastwiska nie zawsze mogą być przekształcane w grunty orne ze względów środowiskowych i technicznych. Gospodarstwa, które nie prowadzą produkcji zwierzęcej, dysponują nieproduktywnym arealem gruntów, które ulegają destrukcji wskutek zaniedbania. Biomasa pozyskana z tych gruntów może być racjonalnie zagospodarowana przez lokalne lub zawodowe przedsiębiorstwa energetyczne.

Badania przeprowadzone w jednej z gmin województwa lubelskiego wskazują, że przy obecnej strukturze zasiewów i pogłowiu zwierząt istnieje możliwość energetycznego wykorzystania 5,8 tys. ton słomy i ponad 1,1 tys. ton siana. Taka

ilość biomasy pozwala na uzyskanie niemal 78 tys. GJ energii, z uwzględnieniem 80% sprawności urządzeń energetycznych. Zastąpienie konwencjonalnych surowców biomasą o równoważnej wartości energetycznej wiąże się ze zmniejszeniem emisji zanieczyszczeń do środowiska, ożywieniem gospodarki na obszarach wiejskich, pozyskaniem nowych źródeł dochodów dla rolników, tworzeniem nowych miejsc pracy przy pozyskiwaniu i przetwarzaniu biomasy. O dalszym rozwoju rynku biomasy decydować będą regulacje prawne oraz działania podejmowane przez samorządy i przedsiębiorstwa.

Praca przygotowana w ramach projektu N0515/R/H03/2009/06 Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Kajetan Kościk

OCENA ZASOBÓW BIOMASY DRZEWNEJ NA TERENIE GMINY ŁASZCZÓW

Kajetan Kościk, mgr inż. – Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

adres korespondencyjny:

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu

ul. Szczębrzeska 102, 22-400 Zamość,

e-mail: kajetan.koscik@up.lublin.pl

RATING OF WOODY BIOMASS RESOURCE IN THE COMMUNITY ŁASZCZÓW

SUMMARY: The estimation of wood energy potential in the area of Łaszczów commune was conducted. Potential from forests, wood industry, orchards and wooded areas was identified. Total amount of that biomass accounts to about 448 tons what gives an equivalent in terms of energy content that equals 4 200 GJ. The most of that potential is wood from the forests. High percentage is already in use by local community and also wood industry e.g. for board production from low quality wood raw material. At the same time wood from orchards and wooded areas have rather and irregular character what could be a significant obstacle in it's availability for interested enterprises.

KEY WORDS: biomass, wood, forests, orchards, wooded areas

Wstęp

Według rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r.¹ biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z wytworów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, przemysłu je przetwarzającego, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym, określonych w art. 4 rozporządzenia Komisji (WE) nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008 r. ustanawiającego procedury przejęcia zbóż przez agencje płatnicze lub agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż (...) i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu.

Istnieje wiele różnych surowców, zarówno celowych, jak i odpadowych, które mogą zostać wykorzystane na potrzeby energetyczne, a które kwalifikowane są do uzyskania świadectw pochodzenia energii ze źródeł odnawialnych. Realna dostępność tych surowców jest jednak silnie zróżnicowana regionalnie. Decyzja o lokalizacji inwestycji wykorzystującej biomasę jako podstawowe źródło energii powinna zostać poprzedzona wnikliwą analizą dostępności substratów, gdyż od jej wyników zależeć będzie dalsze postępowanie inwestora. Charakterystyczną cechą biomasy jest jej rozproszenie, a koszty transportu są relatywnie drogie z powodu małej gęstości usypowej większości takich surowców, a często również ich wysokiej wilgotności. Najbardziej racjonalnym rozwiązaniem jest lokalizacja instalacji przetwarzających biomasę jak najbliżej miejsca jej wytwarzania.

Analiza zasobów odnawialnych zasobów energetycznych wymaga wyróżnienia potencjału²:

- biologicznego (teoretycznego), który zakłada istnienie urządzeń o 100% sprawności, brak ograniczeń technicznych oraz całkowity dostęp do zasobów przy założeniu, że nie są one wykorzystywane na inne potrzeby;
- technicznego, który uwzględni ograniczenia wynikające ze sprawności urządzeń wytwarzających energię, straty jej przesyłu oraz uwarunkowania formalnoprawne, szczególnie w zakresie ochrony przyrody;
- ekonomicznego, który oznacza technicznie dostępne zasoby w warunkach ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia; uzależniony jest od cen paliw i energii, podatków, struktury finansowej i oceniany na podstawie wskaźników ekonomicznych, takich jak IRR czy NPV.

Ze względu na specyfikę biomasy (mnogość sposobów zagospodarowania) należy doprecyzować, że:

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, Dz. U. nr 156, poz. 969 z późn. zm.

² M. Tańczuk, R. Ulbrich, *Assessment of energetic potential of biomass*, "Proceedings of ECOpole" 2009 vol. 3 no. 1, p. 23-26.

- potencjał biologiczny (teoretyczny) biomasy obejmuje całą biomasę wytworzoną na określonym obszarze i jej wartość energetyczną niezależnie od sposobu jej wykorzystania i możliwości pozyskania;
- potencjał techniczny biomasy jest to potencjał biologiczny biomasy pomniejszony o aktualne wykorzystanie na potrzeby inne niż energetyczne, który może być pozyskany w ramach określonych technologii, z uwzględnieniem sprawności energetycznej urządzeń przetwarzających biomasę na energię użytkową.

Celem pracy jest określenie potencjału technicznego biomasy drzewnej na terenie gminy Łaszczów. Szacunki wykonano w oparciu o identyfikację zasobów biomasy drzewnej pochodzącej z terenów leśnych, odpadów z przemysłu drzewnego. Obliczono również zasoby z sadów i zadrzewień.

1. Charakterystyka biomasy drzewnej

Drewno pod względem fizykochemicznym jest substancją niejednorodną, zawierającą głównie celulozę – około 50%, hemicelulozę, ligninę – 20-30% (u gatunków iglastych około 30%, a u gatunków liściastych około 20%) i wodę – 20-60%. Wraz z wiekiem drzewa nasila się proces lignifikacji: zawartość ligniny w drewnie wzrasta, a wody maleje³. Zawartość wody w świeżym drewnie zależy głównie od gatunku drzewa i jest wyższa w przypadku drewna o mniejszym ciężarze właściwym. W skład drewna wchodzi również materiał palny, w którym węgiel stanowi 35%, tlen 40-44%, wodór 4%, azot około 0,1% i siarka około 0,1%. Wapń, magnez i potas stanowią około 0,5% popiołu. Paliwa drewnopochodne charakteryzują się wysoką zawartością składników lotnych. Zaledwie 20% ich masy stanowią nielotne związki węgla, które nie odparowują w procesie suchej destylacji (ogrzewania) drewna, lecz zostają spalone na ruszcie. Tymczasem większość związków lotnych spala się nad rusztem⁴. Właściwości energetyczne różnych gatunków drewna podano w tabeli 1.

1.1. Las jako źródło biomasy

Las jest zasobem naturalnym, ale tylko w umownym tego słowa znaczeniu. Na początku XVIII wieku las przestał być czystym tworem natury, a stał się w znacznej mierze tworem zaprojektowanym i tworzonym przez człowieka. Została wprowadzona uprawa lasu i monokultura. Globalne i lokalne przemiany środowiska są jednym z istotnych powodów rozwinięcia szerokiego programu zalesień w Polsce. Lasy są obecnie głównym źródłem biomasy drzewnej w Polsce. Traktowane są jako zasób odnawialny, ponieważ będąc względnie zamknię-

³ Dostęp: www.biomasa.org [data wejścia: 05-07-2011].

⁴ A. Kowalczyk-Juśko, *Źródła biomasy na cele energetyczne*, w: *Bioenergetyka Podkarpacka*, red. B. Kościak, Wyd. PWSZ, Jarosław 2007, s. 105-185.

Tabela 1
Ciepłota spalania i wartość opałowa różnych rodzajów drewna

Drewno liściaste				Drewno iglaste			
Rodzaj drewna	Ciepłota spalania [MJ/kg]	Wartość opałowa [MJ/kg]		Rodzaj drewna	Ciepłota spalania [MJ/kg]	Wartość opałowa [MJ/kg]	
		wilgotność 0%	wilgotność 15%			wilgotność 0%	wilgotność 15%
Brzoza	21,5	20,1	16,7	Daglezja	20,5	19,2	15,9
Buk	21,5	20,1	16,7	Jodła sezonowana	20,7	19,3	16,1
Buk	20,2	18,8	15,7	Jodła świeża	20,2	18,8	15,6
Buk	19,7	18,8	15,2	Modrzew	19,9	18,5	15,4
Dąb	19,1	17,8	14,7	Sosna	19,9	18,6	15,4
Grab	19,0	17,6	14,6	Świerk	21,8	20,5	17,0
Grochodrzew	21,4	20,1	16,7	Średnio	20,7	19,3	16,1
Wierzba	17,7	16,3	13,5				
Jawor	18,9	17,5	14,5				
Jesion	19,8	18,4	15,3				
Kasztanowiec	20,2	18,8	15,6				
Lipa	20,1	18,7	15,5				
Olcha czarna	19,3	18,0	14,9				
Topola czarna	19,3	17,9	14,9				
Trześnia	19,9	18,5	15,7				
Wiąz	20,6	18,5	15,9				
Średnio	19,6	18,3	15,1				

Źródło: S. Kruczek, R. Głąbik, R. Sikora, *Zagadnienia gazyfikacji drewna*, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, 18, 2002, s. 18-20.

tym układem biocenotycznym, mają zdolność do samoodnawiania się, jednak tylko w pewnych granicach⁵.

Według danych GUS, lasy zajmują 29% powierzchni Polski (9066 tys. ha). W strukturze własności dominują lasy Skarbu Państwa, będące w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGL LP) – stanowią około 78% (7059,9 tys. ha) ogólnej powierzchni lasów w Polsce⁶. W przeszłości, w następstwie rozwojowych procesów społeczno-gospodarczych, a głównie powiększania terenów użytkowanych rolniczo, lesistość Polski zmniejszyła się do 38% w 1820 roku, do 20% w 1938 roku.⁷ Następnie została zwiększona z 21% w roku 1945 do 29% obecnie. Od roku 1995 do 2008 powierzchnia lasów zwiększyła się o 310 tys. ha⁸.

⁵ A. Woś, *Ekonomika odnawialnych zasobów naturalnych*, PWN, Warszawa 1995.

⁶ *Leśnictwo 2009. Informacje i opracowania statystyczne GUS*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2010.

⁷ *Krajowy Program Zwiększania Lesistości*, Rada Ministrów, Warszawa 2003.

⁸ Dostęp: www.lasy.gov.pl [data wejścia: 15-08-2011].

W zalesianiu gruntów porolnych w okresie powojennym można umownie wyróżnić co najmniej trzy etapy. Pierwszy z nich przypada na lata 1946-1970; jest to okres intensywnych zalesień, a także procesów sukcesji naturalnej zbiorowisk leśnych. Lesistość wzrosła do 27,0% w 1970 roku, a przeciętnie rocznie zalesiano 37 tys. ha. Największy obszar zalesiono w 1960 roku (62 tys. ha). W latach 1971-1980 obserwowano umiarkowany przyrost powierzchni leśnej. Lesistość wzrosła do 27,8%, przy przeciętnym rocznym zalesianiu 12,0 tys. ha. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku powierzchnia zalesień systematycznie zwiększała się: od 7,6 tys. ha w 1991 roku do 23,4 tys. ha w 2000 roku, co dało średni roczny rozmiar zalesień na poziomie 14,9 tys. ha. „Krajowy program zwiększania lesistości”, przyjęty przez Radę Ministrów 23 czerwca 1995 roku, przewiduje dalszy wzrost lesistości do 30% w 2020 roku i 33% po 2050 roku. Natomiast według Janowicza⁹ lesistość w 2020 roku wyniesie 32%. Kraje sąsiadujące z Polską (z wyjątkiem Ukrainy – 16,5%) mają wyższą lesistość: Białoruś – 38,0%, Czechy – 34,3%, Litwa – 33,5%, Niemcy – 31,7%, Słowacja – 40,1%. Średnia europejska jest również znacznie wyższa i wynosi 44,3%. Nierównomierne występowanie lasów na terenie kraju, a także znaczne rozdrobnienie i rozproszenie kompleksów leśnych okazuje się ważnym problemem. Lasy w zarządzie PGL LP podzielone są na kilkadziesiąt tysięcy kompleksów leśnych. Powierzchnia przeciętnego prywatnego gospodarstwa leśnego nie przekracza 1 ha. Gospodarstwo tej wielkości często stanowi kilka oddzielnych działek.

Głównym problemem jest nie tyle relatywnie niski wskaźnik lesistości kraju, co mała produktywność polskich lasów. Potencjał ten przez kilka dziesięcioleci był eksploatowany nieracjonalnie, ponad miarę, a wyrąb drzewostanu przekraczał zdolność biologicznej odnowy. Ponadto nasze lasy są podatne na klęski żywiołowe i szkody ekologiczne, nasilające się z powodu skażenia powietrza przemysłowymi emisjami toksycznych pyłów i gazów.

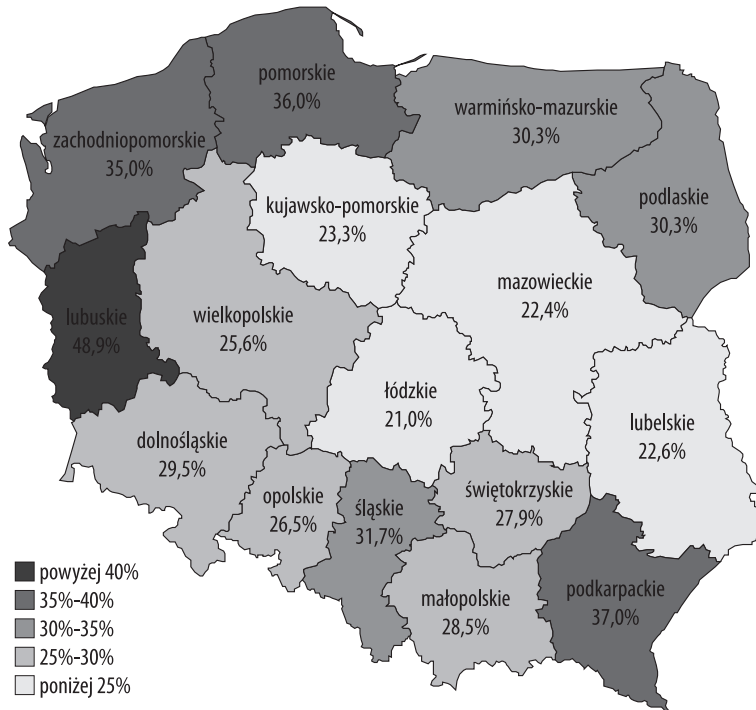
Szacuje się, że 55% powierzchni lasów zajmują bory. Na pozostałych obszarach występują siedliska mieszane, których część stanowią olsy i łęgi – niewiele ponad 3%. Na terenach nizinnych i wyżynnych najczęściej występuje sosna, rzadziej modrzew¹⁰. Sosna rośnie na około 69% powierzchni leśnej w PGL LP oraz na 63% lasów gminnych i prywatnych. W zachodniej części gór przeważa świerk, a we wschodniej świerk z bukiem. Dominacja sosny wynika ze sposobu prowadzenia gospodarki leśnej w przeszłości. Dawniej monokultury (uprawy jednego gatunku) były odpowiedzią na duże zapotrzebowanie przemysłu na drewno. Takie lasy okazały się jednak mało odporne na czynniki klimatyczne oraz łatwo padały ofiarą rozprzestrzenienia się szkodników.

W polskich lasach systematycznie zwiększa się udział innych gatunków, głównie drzew liściastych. Leśnicy odeszli od monokultur – dostosowują skład gatunkowy drzewostanu do naturalnego dla danego terenu. Dzięki temu w latach 1945-2008 powierzchnia drzewostanów liściastych na terenach PGL LP wzrosła z 13 do ponad 23%. Coraz częściej występują dęby, jesiony, klony, jawo-

⁹L. Janowicz, *Biomasa w Polsce*, „Energetyka” 2006 nr 8(626), s. 601-604.

¹⁰Dostęp: www.lasy.gov.pl [data wejścia: 16-08-2011].

Rysunek 1
Lesistość województw



Źródło: *Leśnictwo...*, op.cit.

ry, wiązy, a także brzozy, buki, olchy, topole, graby, osiki, lipy i wierzby. Wiek drzewostanów waha się od 40 do 80 lat, a więc przeciętny wiek lasu wynosi 60 lat. Coraz więcej jest drzew dużych, liczących ponad 80 lat.

W ostatnich latach na sytuację ochrony przyrody w Polsce zaczęły oddziaływać odnośne uregulowania prawne Unii Europejskiej: dwie dyrektywy unijne – ptasia i siedliskowa. Określono w nich gatunki i siedliska godne ochrony na obszarze Unii Europejskiej, a także sposoby ich ochrony w postaci ogólnoeuropejskiego programu sieci obszarów chronionych pod nazwą Natura 2000. Obok tego programu w Polsce funkcjonuje projekt sieci ekologicznej Econet, który jest rozwinięciem tego programu w kierunku tworzenia rzeczywistych powiązań ekologicznych między terenami chronionymi. Został wprowadzony do polityki planistycznej i strategii rozwoju wielu województw, szczególnie w kwestiach dotyczących utrzymania i poszerzenia korytarzy leśnych. Zmiana krytycznego stanu środowiska i tworzenie warunków do poprawy jakości życia ludności nie jest możliwa do osiągnięcia jedynie środkami technicznymi, ale wymaga rozwiązań ekologicznych, w których zwiększenie powierzchni leśnej i prośrodowiskowa lokalizacja zalesień jest szczególnie skutecznym instrumentem ekofi-

zjotaktyki¹¹. Zwiększenie lesistości kraju uzasadnione jest przede wszystkim potrzebą większego wykorzystania funkcji lasów w:

- przeciwdziałaniu degradacji i erozji gleb oraz stepowienia krajobrazu;
- retencjonowaniu, regulowaniu i łagodzeniu ekstremalnych stanów przepływu wód powierzchniowych i gruntowych;
- wiązaniu CO₂ i gazów przemysłowych z powietrza, wody i gleby oraz neutralizacji ich negatywnego działania i zmniejszania efektu cieplarnianego;
- korzystnej modyfikacji warunków hydrologicznych i topoklimatycznych na terenach rolniczych, zapewniających swobodny rozwój procesów życiowych roślin i zwierząt, oraz warunków do życia i działalności człowieka;
- zachowaniu zasobów genowych flory i fauny oraz tworzeniu, gromadzeniu i przywracaniu różnorodności biologicznej i naturalności krajobrazu;
- tworzeniu możliwości wypoczynku dla ludności oraz poprawy warunków życia na terenach zurbanizowanych¹².

Podstawowym paliwem stałym z biomasy jest biomasa leśna (drewno opałowe) występująca w postaci polan, okrąglaków, zrębków, brykietów, peletów i odpady z leśnictwa w postaci drewna niewymiarowego: gałęzi, żerdzi, krzewów, chrustu, karp oraz odpadów z przemysłu drzewnego (wióry, trociny) i papierniczego. W Polsce najczęstszym sposobem pozyskiwania drewna jest metoda, w której ścięte drzewa okrzusuje się bezpośrednio na powierzchni zrębowej, pozostawiając na niej odcięte gałęzie. Przygotowanie powierzchni zrębowej do jej wtórnego odnowienia wymaga zabiegów pielęgnacyjnych lasu. Pozostałości na powierzchniach zrębowych (gałęzie z igliwem, odcięte wierzchołki drzew) niewykorzystane w procesie pozyskiwania drewna utrudniają przeprowadzenie tych zabiegów, które polegają głównie na uporządkowaniu powierzchni zrębowej po wykonanym cięciu, usunięciu części drzew i odsłonięciu powierzchni leśnej. W zależności od regionu i lokalnych tradycji pozostałości pozrębowe mogą być wykorzystane w różny sposób. Najczęściej spotykaną metodą jej użytkowania jest układanie w stosy i spalanie. Zawarte w igliwiu i gałęziach substancje odżywcze są częściowo tracone, a podczas spalania do atmosfery emitowane są duże ilości CO₂. Dotychczas praktykowane spalanie odpadów zrębowych nie ma nic wspólnego z ekologicznymi kierunkami utylizacji nieużytkowanego surowca i powinno być objęte powszechnym zakazem. Ostatnio jednak spalanie drobnicy zrębowej traci w Polsce znaczenie, a w wielu nadleśnictwach jest zabronione, szczególnie w okresie letnim. Drugim sposobem wykorzystania pozostałości pozrębowych jest ich usuwanie poza granice powierzchni zrębowej. Pozostawienie na powierzchni zrębowej gałęzi, czy też wierzchołków drzew wpływa niekorzystnie na stan zdrowotny i sanitarny lasu, a ponadto stanowi istotną przeszkodę zarówno w procesie odnowień naturalnych lub sztucznych nasadzeń oraz w naturalnym wzroście runa leśnego. Oba te sposoby postępowania znacząco i niekorzystnie wpływają na układy biologiczne ekosystemów leśnych. Pobierając z lasu określoną masę drzewną oraz zużytkowując odpady pozrębowe, zuboża się eko-

¹¹ *Krajowy program ...*, op.cit., Warszawa 2003.

¹² A. Woś, *Ekonomika ...*, op.cit.

system o pierwiastki chemiczne w nich zawarte, które mają znaczenie dla środowiska leśnego. Ponadto zakłócenia w obiegu biogenów przyczyniają się do degradacji gleb.

Coraz częściej pojawiają się inne formy utylizacji pozostałości zrębowych. Stanowią one istotny element obiegu biogenów i należałoby pozostawić je na powierzchni zrębowej w formie uwzględniającej sposób odnowienia oraz przeciwdziałania zakłóceniom w środowisku leśnym spowodowanym założeniem zrębu zupełnego. Z punktu widzenia proekologicznego byłoby celowe pozostawienie tej biomasy w lesie, ale w postaci odpowiednio rozdrobnionej. Pozostawiona arbomasa stanowi wtedy rezerwuar substancji pokarmowych dla zakładanej uprawy. Niektóre nadleśnictwa posiadają specjalne maszyny do rozdrabniania resztek pozrębowych. Inną metodą, stosowaną znacznie rzadziej, jest zrębkowanie pozostałości¹³.

Nadmierna eksploatacja lasów i pozyskiwanie arbomasy może prowadzić do naruszenia struktury i funkcjonowania lasu, który jest skomplikowanym, wielofunkcyjnym organizmem, o licznych funkcjach pozaprodukcyjnych. Oprócz ograniczenia ilościowego zasobów biomasy drzewnej pochodzącej z leśnictwa i przemysłu drzewnego, energetyczne wykorzystanie tego surowca podlega coraz bardziej restrykcyjnym ograniczeniom prawnym. Kwestię tę reguluje rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r., które nakazuje do roku 2017 zmniejszenie zużycia biomasy pochodzącej z leśnictwa i przemysłu drzewnego do 40% lub do zera – w zależności od mocy jednostki wytwórczej i stosowanej technologii. W miejsce drewna i jego odpadów powinna zostać zastosowana biomasa z upraw energetycznych¹⁴.

1.2. Zasoby drewna z lasów w gminie Łaszczów

Szacunek dostępnych zasobów drewna na cele energetyczne z lasów można przeprowadzić na podstawie powierzchni gruntów leśnych i rocznego przyrostu lub na podstawie pozyskania drewna opałowego z lasów regionalnych dyrekcji lasów państwowych oraz sprawozdań o lasach stanowiących własność osób fizycznych i prawnych, przygotowywanych na potrzeby statystyczne przez starostwa powiatowe.

Teoretycznie potencjał energetyczny biomasy leśnej można też obliczyć, określając ilość drewna odpadowego. Może być ona obliczona na podstawie zależności, że z każdych 100 m³ masy drzewnej pozyskanej w lesie na korę przypada 10 m³, chrust – 15 m³, grubiznę opałową – 20 m³, trociny i zrżyny – 19 m³,

¹³ Z. Pilarek, S. Gałązka, R. Gornowicz, *Wpływ sposobu zagospodarowania pozostałości pozrębowych na niektóre właściwości chemiczne gleb*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2002 nr 486, s. 215-222; J. Sadowski, *Problemy zagospodarowania pozostałości zrębowych*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2002 nr 486, s. 209-214.

¹⁴ A. Kowalczyk-Juśko, *Charakterystyka biomasy wybranych roślin pod kątem jej przydatności do granulacji i spalania*, w: *Konwersja odnawialnych źródeł energii*, red. A. Lisowski, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2009, s. 88-101.

tarcicę – 36 m³, a na gotowe wyroby z drewna tylko 20-25 m³ z pozycji „tarcica”¹⁵. Mimo znaczącego udziału odpadów, w większości są one niedostępne ze względów technologicznych oraz przepisów dotyczących gospodarowania zasobami leśnymi.

W tej sytuacji dla obliczenia zasobów drewna z lasów na cele energetyczne w gminie Łaszczów posłużono się metodami opartymi na przyrostach i pozyskaniu drewna z lasów.

Zasoby drewna na cele energetyczne z lasów obliczono na podstawie wzoru:

$$Z_{dl} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_e \text{ [m}^3\text{/rok]}, \quad (1)$$

gdzie:

- Z_{dl} – zasoby drewna z lasów na cele energetyczne,
- A – powierzchnia lasów [ha],
- I – przyrost bieżący miąższości [m³/ha/rok],
- F_w – wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze [%],
- F_e – wskaźnik pozyskania drewna na cele energetyczne [%].

Tabela 2
Obliczenia zasobów drewna z lasów na cele energetyczne w gminie Łaszczów

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia gruntów leśnych gminy	A	[ha]	489,0	
Przyrost bieżący miąższości	I	[m ³ /ha/rok]	7,2	dane dla kraju
Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze	F_w	[%]	55,0	dane dla kraju
Roczne pozyskanie drewna	–	[m ³]	1 412 233,0	dane dla województwa lubelskiego
Roczne pozyskanie drewna sortymentów S4, M1 i M2	–	[m ³]	206 163,0	dane dla województwa lubelskiego
Wskaźnik wykorzystania drewna na cele energetyczne	F_e	[%]	14,6	dane dla województwa lubelskiego
Zasoby drewna z lasów na cele energetyczne	Z_{dl}	[m ³ /rok] [t/rok]	282,66 274,18	przyjęto gęstość nasypową drewna na poziomie 0,97 t/m ³ , przy wilgotności wynoszącej 50%

Źródło: opracowanie własne.

Dane dotyczące powierzchni lasów uzyskano z publikacji właściwych terytorialnie urzędów statystycznych oraz geodezyjnych wykazów gruntów sporządzanych corocznie przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii w Warszawie. Przyrost określono na podstawie różnicy stanu zasobów na końcu i początku roku wraz z ilością drewna pozyskaną w danym roku. Dane dotyczące jego wielkości uzyskano w regionalnej dyrekcji lasów państwowych na bazie aktualnych planów urzędzenia lasu.

Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze (F_w) wyliczono na podstawie danych publikowanych corocznie przez Państwowe Gospodarstwo Leśne

¹⁵ L. Janowicz, *Biomasa w Polsce*, „Energetyka” 2002 nr 8(626), s. 601-604.

Lasy Państwowe w Warszawie w *Raporcie o stanie lasów w Polsce*. Wskaźnik ten za ostatnie 20 lat wyniósł 55%.

Wskaźnik wykorzystania drewna na cele energetyczne (F) w lasach państwowych ustalony został na podstawie procentowego udziału sortymentów drewna wykorzystywanych na potrzeby energetyczne w ogólnym pozyskaniu drewna. Dane z tego zakresu publikowane są przez Główny Urząd Statystyczny w raporcie *Leśnictwo*. Do wykorzystania na potrzeby energetyczne uwzględniono sortymenty S4, M1 i M2, gdzie:

S4 – drewno opałowe (odpowiada grubiznie opałowej);

M – drewno małowymiarowe (drobnica). Jest to drewno okrągłe o średnicy dolnej do 5 cm (bez kory), mierzone w sztukach grupowo lub w stosach; w zależności od jakości, drewno małowymiarowe dzieli się na dwie grupy;

M1 – drewno do przerobu przemysłowego; grupa odpowiada sortymentowi określanemu jako drobnica użytkowa (głównie tyczki),

M2 – drewno opałowe; grupa obejmuje tak zwaną gałęziówkę.

W lasach niestanowiących własności Skarbu Państwa wskaźnik ten stanowi procentowy stosunek drewna stosowego ogólnego pozyskania drewna.

Po przyjęciu ciężaru objętościowego drewna na poziomie $0,65 \text{ t/m}^3$ ¹⁶ obliczono teoretyczne zasoby drewna zarówno z lasów państwowych, jak i prywatnych w granicach administracyjnych gminy Łaszczów. Obliczono, że zasoby drewna pochodzącego z lasów, które przeznaczyć można na potrzeby energetyczne, wynoszą $282,66 \text{ m}^3$ ($274,18 \text{ t}$) w stosunku rocznym.

Celem wyrażenia potencjału biomasy leśnej w jednostkach energii przeliczono wielkości fizyczne (m^3 i tony) na jednostki energetyczne oraz uwzględniono sprawność kotłów służących do spalania drewna (80%). Przyjmując, że wilgotność drewna świeżego wynosi średnio 50%, a wartość opałowa absolutnie suchej masy drzewnej wynosi średnio $18,72 \text{ GJ/tonę}$, przyjęto wartość opałową (tak zwaną roboczą) drewna na poziomie $8,01 \text{ GJ/t}$. Ustalona wcześniej ilość drewna odpowiada wartości energetycznej $1\,785,24 \text{ GJ}$.

2. Drewno odpadowe z przetwórstwa drzewnego

Drewno i jego pochodne są wykorzystywane w wielu dziedzinach gospodarki. Procesowi jego pozyskiwania, przetwarzania w materiały i gotowe wyroby drzewne oraz konsumpcji i eksploatacji indywidualnej, zbiorowej i przemysłowej towarzyszy zjawisko powstawania różnego rodzaju odpadów drzewnych. Rodzi to określone skutki i problemy o charakterze technologicznym, ekonomicznym i ekologicznym. Odpady i ich zagospodarowanie to jeden z ważniejszych aspektów funkcjonowania sektora leśno-drzewnego¹⁷.

¹⁶ *European Biomass Statistics*, AEBIOM, Belgium 2007.

¹⁷ Dostęp: www.drewno.pl [data wejścia: 17-08-2011].

Odpady przemysłu drzewnego są ważnym źródłem biomasy. Są to przede wszystkim trociny i wióry pochodzące głównie z przemysłu tartacznego oraz, w mniejszym stopniu, z przemysłu meblarskiego i płyt drewnopochodnych. Kora i pozostała ilość odpadów przeznaczona jest na eksport, a także wykorzystywana w ogrodnictwie i rolnictwie.

Drewno przeznaczone na potrzeby energetyczne może być pozyskiwane w postaci tradycyjnego drewna opałowego (szczapy, wałki), natomiast w większych instalacjach grzewczych wykorzystuje się zrębki drzewne¹⁸. Znaczne ilości zrębków uzyskanych z drewna odpadowego pochodzącego z wyrębów lasów zostaje, podczas rozdrabniania, rozrzucona na miejscu jako materiał użyźniający glebę, a zrębki z kory i bardzo cienkich gałęzi są zagospodarowywane jako materiał przeznaczony dla ogrodnictwa, stanowiąc warstwę ochronną i ozdobną wykładaną wokół krzewów, drzew czy kwiatów. Zrębki używane są ponadto jako opał w przydomowych kotłowniach. Są więc jednym z wielu odnawialnych źródeł energii, w tym wypadku energii cieplej¹⁹.

Drzewne odpady przemysłowe powstają u producentów wyrobów bazujących na przerobieniu surowca drzewnego, materiałów tartych i drewnopochodnych. Różnią się one pod względem rodzaju, postaci i jakości. Mogą pochodzić z przerobu drewna iglastego lub liściastego oraz mieć postać dużych i małych kawałków, wiórów, trocin, pyłu drzewnego czy kory.

Drewno kawałkowe to pozostałość (około 2%) drewna konstrukcyjnego, przycinanego na wymiar, bądź też odpad z produkcji przycinanych na wymiar półwyrobów (na przykład fryzów), lub materiał nie spełniający norm półwyrobu (stanowi nawet do 50% przerabianego drewna). Jego wartość opałowa wynosi 11-22 MJ/kg, wilgotność – 20-30%, a zawartość popiołu – 0,6-1,5% suchej masy.

Trociny stanowią około 10% drewna przerabianego w tartakach. Są także produktem ubocznym skrawania, frezowania w zakładach bardziej zaawansowanej obróbki drewna. Oczyszczone z drewna kawałkowego stanowią cenne paliwo i mogą być wykorzystywane w kotłowniach. Poziom wilgotności trocin jest zróżnicowany i waha się od 6-10% do 45-65% dla trocin z niedawno ściętego drzewa. Przy wilgotności 5-15% zawartość popiołu wynosi mniej niż 0,5%. Wady trocin są związane z magazynowaniem, skłonnością do zaparzenia i podatnością na zawilgocenia. Z uwagi na te słabe punkty trociny powinny być spalane w pierwszej kolejności.

Wióry są, podobnie jak trociny, produktem ubocznym przemysłu drzewnego, powstającym podczas skrawania i frezowania. Cechą charakterystyczną wiórów jest niska wilgotność (5-15%). Z tego powodu wykorzystywane są do produkcji peletów oraz brykietów drzewnych. Zawierają niewielką ilość zanieczyszczeń, a zawartość popiołu to mniej niż 0,5%.

¹⁸ Wojewódzki Program Rozwoju Alternatywnych Źródeł Energii, Raport II. Uwarunkowania, 2004, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie, Lublin; L. Janowicz, *Biomasa w ...*, op.cit.; P. Gradziuk, A. Grzybek, K. Kowalczyk, B. Kościak, *Biopaliwa*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2003.

¹⁹ F. Adamczyk, P. Frąckowiak, S. Jankowiak, J. Mac, K. Michalec, *Wpływ grubości drewna (gałęzi) sumaka octowca *Rhus typhina* L. na parametry energetyczne jego zrębkowania prototypową rębarką RD*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna” 2007 nr 4.

Zrębki drzewne to rozdrobnione drewno w postaci długich na 5-50 mm ścinków o nieregularnych kształtach (w postaci włókien, dłuższych drobin, wiórów, rozdrobnionych kawałków). Zrębki otrzymuje się z całego drzewa, włączając w to gałęzie. Są produkowane podczas pierwszego trzebień drzewostanów, wierzchołków i innych pozostałości po wyrębach, podczas obrabiania kłód w tartakach, na szybko rosnących plantacjach wierzby, z odpadów drzewnych w dużych zakładach przetwarzających drewno. Wartość opałowa zrębków wynosi 6-16 MJ/kg. Wilgotność zależy głównie od czasu, jaki upłynął od ścięcia drewna do chwili jego zrzębkowania. Jak podają różne źródła, wilgotność waha się od 20 do 60%. Zawartość popiołu zależy od gatunku drzewa oraz jakości igieł, gałęzi oraz łodyg. Naturalny popiół występujący w igłach może stanowić 5%, w gałęziach i korze około 3%, a w łodygach około 0,6%. Zrębki drzewne mogą być zanieczyszczone kamykami, glębą i piachem, co zwiększa zawartość popiołu. Zrębki są doskonałym paliwem dla kotłów, wykorzystuje się je również do produkcji płyt wiórowych i jako topnik w hutnictwie. Wadą tego paliwa jest wrażliwość na zmiany wilgotności powietrza i podatność na choroby grzybowe. Długo magazynowane zrębki powinny być co jakiś czas przewracane.

Kora to wartościowy pod względem energetycznym odpad przemysłu drzewnego; pozyskuje się ją, zdzierając z kłód z miękkiego drewna oraz przez ścinanie jej kawałków z drewna twardego. Stanowi to od 10 do 15% masy pozyskiwanego drewna. Jej wartość opałowa wynosi 18,5-20 MJ/kg, wilgotność natomiast waha się według różnych źródeł od 55% do 65%, a zawartość popiołu, który ma tendencję do żuźlowania, stanowi 1-3% suchej masy. Część kory zostaje podczas obróbki drewna przetworzona na trociny. Korę przed podaniem do kotła z podajnikiem ślimakowym należy poddać zrzębkowaniu w rębaku z górnym zasypem, zrzębkowanie kory przebiega jednak szybko i pochłania niewielkie ilości energii.

Paliwo uszlachetnione, czyli brykiet i pelety, cechuje się wysoką wartością opałową (za którą odpowiada niska wilgotność) i małą objętością, związaną z dużym ciężarem właściwym. Zaletą brykietu i peletu jest ich jednolita wielkość, ułatwiająca wykorzystanie.

Brykiet drzewny to walec lub kostka utworzone z suchego rozdrobnionego drewna (trocin, wiórów czy zrębków), sprasowanego pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. W czasie zachodzącego pod ciśnieniem 200 atmosfer procesu brykietowania wydziela się lignina, która po obniżeniu temperatury zastyga, spajając surowiec w formie brykietu. Duże zagęszczenie materiału w stosunku do objętości sprawia, że proces spalania brykietu zachodzi stopniowo i powoli. Wartość energetyczna brykietu to: 19-21 GJ/t; wilgotność: 6-8%; zawartość popiołu: 0,5-1% suchej masy.

Pelety (inaczej granulaty) to produkowane z odpadów drzewnych (najczęściej z trocin i wiórów) cylindryczne granulki o średnicy 8-12 mm, o długości kilku centymetrów. Granulaty wytłacza się w prasie rotacyjnej bez dodatku substancji klejącej i pod dużym ciśnieniem, które umożliwia duże zagęszczenie surowca. Pelety są paliwem łatwym do transportowania, najpraktyczniejszym w magazynowaniu i najwygodniejszym w eksploatacji. Ich zaletą jest też bardzo niska za-

wartość popiołu (0,4-1% suchej masy). Wartość energetyczna peletów wynosi 16,5-17,5 MJ/kg, a wilgotność 7-12%²⁰.

2.1. Zasoby odpadów drzewnych w gminie Łaszczów

W bilansie energetycznym uwzględniane są zasoby drewna odpadowego powstające w trakcie przerobu drewna w zakładach przetwórstwa i obróbki drewna. Ocenia się je na podstawie wielkości pozyskania drewna z lasów państwowych (grubizny) oraz prywatnych (drewno dłużycowe) położonych na badanym obszarze. W lasach państwowych podstawę oceny stanowiło pozyskanie drewna wielkowymiarowego (ogólnego przeznaczenia i specjalne) oraz średniowymiarowego (do przerobu przemysłowego i dłużycowe).

Założono, że odpady drzewne (zrzyny, trociny, odłamki, wióry) stanowią średnio 20% masy początkowej przeznaczonej do przerobu²¹. Ograniczeniem w rynkowym wykorzystaniu tych zasobów jest to, że znaczące ilości odpadów powstających podczas mechanicznego przerobu drewna w zakładach przetwórczych zużywane są na własne potrzeby grzewcze tych jednostek, stanowią również surowiec do wyrobu płyt wiórowych. Ponadto część surowca zostaje w procesie przerobu traktowana substancjami chemicznymi, które dyskwalifikują odpad do dalszego wykorzystania na cele energetyczne. Jednak trociny już teraz stanowią ważny surowiec służący do produkcji granulatów opałowych: brykietów i peletów.

Zasoby drewna odpadowego z przemysłu ocenione zostały na podstawie wielkości pozyskania drewna z lasów państwowych (grubizny) oraz prywatnych (drewno dłużycowe) położonych na obszarze gminy. W lasach państwowych podstawę oceny stanowiło pozyskanie drewna wielkowymiarowego (ogólnego przeznaczenia i specjalne) oraz średniowymiarowego (do przerobu przemysłowego i dłużycowe).

Wskaźnik pozyskania drewna na cele przemysłowe (F_p) obliczono jako procentowy udział wyżej wymienionych klas jakościowo-wymiarowych drewna w stosunku do pozyskania drewna ogółem na terenie województwa. Współczynniki ustalone dla województwa lubelskiego odniesiono do zasobów drzewnych gminy Łaszczów.

$$Z_{dt} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_p \cdot 0,20 \text{ [m}^3\text{/rok]} \text{ lub} \quad (2a)$$

$$Z_{dt} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_p \cdot 0,20 \cdot 0,3 \text{ [t/rok]}, \quad (2b)$$

gdzie:

Z_{dt} - zasoby drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne [m³/rok] lub [t/rok],

²⁰ A. Kowalczyk-Juśko, *Źródła biomasy na cele energetyczne*, w: *Bioenergetyka Podkarpacka*, red. B. Kościak, Wyd. Nauk. PWSZ, Jarosław 2007, s. 105-185.

²¹ J. Buczek, B. Kryńska, *Zasoby biomasy – zasady i wskaźniki sporządzania bilansu biomasy*. Mat. szkol. „Innowacje w technologiach roślinnych podstawą kształtowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej przez samorząd terytorialny”, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów 2007, s. 179-187.

Tabela 3
Obliczenia zasobów drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia gruntów leśnych gminy	A	[ha]	489,0	
Przyrost bieżący miąższości	I	[m ³ /ha/rok]	7,2	dane dla kraju
Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze	F _w	[%]	55,0	dane dla kraju
Roczne pozyskanie drewna	-	[m ³]	1 412 233,0	dane dla województwa lubelskiego
Roczne pozyskanie grubizny na cele przemysłowe	-	[m ³]	1 206 066,0	dane dla województwa lubelskiego
Wskaźnik pozyskania drewna na cele przemysłowe	F _p	[%]	85,4	dane dla województwa lubelskiego
Zasoby drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne	Z _{dt}	[m ³ /rok] [t/rok]	330,72 99,21	przyjęto gęstość nasypową dla zręb- ków drzewnych na poziomie 0,3 t/m ³ , przy wilgotności wynoszącej 35%

Źródło: opracowanie własne.

- A – powierzchnia lasów [ha],
 I – przyrost bieżący miąższości [m³/ha/rok],
 F_w – wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze [%],
 F_p – wskaźnik pozyskania drewna na cele przemysłowe [%].

Oszacowane zasoby pozostałości z przemysłu drzewnego oceniono jako wyjątkowo skromne, wynoszące mniej niż 100 ton w ciągu roku.

3. Drewno odpadowe z sadów

Drewno odpadowe z towarowych upraw sadowniczych powstaje podczas całkowitej likwidacji starych plantacji oraz w czasie corocznych cięć sanitarnych drzew porażonych chorobami, szkodnikami, wyłamanych przez wiatr. Według J. Tymińskiego²², corocznie z wiosennych prześwietleń uzyskuje się 500 tys. ton drewna. Likwidacja starego sadu następuje średnio po upływie 25 lat od posadzenia drzew, zaś ubytki naturalne stanowią średnio 2% drzewostanu rocznie. Na uwagę zasługuje również fakt, że część areału sadów często stanowią niewielkie sady przydomowe służące zaspokojeniu własnych potrzeb rolników, niejednokrotnie zaniedbane i pozbawione części drzewostanu. Lokalizacja blisko własnego gospodarstwa, a więc dostępność bez potrzeby dalekiego transportu, oraz wysokie ceny innych surowców sprzyjają wykorzystaniu tego drewna na cele energetyczne. Uzyskane w wyniku usuwania drzew owocowych drewno może być również wykorzystywane między innymi do produkcji drewna kominowego, w meblarstwie oraz w galanterii drzewnej. Największy udział w ogólnej

²² J. Tymiński, *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2030 roku. Aspekt energetyczny i ekologiczny*, IBMER, Warszawa 1997.

powierzchni uprawy drzew owocowych mają jabłonie – 68,3%. Oprócz drzew owocowych uprawia się również krzewy owocowe (m.in. porzeczkę, agrest, maliny), których udział w ogólnej powierzchni sadów wynosi około 20%²³.

3.1. Zasoby drewna z sadów w gminie Łaszczów

W celu obliczenia ilości drewna odpadowego z sadów przyjęto średni jednostkowy odpad drzewny na poziomie $0,35 \text{ m}^3$ z hektara rocznie²⁴.

$$Z_{ds} = A \cdot 0,35 \text{ [m}^3\text{/ha/rok]}, \quad (3)$$

gdzie:

Z_{ds} – zasoby drewna odpadowego z sadów na cele energetyczne,

A – powierzchnia sadów [ha].

Tabela 4

Obliczenia zasobów drewna odpadowego z sadów na cele energetyczne

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia sadów	A	[ha]	62,0	
Zasoby drewna odpadowego z sadów	Z_{ds}	[m ³ /rok] [t/rok]	21,70 6,51	przyjęto gęstość nasypową dla zrębków drzewnych na poziomie $0,3 \text{ t/m}^3$, przy wilgotności wynoszącej 35%

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowane zasoby drewna z sadów są znikome (6,5 t/rok), nie będą więc przedmiotem przetwórstwa i obrotu biomasą, najczęściej są wykorzystywane w obrębie gospodarstwa. W praktyce drewno pochodzące z wyczystek, cięć sanitarnych i odnowieniowych jest najczęściej spalane we własnym gospodarstwie – w piecu lub wprost na polu. Drewno to nie stanowi obecnie produktu handlowego z uwagi na stosunkowo niewielkie ilości tych odpadów powstających w dużym rozproszeniu. W przypadku dużych gospodarstw sadowniczych jest to jednak znaczące potencjalne źródło energii.

4. Drewno z zadrzewień

Zadrzewienia są to produkcyjne i ochronne skupiska drzew i krzewów na terenach poza lasami. Występują wzdłuż tras komunikacyjnych i cieków wodnych, wśród upraw rolnych, przy domach i budynkach gospodarczych oraz w obrębie i przy zakładach przemysłowych. Do zadrzewień nie zalicza się: sadów, plantacji, szkółek drzew i krzewów, cmentarzy, urządzonej zieleni komunalnej w miastach, ogrodów działkowych, skupisk drzew otaczających obiekty

²³ A. Maciak, G. Lipińska, *Drewno z sadów – możliwości energetycznego wykorzystania*, „Czysta Energia” 2006 nr 2(54), s. 13.

²⁴ E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009.

zabytkowe. W Polsce stan zadrzewień jest niezadowalający. Jest to spowodowane małym udziałem zadrzewień w krajobrazie wiejskim i koniecznością usunięcia znacznego odsetka topól, które były sadzone po wojnie i osiągnęły już kres biologicznej dojrzałości. W Polsce na obszarach rolniczych rośnie średnio około 4,6 drzewa na 1 hektarze. Wskaźnik zadrzewień powinien jednak wynosić około 10 drzew na 1 hektar²⁵.

Występowanie zadrzewień w mieście, na terenach otwartych śródpolnych oraz wzdłuż cieków wodnych i dróg przynosi znaczne korzyści: ekonomiczne, społeczne i ekologiczne.

Do korzyści ekonomicznych można zaliczyć²⁶:

- wzrost wartości nieruchomości; obliczono, że widok z okna na zieleni podnosi wartość mieszkań o 14%;
- czynnik wzrostu gospodarczego poprzez rozwój turystyki i ekoturystyki; drzewa są ważnym elementem krajobrazu, stanowią istotny czynnik wzrostu gospodarczego; przyczyniają się do rozwoju turystyki, co prowadzi do wzrostu zatrudnienia;
- zwiększanie odporności agrocenoz na działanie szkodników; zadrzewienia stwarzają dogodne warunki bytowe licznym owadom pasożytniczym i drapieżnym, które ograniczają liczebność szkodników żerujących na uprawach rolnych; sprzyjają także koncentracji owadożernych ptaków, które odbywają tu swoje lęgi; obliczono, że na 1 km pasowego zadrzewienia ptaki konsumują aż 100 kg owadów, co ogranicza zużycie pestycydów, a tym samym zmniejsza koszty związane z produkcją rolną;
- dostarczanie surowca drzewnego— zadrzewienia dostarczają drewna opałowego i użytkowego oraz wikliny; wraz ze wzrostem energetycznej i ekonomicznej opłacalności pozyskiwania i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii zwiększa się w rolnictwie pozyskiwanie dla celów energetycznych odpadów drzewnych z własnych lasów i zadrzewień oraz z sadów, plantacji wieloletnich i innych;
- produkcja nektaru. Drzewa mogą dostarczać pszczołom surowca niezbędnego do produkcji miodu.

Społeczne korzyści zadrzewień to:

- wartość zdrowotna i estetyczna – według zaleceń WHO, na jednego mieszkańca miasta powinno przypadać 50 m² terenów zielonych, co zapewnia odpowiednią jakość życia;
- wartość kulturowa – duże i silne drzewa traktowane są jako dziedzictwo narodowe, a w powiązaniu z architekturą nadają miejscom wyjątkową jakość;

²⁵ Dostęp: www.idealnagmina.org [data wejścia: 12-10-2011].

²⁶ P. Kurek, M. Suchocka, J. Mieszkowicz, *Zostań przyjacielem drzew! Praktyczny poradnik, jak skutecznie zadrzewiać otoczenie*, Fundacja Aeris Futuro, Kraków 2008; A. Kowalczyk-Juśko, B. Kościk, *Potencjał biomasy w województwie lubelskim*, w: *Energetyka a ochrona środowiska naturalnego w skali globalnej i lokalnej*, red. B. Kościk, M. Sławińska, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2009, s. 57-69; Z. Wójcicki, *Potencjał odnawialnych zasobów energii w rolnictwie*, „Wieś Jutra” 2003 nr 2(55), s. 8-10.

- wartość edukacyjna – drzewa stanowią bazę dla prowadzenia badań naukowych, dają możliwość obserwacji zachodzących w ich obrębie procesów, a także pozwalają nabyć umiejętność rozpoznawania ich różnych gatunków;
- wartość rekreacyjna – parki i tereny zielone stanowią atrakcyjne miejsca wypoczynku.

Ekologiczne korzyści zadrzewień postrzegać można w dwóch grupach, które bezpośrednio odnoszą się do kształtowania klimatu przez drzewa; w perspektywie globalnej – drzewa, absorbując CO₂ podczas fotosyntezy i akumulując go w swojej biomase, korzystnie wpływają na środowisko naturalne; natomiast w perspektywie lokalnej zadrzewienia mogą oddziaływać na środowisko poprzez:

- regulowanie temperatury powietrza; drzewa oddziałują na środowisko przez łagodzenie letnich ekstremów temperatury, a w zimie obserwuje się efekt ocieplający poprzez redukcję szybkości wiatru;
- oczyszczanie powietrza z zanieczyszczeń; największe znaczenie mają zadrzewienia przydrożne i przy autostradach, które pełnią rolę biologicznego filtra ograniczającego zasięg emitowanych do powietrza zanieczyszczeń komunikacyjnych;
- wzbogacanie powietrza w substancje lotne (głównie w olejki eteryczne); substancje te mają charakter bakteriobójczy, stymulują proces oddychania, krążenie oraz regulują działanie układu nerwowego u ludzi;
- ograniczanie hałasu; odpowiednie nasadzenia drzew i krzewów w znacznym stopniu redukują odczucie hałasu;
- ograniczenie erozji wietrznej i działanie wiatrochronne; dzięki występowaniu zadrzewień następuje poprawa warunków ekologicznych; przyczyniają się one do obniżenia prędkości wiatru, co zapobiega osuszaniu pól uprawnych, erozji wietrznej gleb i ogranicza szkody wyrządzone roślinom przez wiatr;
- wpływanie na stosunki wilgotnościowe; zadrzewienia ograniczają parowanie terenowe, ułatwiają infiltrację wody, hamując wiatr, zmniejszają parowanie wody; w wyniku ich oddziaływania kilkucentymetrowe zwiększenie pokrywy śnieżnej odgrywa już znaczną rolę dla polepszenia warunków wodnych danego terenu; opady śniegu stanowią jedno z poważnych źródeł wody, a pokrywa śnieżna rezerwuar wody, którą gleba otrzymuje wiosną; z tego zapasu wilgoci korzysta w naszych warunkach klimatycznych cała szata roślinna w początkach okresu wegetacyjnego;
- oczyszczanie wody z zanieczyszczeń; szybko rosnące drzewa mają zdolność do oczyszczania wody z metali ciężkich, pełnią rolę buforową, przechwytyjąc zanieczyszczenia chemiczne pochodzące z intensywnego sposobu gospodarowania użytkami rolniczymi;
- ograniczanie spływu wód powierzchniowych; gleby przy zadrzewieniach w okresie topnienia śniegu i opadów magazynują więcej wody; korzenie drzew i krzewów filtrują wodę i później ją oddają; tam, gdzie nie występują zadrzewienia, woda gromadzi się w strumieniach i innych ciekach wodnych; jest to woda stracona dla rolnictwa, co wydłuża okres suszy; zadrzewienia wokół pól uprawnych pełnią funkcje pomp wodnych;

- przeciwdziałanie erozji wodnej i zatrzymywanie wody; zadrzewienia ograniczają spływ wodny do minimum, skutecznie zapobiegając erozji wodnej; część wody opadowej zostaje spożytkowana na potrzeby własne roślin, część zatrzymuje się na korze, liściach oraz gałęziach, natomiast reszta zostaje wchłonięta przez ściółkę; drzewa i krzewy zmniejszają ponadto zagrożenie powodziowe oraz wpływają na poprawę czystości wody;
- stanowienie ostoy dzikiej przyrody, enklawy różnorodności biologicznej oraz ochrona rzadkich gatunków zwierząt i roślin; zadrzewienia korzystnie wpływają na pojawianie się różnych gatunków owadów, ssaków i ptaków żyjących wśród drzew, stanowiących dla nich siedliska i miejsca lęgowe; taki stan wpływa na zmniejszenie liczby szkodników – przykładem mogą być biedronki walczące z mszycami, sowy i myszołowy walczące z gryzoniami polnymi, czy też pszczoły zapylające wiele gatunków roślin;
- tworzenie korytarzy ekologicznych; system zadrzewień umożliwia przemieszczanie się zwierząt i pokonywanie przez nie znacznych odległości; zadrzewienia na terenach rolniczych i zurbanizowanych pełnią rolę połączeń pomiędzy większymi kompleksami leśnymi.

Analizy wykazały, że poziom pozyskania drewna z zadrzewień nie zmienia się istotnie w poszczególnych latach. Należy jednak zaznaczyć, że biomasa ta jest trudna do pozyskania, ponieważ zadrzewienia obejmują małe obszary o różnorodnej strukturze własnościowej.

4.1. Zasoby drewna z zadrzewień w gminie Łaszczów

Biorąc pod uwagę rozproszenie i trudności technologiczne w zakresie pozyskania drewna z zadrzewień śródpolnych, oszacowanie potencjału energetycznego ograniczono do drewna z pielęgnacji drzew przydrożnych i obliczono według wzoru²⁷:

$$Z_{dz} = 1,5 \cdot L \cdot 0,3 \text{ [t/rok]}, \quad (4)$$

gdzie:

Z_{dz} – zasoby drewna z zadrzewień,

L – długość dróg [km],

1,5 – ilość drewna możliwa do pozyskania z 1 km zadrzewień przydrożnych [t/rok],

0,3 – wskaźnik zadrzewienia dróg.

Przeprowadzona ocena wskazuje, że z pielęgnacji zadrzewień przydrożnych na terenie badanej gminy można pozyskać około 225 m³ drewna w ciągu roku. Najczęściej drewno to wykorzystywane jest przez lokalną ludność jako materiał opałowy, można więc stwierdzić, że jest już obecnie przeznaczane na cele energetyczne w systemie rozproszonym. W przypadku lokalizacji na terenie gminy lokalnej ciepłowni opalanej biomasą lub zakładu przetwarzającego drewno do postaci granulatów zasoby te mogą być wykorzystane właśnie w tych jednostkach. Pozyskanie drewna z zadrzewień wymaga zastosowania specjalistycznego sprzętu, zarówno do ścinki, jak i rozdrabniania drewna. Dlatego pielęgnacja

²⁷ J. Buczek, B. Kryńska, *Zasoby ...*, op.cit.

Tabela 5
Obliczenia zasobów drewna z zadrzewień

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Długość dróg	L	[km]	150,2	
Zasoby drewna z zadrzewień	Z _{dz}	[t/rok] [m ³ /rok]	67,59 225,40	aby otrzymać wynik w m ³ należy przyjąć ciężar objętościowy odpadów z pielęgnacji wynoszący 0,3 t/m ³ , przy wilgotności wynoszącej 35%

Źródło: opracowanie własne.

drzew przydrożnych prowadzona jest przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa, które mogą stać się ważnym dostawcą biomasy dla ciepłowni czy brykietniarni po podpisaniu stosownych umów. Organizacja systemu zbierania i przetwarzania biomasy z zadrzewień wymaga odpowiednich działań logistycznych.

Podsumowanie

Drewno stanowi cenny surowiec energetyczny, wykorzystywany zarówno w kotłach domów wolno stojących, budynkach użyteczności publicznej, jak i przez energetykę zawodową: elektrownie i elektrociepłownie. Ze względu na wielorakie funkcje lasów dąży się do zmniejszenia ich znaczenia w produkcji energii. Gospodarka leśna powinna być zrównoważona, a rosące zapotrzebowanie na biomasę może powodować, że stanie się ona gospodarką rabunkową. Aby temu zapobiec, wskazane jest nasadzanie drzew na użytkach rolnych, a także pozyskiwanie drewna z zadrzewień czy sadów. Źródłem biomasy są też zakłady przetwarzające drewno, gdzie powstają znaczące ilości trocin, kory i wiórów. Odpady te, po zagęszczeniu do granulatów (brykietów, peletów), przydatne są nie tylko do wykorzystania lokalnego, ale również racjonalnego transportu nawet na duże odległości, gdyż dzięki granulacji uzyskują parametry gęstości zbliżone do paliw konwencjonalnych.

Obliczenia przeprowadzone w wybranej gminie, położonej w województwie lubelskim, wskazują na niewielkie zasoby biomasy drzewnej. Wynika to z rolniczego charakteru tego obszaru i niskiego stopnia zalesienia. W gminach o zbliżonym poziomie lesistości szczególnie wskazane jest zakładanie plantacji drzew lub krzewów (na przykład topoli, robinii akacjowej, wierzby) z przeznaczeniem na cele energetyczne. Oszacowany potencjał biomasy wyniósł zaledwie 448 ton drewna, przy czym największa jego ilość (274 t) może pochodzić z lasów położonych na terenie gminy Łaszczów. Pozostałe źródła biomasy drzewnej na badanym obszarze stanowią odpady drzewne, a także drewno z pielęgnacji sadów i zadrzewień przydrożnych. Pozyskanie biomasy z dwu ostatnich źródeł wymaga utworzenia systemu zbioru, rozdrabniania i transportu surowca do zakładu przetwarzającego biomasę (na przykład brykietniarni, która funkcjonuje obecnie na terenie gminy Łaszczów i wykorzystuje głównie słomę), czy też kotłowni opa-

lanej biomasą. W świetle przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że w gminach typowo rolniczych, o małym stopniu lesistości, głównym źródłem biomasy powinny stać się surowce pochodzące z rolnictwa, jak na przykład odpadowa słoma, czy też nasadzenia celowych roślin wieloletnich, w tym drzew o krótkich cyklach rębny (topola, robinia), traw szybko rosnących (przykładowo miskanty), czy też wieloletnich bylin, jak ślaziovec pensylwański czy słonecznik bulwiasty.

Praca przygotowana w ramach projektu N0515/R/H03/2009/06 Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

PROBLEMATYKA OGÓLNOEKOLOGICZNA I SPOŁECZNA

ECOLOGICAL
AND SOCIAL ISSUES



Konrad Prandecki

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII A BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

Konrad Prandecki, dr – Akademia Finansów

adres korespondencyjny:
Akademia Finansów
ul. Modlińska 51, 03-199 Warszawa,
e-mail: kprand@interia.pl

RENEWABLE ENERGY AND ENERGY SECURITY

SUMMARY: Energy security concerns not only the technical side of energy systems, but also issues concerning economics, political science, international relations and environmental protection. In the energy sector occurrences that may cause threat to the safety of production and transmission of energy should be called risk. In the case of renewable sources, the risk is different comparing to fossil fuels. Problems associated with imports of raw materials, their purchase price, and environmental degradation lose importance, but risks associated with the economic viability of these technologies, as well as ensuring the continuity of supply become more noticeable.

KEY WORDS: energy security, energy risk, energy policy

Wstęp

Odnawialne źródła energii (OZE) to szerokie pojęcie, reprezentujące liczną grupę metod wytwarzania różnych rodzajów energii (przede wszystkim ciepłej i elektrycznej). Jednakże nie cieszą się one dużą popularnością w świecie, a wzrost ich udziału w produkcji energii wynika głównie z regulacji administracyjnych. Jest to widoczne szczególnie w Europie, gdzie zapisy pakietu klimatyczno – energetycznego zobowiązują, do 2020 roku, państwa członkowskie Unii Europejskiej do osiągnięcia 20% OZE w produkcji energii.

W krajach o dużych odległościach pomiędzy skupiskami ludzkimi i nierozwiniętej sieci przesyłowej, na przykład USA lub Chiny, OZE rozwijają się bez konieczności tworzenia odpowiednich nakazów. Wynika to głównie z czynników ekonomicznych, czyli braku opłacalności przesyłu energii na duże odległości oraz dostępu do odpowiednich warunków zapewniających stosunkowo stałą jej podaż ze źródeł odnawialnych.

W Europie podejście do tej szerokiej grupy metod produkcji też jest mocno zróżnicowane. W Austrii od bardzo dawna promowane są rozwiązania przyjazne dla środowiska. W Niemczech podjęto decyzję o rezygnacji z rozwoju energetyki atomowej na rzecz wykorzystywania innych źródeł, w tym odnawialnych. Jednakże nawet w tym kraju, który jest jednym z liderów promocji zielonej energetyki w Europie, zakłada się, że tylko niewielki procent wyłączanej mocy zostanie zastąpiony przez OZE. Finlandia pomimo wysokiego poziomu dbałości o środowisko uznaje OZE za uzupełniające źródło energii i inwestuje w budowę nowoczesnej elektrowni atomowej. W Wielkiej Brytanii energetyka atomowa będzie podstawowym narzędziem redukcji CO₂ w celu spełnienia zapisów pakietu klimatyczno-energetycznego.

Na tym tle trwa w Polsce również dyskusja o przyszłości rozwoju energetyki. Konieczność wymiany dużej części mocy produkcyjnych w ciągu obecnego dziesięciolecia powoduje, że nie tylko instytucje administracji państwowej, ale również inne podmioty (na przykład organizacje pozarządowe) przedstawiają różne wizje rozwoju sektora. Punktami „zapalnymi” w sporach są trzy podstawowe zagadnienia:

- budowa energetyki atomowej w Polsce;
- znaczenie węgla w produkcji energii;
- udział OZE.

Jednym z przedstawianych argumentów jest problem bezpieczeństwa energetycznego. Zazwyczaj to zagadnienie jest traktowane w dość płytki sposób, to znaczy głównie w aspekcie importu energetycznych surowców kopalnych (przede wszystkim ropy i gazu), w szczególności w relacjach Polski z Rosją. Problem bezpieczeństwa energetycznego jest znacznie szerszym pojęciem i tylko w całościowy sposób należy go analizować, ponieważ tylko uwzględnienie możliwie jak największej ilości zagrożeń może spowodować zbudowanie stabilnego i bez-

piecznego systemu energetycznego. Warto więc zastanowić się, jakie ryzyko (rozumiane jako szanse i zagrożenia) wiąże się z rozwojem OZE.

1. Zapotrzebowanie na energię

Człowiek wraz z rozwojem cywilizacyjnym potrzebuje coraz więcej energii. Prognozy Międzynarodowej Agencji Energii (International Energy Agency – IEA)¹ pokazują stały wzrost zapotrzebowania (rysunek 1) na nią niezależnie od proponowanego scenariusza:

- *Current Policies Scenario* – przedstawia utrzymanie dotychczasowych trendów w zakresie wykorzystania źródeł i konsumpcji energii;
- *New Policy Scenario* – zakłada, że państwa podejmą szereg działań (już zapowiedzianych) na rzecz zmniejszenia presji sektora na środowisko; spowoduje to zmniejszenie konsumpcji oraz spadek udziału paliw kopalnych w produkcji energii;
- *450 Scenario* – dotyczy kreowania radykalnej, niskoemisyjnej polityki energetycznej w celu utrzymania emisji gazów cieplarnianych liczonych w ekwiwalencie CO₂ na poziomie do 450 ppm².

Badania wskazują, że najbardziej prawdopodobny jest *New Policy Scenario*. Porównując popyt na energię pierwotną w zależności od przewidywanej ścieżki rozwoju, można zauważyć znaczne różnice we wzroście jego konsumpcji. W Unii Europejskiej (rysunek 2) ta sytuacja nie jest już taka oczywista, ponieważ w określonych warunkach, to jest przeprowadzenia radykalnej polityki prośrodowiskowej, można spodziewać się, dzięki wzrostowi efektywności energetycznej spadku zapotrzebowania. Jednakże pomimo intensywnych wysiłków Wspólnoty w kierunku realizacji takiego scenariusza³ nie należy oczekiwać zbyt wielkich sukcesów.

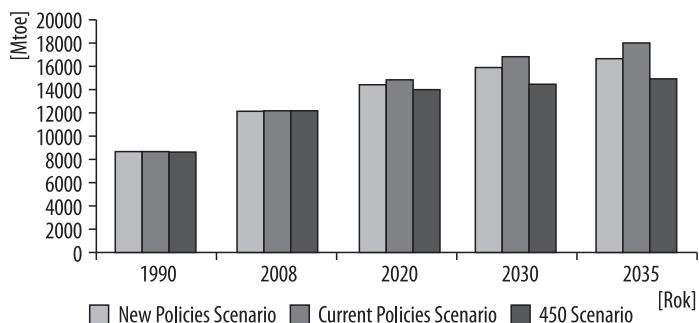
Globalny wzrost zapotrzebowania na energię wynika głównie z dynamicznego postępu gospodarczego i cywilizacyjnego w krajach rozwijających się, które w szybkim tempie osiągną poziom konsumpcji energii porównywalny z krajami wysoko rozwiniętymi. W Polsce można spodziewać się dalszego wzrostu zapotrzebowania na energię. Analizy przyszłości rozwoju sektora energetycznego biorą również pod uwagę prawdopodobieństwo wykorzystania poszczególnych rodzajów źródeł energii. Posługując się danymi i scenariuszami IEA, można zauważyć, że zapotrzebowanie na energię odnawialną w 2035 roku może wahać

¹ Por. m.in. *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency, Paris 2010.

² ppm – parts per million – ilość części na milion cząsteczek roztworu.

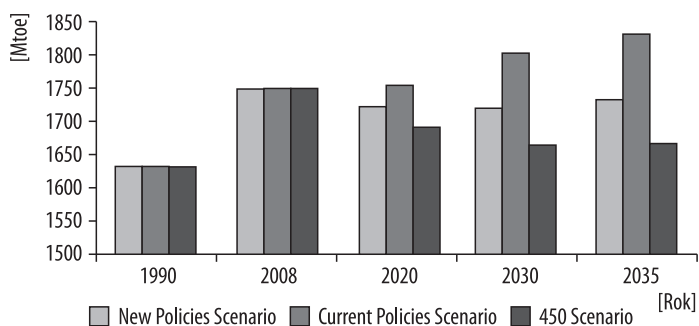
³ Por. m.in.: *Zmiana klimatu: Komisja ustanawia plan działania na rzecz stworzenia do 2050 r. Konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej*, Bruksela/Strasburg, 8 marca 2011, IP/11/272; *Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r.*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela 8.3.2011, KOM(2011) 109, wersja ostateczna.

Rysunek 1
Globalny popyt na energię pierwotną [Mtoe]



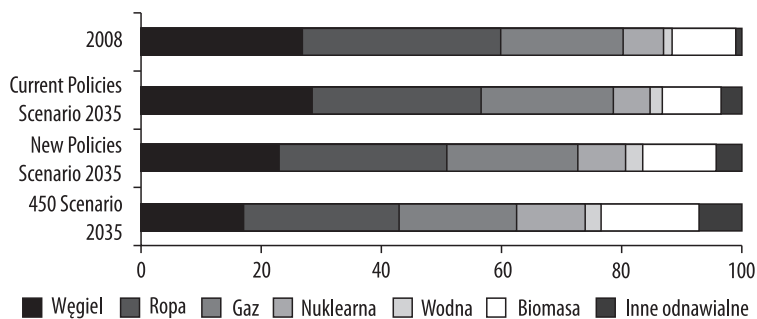
Źródło: opracowanie własne na podstawie: *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency, Paris 2010, p. 618-619.

Rysunek 2
Popyt na energię pierwotną w krajach UE [Mtoe]



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency, Paris 2010, p. 638-639.

Rysunek 3
Udział poszczególnych źródeł w produkcji energii w 2035 roku



Źródło: *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency, Paris 2010, p. 80.

się od niecałych 15 do ponad 26% (rysunek 3). W większości produkcja ta będzie związana z rozwojem biopaliw.⁴

W porównaniu z 2008 rokiem udział zapotrzebowania na paliwa kopalne będzie malał na rzecz innych źródeł, głównie odnawialnych. Jednakże nie oznacza to spadku ich wykorzystania w wartościach nominalnych (z wyjątkiem *450 Scenario*), lecz jedynie zmniejszenie tempa wzrostu ich wykorzystania. Zmiany te pokazują zarówno wzrost zainteresowania OZE, jak i dalsze intensywne zużycie tradycyjnych źródeł energii pierwotnej⁵.

Poziom zainteresowania źródłami odnawialnymi jest różny w zależności od scenariusza. Oznacza to, że ich rozwój jest mocno uwarunkowany czynnikami politycznymi oraz waha się w zależności od nastrojów społecznych. Z tego powodu analiza wpływu tych ciągle jeszcze mało poznanych źródeł na bezpieczeństwo energetyczne wydaje się nie tylko zasadna, ale nawet konieczna.

2. Bezpieczeństwo energetyczne

Bezpieczeństwo najprościej jest definiować jako brak zagrożenia. Za zagrożenie należy uznać wszelkie sytuacje, w których jednostka lub społeczeństwo traci pewność osiągnięcia określonego celu. Przy czym należy analizować je nie tylko jako realną możliwość wystąpienia jakiegoś niepożądanego zjawiska, ale również jako przemilczenie informacji o możliwości jego zajścia, co oznacza, że nieistnienie lub zatajenie informacji również jest zagrożeniem. Brak bezpieczeństwa jest więc jest elementem sfery świadomości badanego podmiotu, którym może być jednostka (człowiek) lub zbiorowość (społeczeństwo, państwo).

Bezpieczeństwo analizuje się w dwóch podstawowych aspektach: pozytywnym i negatywnym. Pierwszy z nich dotyczy trwania i budowania określonych elementów bezpieczeństwa (na przykład elementów infrastruktury, określonych relacji). Drugi wiąże się z uwidacznianiem realnych zagrożeń, które uniemożliwiają realizację celów związanych z pozytywnymi aspektami bezpieczeństwa⁶.

Jednym z wielu rodzajów bezpieczeństwa jest bezpieczeństwo energetyczne, w ustawie – Prawo energetyczne (art.3, pkt. 16)⁷ zdefiniowane jako *stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska*. Ten opis rozszerzono o cztery definicje szczegółowe:

⁴ *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency, Paris 2010, p. 80.

⁵ Szerzej na temat perspektyw rozwoju energetyki por. K. Prandecki, *Czynniki wpływające na zmiany w energetyce*, „Transformacje” 2010 nr 1-2, s. 120-127; K. Prandecki, *Bezpieczeństwo energetyczne Europy do 2050 r.*, Przyszłość – Świat – Europa – Polska 2010 nr, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN, Warszawa 2010, s. 41-66.

⁶ B. Górka-Winter, *Kryteria bezpieczeństwa międzynarodowego państwa*, w: *Kryteria bezpieczeństwa międzynarodowego państwa*, red. S. Dębski, B. Górka-Winter, PISM, Warszawa 2003, s. 59.

⁷ Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo Energetyczne, Dz. U. nr 89, poz. 625 z późn. zm.

- *bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej* – rozumiane jako zdolność systemu elektroenergetycznego do zapewnienia bezpieczeństwa pracy sieci elektroenergetycznej oraz równoważenia dostaw energii elektrycznej z zapotrzebowaniem na tę energię;
- *bezpieczeństwo pracy sieci elektroenergetycznej* – oznaczające nieprzerwaną pracę sieci elektroenergetycznej, a także spełnianie wymagań w zakresie parametrów jakościowych energii elektrycznej i standardów jakościowych obsługi odbiorców, w tym dopuszczalnych przerw w dostawach energii elektrycznej odbiorcom końcowym, w możliwych do przewidzenia warunkach pracy tej sieci;
- *równoważenie dostaw energii elektrycznej z zapotrzebowaniem na tę energię* – zaspokojenie możliwego do przewidzenia, bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na energię elektryczną i moc, bez konieczności podejmowania działań mających na celu wprowadzenie ograniczeń w jej dostarczaniu i poborze;
- *zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej* – rozumiane jako stan systemu elektroenergetycznego lub jego części, uniemożliwiający zapewnienie bezpieczeństwa pracy sieci elektroenergetycznej lub równoważenie dostaw energii elektrycznej z zapotrzebowaniem na tę energię.

W tych definicjach bezpieczeństwo traktowane jest głównie w aspekcie technologicznym, to znaczy utrzymania zdolności produkcyjnych wystarczających do zaspokojenia popytu, zapewnienia zdolności przesyłowych, zapewnienia technicznej możliwości utrzymania odpowiedniej jakości dostaw energii. Całkowicie pominięto w nich szereg innych zagrożeń, jakie wiążą się z energetyką. Na wstępie warto wspomnieć chociażby o zagrożeniu wynikającym z przerywania dostaw energii pierwotnej, co w przypadku braku lub niewystarczającej ilości rezerw może doprowadzić do ograniczenia produkcji energii i tym samym jej podaży niezależnie od posiadanych zdolności technologicznych.

Bezpieczeństwo powinno być analizowane w trzech podstawowych wymiarach: podmiotowym, przedmiotowym i przestrzennym⁸. W ten sposób uwzględnione zostają nie tylko interesy producentów, ale również wszystkich innych interesariuszy związanych z tym rynkiem, w tym odbiorców energii. Analiza przedmiotowa zwraca uwagę nie tylko na technologiczny wymiar bezpieczeństwa, ale również militarny, polityczny, ekonomiczny i środowiskowy. Z przestrzennego punktu widzenia należy wziąć pod uwagę międzynarodowe aspekty tego zjawiska, również nie tylko z wąsko pojętym problemem zapewnienia bezpieczeństwa dostaw.

Ustawowa definicja nie jest niedoskonała. W literaturze polskiej zagadnienie to nie jest zbyt szeroko analizowane. W Polityce energetycznej Polski do 2030 roku bezpieczeństwo energetyczne utożsamiono z bezpieczeństwem dostaw paliw i energii i określono jako: *zapewnienie stabilnych dostaw paliw i energii na poziomie gwarantującym zaspokojenie potrzeb krajowych i po akcep-*

⁸J. Kukułka, *Narodziny nowych koncepcji bezpieczeństwa*, w: *Bezpieczeństwo międzynarodowe w Europie Środkowej po zimnej wojnie*, red. J. Kukułka, Scholar, Warszawa 1994, s. 41.

tawalnych przez gospodarkę i społeczeństwo cenach, przy założeniu optymalnego wykorzystania krajowych zasobów surowców energetycznych oraz poprzez dywersyfikację źródeł i kierunków dostaw ropy naftowej, paliw ciekłych i gazowych⁹. W tej definicji pojawia się już aspekt ekonomiczny, w postaci cen akceptowanych przez odbiorców, którzy, według W. Bojarskiego, stanowią istotę gospodarki i państwa. Priorytetowe traktowanie odbiorcy powinno się jednak odbywać z pominięciem innych przedmiotowych aspektów bezpieczeństwa, zwłaszcza środowiskowego i ekonomicznego. Takie spojrzenie na energetykę jest zbyt ograniczone, ponieważ może doprowadzić do powstania zagrożeń, które nie będą analizowane¹⁰.

Według A. Gardziuk i współpracowników, bezpieczeństwo energetyczne to: *zapewnienie ciągłości dostaw energii po optymalnych kosztach, przy zachowaniu niezależności politycznej oraz zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju*¹¹.

W literaturze międzynarodowej również trudno jest odnaleźć szeroką definicję bezpieczeństwa energetycznego. Międzynarodowa Agencja Energetyki za bezpieczeństwo uznaje: *fizyczną, nieprzerwaną dostępność dostaw zaspokajającą popyt po cenie możliwej do zapłacenia, uwzględniającą wymagania środowiska*¹². Według D. Yergina, autora najczęściej przytaczanej definicji, *celem bezpieczeństwa energetycznego jest zapewnienie odpowiedniego i pewnego poziomu dostaw energii po rozsądnych cenach, w sposób, który nie zagraża podstawowym wartościom i celom państwowym*¹³.

Zdefiniowanie bezpieczeństwa energetycznego jest trudne, wielu autorów utożsamia je z listą potencjalnych zagrożeń. W opinii autora bardziej trafne jest określanie ich mianem rodzajów ryzyka (szans i zagrożeń), ponieważ w wielu przypadkach czynniki charakteryzowane jako zagrożenia mogą stanowić szansę dla rozwoju energetyki.

3. Ryzyko w energetyce

Ryzyko, tak jak i bezpieczeństwo, można analizować na kilka sposobów. Z podmiotowego punktu widzenia wyróżnia się cztery podstawowe grupy interesu: państwo (czasami może być podzielone na jednostki centralne i samorządu terytorialnego), producentów, dystrybutorów i odbiorców energii¹⁴. Każda z tych

⁹ *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009, s. 8.

¹⁰ Por. W. Bojarski, *Bezpieczeństwo energetyczne*, „Wokół Energetyki” 2004, t. 3.

¹¹ A. Gardziuk, W. Lach, E. Posel-Częścik, K. Sochacka, *Co to jest bezpieczeństwo energetyczne państwa?*, Biuletyn PISM 2002 nr 103, s. 708.

¹² *Energy security*, IEA, dostęp: www.iea.org [data wejścia: 5-09-2011].

¹³ D. Yergin, *Ensuring energy security*, Foreign Affairs 2006 No. 2, p. 70-71.

¹⁴ Od niedawna można zaobserwować jeszcze jedną grupę, to jest prosumentów. Są to podmioty (osoby fizyczne i jednostki prawne) będące jednocześnie odbiorcami i producentami energii produkowanej głównie na potrzeby własne, ale również w celu sprzedaży nadwyżek do sieci. Z nielicznymi wyjątkami łączą one cechy konsumentów i niewielkich producentów, stąd nie ma potrzeby wyróżniania ich jako oddzielnej kategorii aktorów rynku energetycznego.

grup ma inne interesy i w inny sposób postrzega te same zjawiska. Jednakże bardziej zasadne wydaje się analizowanie ryzyka z perspektywy podmiotowej. W tym przypadku należy wyróżnić sześć podstawowych grup, czyli ryzyko: militarne, polityczne, ekonomiczne, środowiskowe, techniczne i społeczne. Często problemy społeczne i polityczne, a nawet ekonomiczne są łączone ze sobą. Połączenie tych pierwszych grup jest właściwe, ponieważ brak akceptacji społecznej dla określonych działań powoduje konsekwencje polityczne. Jeszcze bardziej zasadne jest połączenie ryzyka militarnego z politycznym, ponieważ energetyka ma jedynie pośrednie przełożenie na funkcjonowanie systemu obronnego (i to zazwyczaj w ograniczony sposób), a większość zagrożeń z tym związanych może wystąpić jedynie w przypadku powstania wcześniejszych napięć politycznych lub gospodarczych. Z kolei wspólna analiza problemów ekonomicznych i politycznych nie jest już konieczna, ponieważ te grupy dość mocno różnią się od siebie. W każdej z nich można wyodrębnić szereg rodzajów ryzyka. Najważniejsze z nich zostały przedstawione w tabeli 1. Różnią się one od siebie zarówno stopniem zagrożenia, siłą oddziaływania (skala mikro i makro), jak i momentem występowania (krótkookresowe, średniookresowe i długookresowe). Wymienione grupy ryzyka należy traktować równorzędnie, ponieważ każda z nich może doprowadzić do ograniczenia dostępu do energii dla odbiorcy finalnego.¹⁵ Ponadto warto zwrócić uwagę, że wiele z tych zjawisk wiąże się ze sobą, co wielokrotnia konsekwencje oraz uniemożliwia jednoznaczne określenie ich przynależności do konkretnej grupy.

Tabela 1
Wybrane rodzaje ryzyka według kryterium przedmiotowego

RYZIKO ENERGETYCZNE			
polityczne	ekonomiczne	środowiskowe	techniczne
<ul style="list-style-type: none"> • odpowiednie kreowanie rynku przez politykę gospodarczą adekwatną do potrzeb odbiorców, • relacje międzynarodowe, • przynależność do określonych organizacji międzynarodowych, • uległość polityków wobec grup interesów, • akceptacja społeczna działań podejmowanych przez administrację publiczną. 	<ul style="list-style-type: none"> • popyt na energię, • podaż energii, • poziom cen energii pierwotnej i wtórnej, • sytuacja gospodarcza przedsiębiorstw sektora energetycznego, • koszty zastosowania określonej technologii. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyczerpywanie się i nieodpowiednia gospodarka zasobami energii, • akceptowalność społeczna dla zanieczyszczenia środowiska przez sektor, • środowiskowe i gospodarcze konsekwencje wykorzystania energetyki. 	<ul style="list-style-type: none"> • zdolność do produkcji energii finalnej, • zdolność do przesyłania energii, • ryzyko wystąpienia awarii przemysłowej, • zdolność technologiczna do wydobywania i wykorzystania określonego zasobu.

Źródło: opracowanie własne.

¹⁵ Wielu autorów zwraca uwagę jedynie na polityczne aspekty bezpieczeństwa energetycznego. Dotyczy to nie tylko publikacji krajowych, ale również międzynarodowych. Por. m.in. S. Mueller-Kraenner, *Energy security. Re-Measuring the World*, Earthscan, London 2008.

Najczęściej z bezpieczeństwem energetycznym utożsamia się ryzyko techniczne. Wiąże się ono głównie z wyborem stosowanych technologii wydobycia surowców, produkcji energii i jej przesyłu. Ponadto warto pamiętać o bezpieczeństwie jej użytkowania, które wiąże się z zastosowaniem odpowiednich norm w urządzeniach wykorzystujących energię. W zależności od podjętych decyzji zagrożenia te mogą rozkładać się w różny sposób. W zakresie technologii wydobycia można zauważyć dwa podstawowe problemy. Jeden z nich zazwyczaj oceniany jest jako szansa dla energetyki. Jest to powiększanie zdolności wydobywczych poprzez pozyskiwanie zasobów z coraz trudniej dostępnych terenów (większa głębokość, warunki arktyczne) oraz z zasobów uznawanych do tej pory za nieopłacalne (na przykład z łupków skalnych). Wiąże się z tym jednakże wzrost ryzyka wystąpienia awarii przemysłowej. Skutki takiego zjawiska mogą być bardzo poważne, jak na przykład zatonięcie platformy wiertniczej w Zatoce Meksykańskiej w kwietniu 2010 roku.

Ryzyko wystąpienia awarii wiąże się również ze stosowaniem wybranej technologii produkcji energii. W zależności od rodzaju instalacji i poziomu wyszkolenia personelu prawdopodobieństwo jego wystąpienia może być różne. Jest to często pomijany rodzaj ryzyka, mimo że jest stale obecny w energetyce, na przykład katastrofa w elektrowni atomowej w Czarnobylu, awaria w elektrowni Dolna Odra (24 stycznia 2010 roku)¹⁶, awaria w zakładzie utylizacji odpadów nuklearnych w Marcoule (12 września 2011 roku)¹⁷. Także nowe instalacje nie są wolne od tego ryzyka, o czym świadczy wypadek przed uruchomieniem zakładu w amerykańskiej elektrowni gazowej w Middletown (7 lutego 2010 roku).¹⁸ Problem awarii dotyczy również korzystania z urządzeń zasilanych energią. Jednakże powszechnie uważa się, że nie jest on bezpośrednio związany z energetyką i z tego powodu jest pomijany w analizach z zakresu bezpieczeństwa energetycznego.

Drugim problemem jest zjawisko „*peak oil*”, czyli szczyt technicznych możliwości wydobycia ropy. Jest ono charakterystyczne dla wydobycia ropy naftowej i gazu ziemnego. „*Peak oil*” wiąże się nie tylko z technologią, ale również ze środowiskiem, czyli wyczerpywaniem się zasobów naturalnych. Stanowi ono ostrzeżenie przed końcem zdolności do wykorzystania złoża. Z przyczyn politycznych trudne jest ono do oszacowania, ponieważ kraje starają się za wszelką cenę nie dopuścić do rzetelnego zbadania zasobów. Ocenia się, że zjawisko to już wystąpiło między innymi w Norwegii, Kolumbii i Jemenie.¹⁹ W obliczu odnajdywania nowych złóż, na przykład w Brazylii, Meksyku i Wenezueli²⁰, ryzyko „*peak oil*” oddala się. Jednakże najbardziej dramatyczne ostrzeżenia sugerują,

¹⁶ Wybuch w elektrowni „Dolna Odra”, dostęp: www.wiadomosci.onet.pl [data wejścia: 24-01-2010].

¹⁷ Awaria we francuskim zakładzie odpadów nuklearnych, „Metro” 2011, 13 września, s. 4.

¹⁸ USA: Potężny wybuch elektrowni w Connecticut, dostęp: www.wiadomosci.onet.pl [data wejścia: 08-02-2010].

¹⁹ *Global Trends 2025: A Transformed World*, National Intelligence Council, Washington 2008, p. 41.

²⁰ Wenezuela może mieć dwukrotnie więcej ropy niż Arabia Saudyjska, dostęp: www.biznes.onet.pl [data wejścia: 24-01-2010].

że w skali globalnej może ono wystąpić już około 2020 roku. Bardziej prawdopodobne jest wystąpienie tego zagrożenia w połowie XXI wieku.

Ocena skuteczności technologii wydobywczych musi uwzględniać również efektywność, czyli czynnik związany z opłacalnością jej zastosowania. Zbyt wysokie koszty były przez długi czas barierą do wydobywania ropy i gazu z łupków skalnych. Współcześnie postęp technologiczny sprawił, że ten problem zniknął, ale nadal pozostaje kwestia szkód środowiskowych, jakie są jego skutkiem.

Wydobyty surowiec zazwyczaj musi być poddany określonym procesom oczyszczania. Obejmują one nie tylko odpowiednie dostosowanie energii pierwotnej (na przykład rafinacja, odsiarczanie paliw), ale również zdolność do produkcji energii finalnej (na przykład elektrycznej lub ciepłej). W tym drugim zakresie wybór odpowiedniej technologii, opartej na określonym źródle energii powoduje konsekwencje w postaci produktywności, poziomu emitowanych zanieczyszczeń, ceny energii finalnej.

Rozwój infrastruktury wynika również z konieczności modernizacji zużytych bloków energetycznych. Cykl życia instalacji jest bardzo długi, ale każda z nich po jakimś czasie musi być zamknięta. Najdłużej funkcjonują elektrownie atomowe, około 50 lat. Bloki węglowe i gazowe użytkuje się nieco krócej. Odnawialne źródła energii mają jeszcze krótszą żywotność. Zazwyczaj jest ona szacowana na około 25 lat. W przypadku technologii eksperymentalnych może wynosić tylko kilka lat. Czas jest też czynnikiem związanym z technologią budowy i modernizacji elektrowni. Podobnie jak w przypadku żywotności, najłatwiej jest budować instalacje odnawialne, a najtrudniej elektrownie atomowe.

Ryzyko techniczne wiąże się również z licznymi problemami dotyczącymi konieczności przesyłania energii na duże odległości. Jest to między innymi możliwość awarii sieci oraz straty, jakie powstają w trakcie przesyłania energii. Istnieją liczne przykłady wyłączeń (między innymi w 2008 roku w Szczecinie i w Warszawie oraz w 2010 roku w Małopolsce i na Śląsku). Odpowiednia struktura sieci jest również warunkiem rozwoju energetycznego kraju, ponieważ budowa bloków energetycznych z dala od linii przesyłowych odpowiedniego napięcia może znacznie zwiększać koszty przedsięwzięcia, czyniąc je wręcz nieopłacalnym.

Ryzyka ekonomiczne dotyczą głównie sytuacji makroekonomicznej, ale mają wpływ także na sferę mikroekonomii. Podkreślić trzeba ryzyko gwałtownej zmiany ceny surowców. Może być ono spowodowane nadwyżką popytu nad podażą energii (lub jej pierwotnych źródeł). W gospodarce wolnorynkowej konsekwencją tego zjawiska jest wzrost cen, co w skrajnych sytuacjach może doprowadzić do ograniczenia produkcji i załamania się gospodarki. Taką sytuację można było zaobserwować w pierwszej połowie 2008 roku, kiedy cena ropy naftowej przekroczyła 150 USD za baryłkę.

Zmiany cen surowców i energii mogą być spowodowane nie tylko działalnością czynników rynkowych, ale również działaniami spekulacyjnymi, jak na przykład historyczne przekroczenie ceny 100 USD za baryłkę ropy w styczniu 2008 roku, lub też działaniami politycznymi, na przykład zmianami w krajach arabskich w pierwszej połowie 2011 roku. Szacuje się, że czynniki o charakterze

spekulacyjnym będą dominującym elementem ryzyka cenowego w ciągu najbliższej dekady.

Brak stabilności cen może wystąpić gwałtownie, co oznacza trudności z przewidywaniem takiego ryzyka. Skutki zmian cen energii pierwotnej mogą być poważne. Zaliczyć do nich można:

- wzrost rachunków za energię;
- spadek dochodów spowodowany wzrostem rachunków;
- wzrost kosztów w całej gospodarce, szczególnie w transporcie;
- wzrost inflacji i stóp procentowych;
- spadek konkurencyjności europejskiego przemysłu i tym samym wzrost importu produktów o mniejszych kosztach.

Do ryzyka ekonomicznego zaliczyć należy również problemy wynikające z opłacalności zastosowania różnego rodzaju technologii produkcji i przesyłu energii. Zagadnienie to dotyczy nie tylko często podkreślanej kwestii kosztów budowy instalacji, ale również analizy finansowej obejmującej cały cykl życia produktu.

Ryzyko polityczne wynika przede wszystkim z sytuacji geopolitycznej badanego obszaru. Jest ona istotna zarówno w przypadku importerów, jak i eksporterów energii pierwotnej. Jedynie kraje posiadające samowystarczalność i niezwiązane odpowiednimi umowami o współpracy mogą uważać, że ten problem ich nie dotyczy.

W przypadku krajów europejskich zapewnienie dostaw surowców energetycznych stanowi główny przejaw bezpieczeństwa energetycznego. W tym celu starają się one zdywersyfikować dostawców odpowiednich dóbr oraz uniezależnić się od importu. Ta druga opcja może być zrealizowana poprzez wykorzystanie krajowych źródeł oraz zastosowanie technologii mniej energochłonnych.

Za podstawowe przyczyny przerw w dostawach uznaje się: problemy techniczne, ekonomiczne i polityczne. Ostatnia z tych grup uważana jest za najbardziej ryzykowną. W dużym uproszczeniu można stwierdzić, że kwestie polityczne są przyczyną zaistnienia pozostałych zjawisk. Za przykład może posłużyć awaria gazociągu z kwietnia 2009 roku, pomiędzy Turkmenistanem i Rosją, spowodowana gwałtownym wzrostem ciśnienia w rurze. Została ona spowodowana brakiem przepływu informacji pomiędzy obydwoma krajami. W wielu źródłach zwrócono uwagę, że dzięki temu wypadkowi strona rosyjska mogła pokryć straty poniesione w związku z wojną gazową ze stycznia 2009 roku.²¹

Przerwy w dostawach mogą również wynikać bezpośrednio z przyczyn politycznych, w tym między innymi z konfliktów zbrojnych (na przykład konflikt rosyjsko-gruziński z sierpnia 2008 roku), kiedy to w wyniku działań politycznych zostały przerwane techniczne możliwości przesyłania surowców (w tym przypadku zniszczone linie kolejowe).

Bezpieczeństwo polityczne należy również analizować w kontekście zniszczenia instalacji w wyniku działań zbrojnych lub ataku terrorystycznego. Wy-

²¹ Turkmenistan oskarża Gazprom o zniszczenie eksportowego gazociągu, dostęp: www.wyborcza.pl [data wejścia: 10-04-2009].

padki z 11 września 2001 roku oraz opinia przedstawicieli amerykańskiej administracji na temat dużego prawdopodobieństwa zainfekowania wirusami sieci komputerowych zarządzających energetyką powodują, że należy uznać takie ostrzeżenia za coraz bardziej zasadne.²²

Europa, jako drugi co do wielkości importer surowców energetycznych na świecie, jest szczególnie narażona na ryzyko przerwania dostaw. Najbardziej dobitnie ilustruje to wskaźnik uzależnienia, który stale rośnie i w 2030 roku może osiągnąć nawet 70%.²³

Bezpieczeństwo polityczne zależy głównie od relacji dwustronnych z państwami eksporterami i pośrednikami w handlu surowcami energetycznymi. Na te stosunki może wpływać również przynależność do różnego rodzaju ugrupowań. W tym zakresie należy wymienić organizacje bezpieczeństwa zbiorowego, na przykład NATO lub różne obszary integracyjne prowadzące wspólną politykę, na przykład UE. W przypadku Polski szczególne znaczenie ma członkostwo we Wspólnocie, ponieważ tworząca się obecnie polityka energetyczna UE nakłada na państwa członkowskie szereg zobowiązań wymuszających określone zachowania, na przykład redukcję emisji dwutlenku węgla.²⁴

Niezależnie od przyczyny przerwa w dostawach energii spowoduje natychmiastowy wzrost jej cen, a więc zwielokrotni konsekwencje wynikające z samego ograniczenia importu surowców energetycznych.

Ryzyko środowiskowe wiąże się zarówno z przyrodniczymi, jak i gospodarczymi oraz społecznymi aspektami wykorzystywania energii. Jest ono odmienne od poprzednich grup, ponieważ nie wiąże się bezpośrednio z możliwością przerwania lub ograniczenia dostępu do energii, a jedynie ze skutkami korzystania z określonych metod jej produkcji. Skutki tego zjawiska są coraz bardziej widoczne, a koszty ponoszone są w skali globalnej. Sytuacja ta jest coraz mniej akceptowana przez różne grupy społeczne, co powoduje, że energetycy muszą poszukiwać nowych, mniej szkodliwych rozwiązań. Niejednokrotnie zmiany te są wymuszane przez władze, które tworząc nowe prawo, odpowiadają na zapotrzebowanie społeczne. Szkody wywoływane przez energetykę są utożsamiane głównie z emisją dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych. Jednakże jest to nieco bardziej złożone zagadnienie.

Energetyka jest jednym z głównych obszarów działalności ludzkiej odpowiedzialnych za antropogeniczne zmiany klimatyczne. Szacunki Międzynarodowej Agencji Energii pokazują, że ten sektor jest odpowiedzialny za 64% emisji gazów cieplarnianych pochodzących z działalności człowieka (rysunek 4).

Dodatkowo surowce energetyczne są źródłem zanieczyszczeń emitowanych przez rolnictwo (na przykład spalanie biomasy), przemysł (wiele zakładów po-

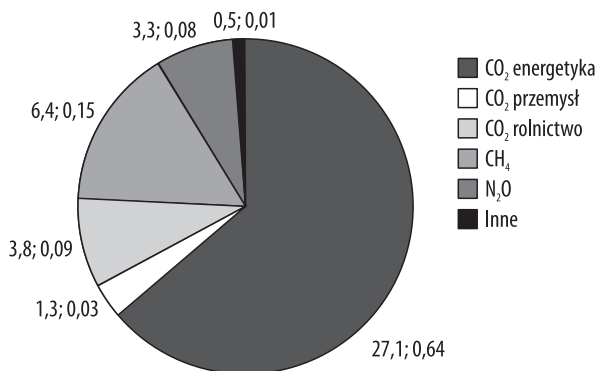
²² Zarazili sieci energetyczne, dostęp: www.nt.interia.pl [data wejścia: 10-04-2009].

²³ *Europe's Vulnerability to Energy Crises: Executive Summary*, World Energy Council 2008, London 2008, p. 11.

²⁴ Por. K. Prandeki, *Założenia zrównoważonej polityki energetycznej Unii Europejskiej*, w: *Implementacyjne aspekty wdrażania zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 217-237.

Rysunek 4

Światowa emisja gazów cieplarnianych spowodowanych działalnością ludzką według źródeł emisji w 2005 roku [Gt] i [%]



Źródło: *World Energy Outlook 2009*, International Energy Agency, Paris 2009, p. 170.

siada samodzielne elektrownie i ciepłownie) oraz budownictwo jednorodzinne (emisja z indywidualnych systemów ogrzewania). Powoduje to, że emisja gazów cieplarnianych spowodowana przez energetykę jest w rzeczywistości jeszcze większa. Jednakże wpływ tych dodatkowych czynników jest trudno mierzalny.

Degradacja środowiska naturalnego spowodowana przez energetykę dotyczy również takich zjawisk, jak zapylenie powietrza, zanieczyszczenie wód poprzez ich nadmierne podgrzewanie, tworzenie barier na rzekach uniemożliwiających przemieszczanie się organizmów wodnych (w przypadku hydroenergetyki), przekształcenie krajobrazu (utrata jego wartości na przykład turystycznych), składowanie odpadów, hałas, lokalne zmiany geologiczne.

Wymienione zjawiska negatywnie wpływają na zdrowie człowieka oraz powodują straty gospodarcze. Efektem jest spadek akceptacji społecznej dla rozwiązań silnie zanieczyszczających środowisko. Ryzyko środowiskowe to również nieprawidłowa gospodarka zasobami, czyli rabunkowe wykorzystywanie zasobów energetycznych z pominięciem innych walorów środowiska. Biorąc pod uwagę, że wciąż podstawowymi źródłami energii pierwotnej na świecie są paliwa kopalne (rysunek 3), w przyszłości musi nastąpić moment ich wyczerpania.

Prognozy dotyczące możliwości wykorzystania określonych zasobów określa się na podstawie wielkości znanych złóż oraz obecnego poziomu zużycia danego surowca. Na tej podstawie najczęściej podaje się, że ropy naftowej powinno wystarczyć na około 40 lat, gazu ziemnego na 60 lat, węgla i uranu na około 130 lat²⁵. Obliczenia te uwzględniają jedynie znane złoża, pomijając prawdopodobne

²⁵ *Depletion Of Non-Renewable Energy Sources – July 2009 Status*, dostęp: www.renewable-energy-sources.com [data wejścia: 20-01-2010].

i nowo odkrywane pokłady²⁶ oraz zmiany szacunków odnośnie do objętości istniejących zasobów²⁷. Ponadto na tempo wykorzystania surowców wpływają również zmiany technologiczne w zakresie wydobycia i przetwarzania.

4. Ryzyko wynikające z rozwoju OZE

Odnawialne źródła energii budzą skrajne emocje. Z jednej strony zwolennicy podkreślają ich pozytywny wpływ na środowisko, a z drugiej przeciwnicy starają się udowodnić, że są one nieprzewidywalne dla systemu energetycznego, a nawet szkodliwe dla środowiska. W rzeczywistości argumenty obu stron można uznać za poprawne tylko w przypadku analizowania ich w oderwaniu od innych rodzajów źródeł energii. Jedynie porównanie wybranego rodzaju ryzyka wywołывanego przez wszystkie źródła może dać nam odpowiedź na temat jego znaczenia w systemie energetycznym. Opinie przedstawione poniżej, choć dotyczą przede wszystkim OZE, uwzględniają ryzyko, jakie powoduje zastosowanie innych technologii produkcji energii.

W zakresie ryzyka technicznego OZE można uznać za dość bezpieczne rozwiązanie. Ich zastosowanie prawie całkowicie eliminuje problem importu energii pierwotnej, a więc niezależnia od innych państw (w ramach bezpieczeństwa politycznego), a także eliminuje ryzyko związane z wyczerpaniem się zasobów, a tym samym również problem „*peak oil*”. Jednakże jest to tylko część prawdy, ponieważ zdolności wytwórcze tych urządzeń są również zależne od czynników zewnętrznych, to jest słońca, wiatru, wody, urodzaju roślin energetycznych. Ten czynnik, zwłaszcza w przypadku słońca i wiatru, jest często podnoszony przez przeciwników OZE. W przypadku odpowiedniej dywersyfikacji źródeł (w ramach OZE oraz z uwzględnieniem innych rodzajów produkcji energii), a także tworzenia rozległych sieci produkcji problem ten ulega znacznemu zmniejszeniu. Za przykład może posłużyć gospodarka duńska, która w przypadku energii elektrycznej, w około 30% jest zasilana przez źródła odnawialne, co nie przeszkadza jej w dalszym rozwoju i w utrzymywaniu statusu kraju wysoko rozwiniętego, a nawet podejmowaniu dalszych inwestycji w zakresie OZE²⁸.

W większości przypadków technologie odnawialne są już na tyle sprawdzone, że ryzyko ich awarii utrzymuje się na podobnym poziomie, co innych rodzajów instalacji. Warto podkreślić, że skutki takiego działania, to znaczy w przypadku awarii jednego urządzenia istnieje duże prawdopodobieństwo, że pozostałe będą działać, co oznacza znacznie mniejsze ograniczenia dla klientów (właściwie niezauważalne). Ocena skutków awarii jest

²⁶ A. Kublik, *Brazylia – naftowy kolos XXI wieku*, „Gazeta Wyborcza” 2008, 20 kwietnia, dostęp: www.wyborcza.pl [data wejścia: 11-02-2009].

²⁷ *Wenezuela może mieć dwukrotnie więcej ropy niż Arabia Saudyjska*, op.cit.

²⁸ Por. *Electricity generated from renewable sources*, dostęp: www.epp.eurostat.ec.europa.eu [data wejścia: 10-09-2011]; M. Potocki, *Ropa i gaz są zbędne. Dania nam to udowodni*, „Dziennik Gazeta Prawna” 2010, 15-17 października, s. 13.

oczywiście różna w zależności od rodzaju źródła. W przypadku panelu słonecznego czy pojedynczego wiatraka skutki energetyczne, jak i środowiskowe będą minimalne. Konsekwencje zniszczenia dużej elektrowni wodnej mogą być w obu aspektach katastrofalne.

Instalacje odnawialne mogą również w pewnym zakresie zredukować ryzyko awarii sieci przesyłowych. OZE są zazwyczaj zaliczane do źródeł rozproszonych, budowanych lokalnie, w niewielkich odległościach od konsumentów, co powoduje zmniejszone zapotrzebowanie na linie przesyłowe średniego i wysokiego napięcia, a tym samym zwiększa bezpieczeństwo dostaw. Ponadto źródła te charakteryzują się małymi jednostkowymi mocami produkcyjnymi i gęstą siecią połączeń pomiędzy nimi. Oznacza to, że w przypadku awarii jednego elementu energia może być dostarczana poprzez inne. Za przykład może posłużyć szeroko promowany projekt europejskich sieci energii odnawialnej promowany przez *Trans Mediterranean Renewable Energy Cooperation (TREC)*.²⁹ Warto jednak zwrócić uwagę, że obecnie występuje tendencja do utrzymywania znacznych odległości produkcji i konsumpcji energii ze źródeł odnawialnych. Wynika to z faktu, że duże źródła jej produkcji znajdują się głównie w Europie Północnej w postaci morskich farm wiatrowych. W przyszłości planuje się dalszy ich rozwój³⁰.

Kolejnym czynnikiem redukującym ryzyko techniczne jest czas budowy instalacji. Zagadnienie to jest istotne w całej Europie, a w szczególności w Polsce. Konieczność wymiany około 30% zdolności produkcyjnych do 2020 roku³¹ powoduje, że ich zastąpienie nowymi blokami energetycznymi opartymi na paliwach kopalnych może być trudne ze względu na czas realizacji takich inwestycji. W tym zakresie nie należy również brać pod uwagę planowanej budowy elektrowni atomowej. Jedynym rozwiązaniem jest stworzenie odpowiedniej sieci elektrowni wiatrowych i wykorzystujących biopaliwa³². Luka pomiędzy popytem a podażą energii w Polsce może być szczególnie widoczna w 2015 roku i aby jej uniknąć, potrzeba oddawać do użytku około 1,5 GW zdolności produkcyjnych rocznie.³³ Osiągnięcie takiego poziomu jest możliwe jedynie przy intensywnym wykorzystaniu technologii odnawialnych.

W przypadku ryzyka ekonomicznego ocena zastosowania OZE nie jest jednoznaczna. Z jednej strony, przyczyniają się one do eliminacji największego ryzyka w tej grupie, to jest niepewności związanej z gwałtownymi zmianami cen na rynkach surowców energetycznych. Problem ten dotyczy głównie ropy i gazu,

²⁹ Szerzej na ten temat por. TREC, dostęp: www.trec-eumena.org/ [data wejścia: z 25-08-2008].

³⁰ Por. Priorytety w odniesieniu do infrastruktury energetycznej na 2020 r. i w dalszej perspektywie – plan działania na rzecz zintegrowanej europejskiej sieci energetycznej, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela 17.11.2010, KOM(2010) 677, wersja ostateczna, s. 29-33.

³¹ *Energy infrastructure. Priorities for 2020 and beyond*, Directorate General for Energy, Luxembourg 2011, p. 8; *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku, Załącznik nr 2 do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009, s. 9-10.

³² Por. P. Batóg, *Polska energetyka potrzebuje alternatywy dla węgla*, dostęp: www.wnp.pl [data wejścia: 26-07-2011].

³³ Por. *Finansowanie inwestycji energetycznych w Polsce*, PWC i ING, Warszawa 2011, s. 15.

które często ulegają działaniom spekulacyjnym. Zastosowanie instalacji odnawialnych zmniejsza lub eliminuje zapotrzebowanie na te surowce, a więc czyni energetykę niewrażliwą na te zmiany. Problem cen surowców wiąże się również z bioenergetyką. W przypadku Europy coraz większa ilość biopaliw pochodzi z importu, co powoduje, że w długiej perspektywie surowce te będą droższe, podobnie jak ropa i gaz, a tym samym zaczną podlegać temu samemu ryzyku spekulacyjnemu.

Z drugiej strony, zastosowanie OZE jest dość drogim przedsięwzięciem. W większości przypadków jest ono opłacalne jedynie po zastosowaniu wsparcia ze strony państwa. Ocena kosztów funkcjonowania instalacji przez cały cykl życia elektrowni musi uwzględniać nie tylko koszty jej budowy, ale również funkcjonowania, konserwacji, dostarczanego paliwa, szkód środowiskowych (i opłat z tym związanych) i rozbiórki. Jednakże nawet po uwzględnieniu wszystkich tych czynników trudno jest zbudować jednoznaczny model porównujący różne technologie, ponieważ w przypadku samej energetyki węglowej sprawność instalacji może wahać się o około 10% (obecnie użytkowane instalacje najczęściej cechują się poziomem tego wskaźnika w przedziale 35-45%), co oznacza znaczne różnice w zapotrzebowaniu na surowiec w ramach tej samej kategorii. Powyższe koszty powinny być rozłożone w czasie, jaki jest przewidziany dla standardowej żywotności określonego typu instalacji.

Analizę uwzględniającą niektóre czynniki dotyczące kosztów funkcjonowania różnych rodzajów elektrowni przeprowadzono w ramach IEA. Dotyczyła ona kosztów instalacji w krajach OECD (tabela 2). Badanie to oparto na danych pochodzących z raportów za 2009 rok. Nie uwzględnia ono trudnych do oszacowania kosztów emisji dwutlenku węgla ani problemów związanych z dostępem do określonego surowca. Porównano uśrednione dane dla instalacji o mocy 1 MW. Koszty budowy i własności były łatwe do oceny. Analiza wartości zmiennych w czasie, na przykład kosztów surowców energetycznych, podlegała dużym uproszczeniom ze względu na niemożność oszacowania ich ceny w perspektywie 30-40 lat. Z powyższego powodu w zestawieniu nie uwzględniono energetyki opartej na wykorzystaniu biopaliw. Analiza pokazuje, że odnawialne źródła energii nie są konkurencyjne cenowo. W szczególności dotyczy to wykorzystania słońca do produkcji elektryczności. Jednakże energetyka wiatrowa może być konkurencyjna w porównaniu z węglową i atomową. W tym pierwszym przypadku uwzględnienie kosztów opłat za emisję dwutlenku węgla może zdecydowanie zwiększyć opłacalność wiatru.

Wpływ OZE na ryzyko polityczne również trudno jest jednoznacznie ocenić. Zauważalna jest coraz większa akceptacja społeczna dla tego rodzaju źródeł, wynikająca z chęci dbałości o środowisko, której przeciwstawia się silne lobby jej przeciwników. Podkreślają oni każdy mankament tej technologii. Od nastrojów społecznych zależne jest nastawienie polityków do rozwoju określonego obszaru energetyki i tym samym jej kształtu w przyszłości. W tym aspekcie warto zwrócić uwagę, że decyzje administracyjne mają potężny wpływ na rozwój określonych sektorów. Z tego powodu wszystkie zainteresowane strony starają się jak najbardziej aktywnie promować swoje racje.

Tabela 2

Średnie ceny budowy instalacji i produkcji energii w podziale na sektory [USD/MW]

Energia	Własność i budowa	Paliwo	Produkcja i serwis	Razem
Nuklearna	3 723630	9.10	14.66	3723653,76
Węglowa	1 960210	18.82	7.02	1960235,84
Węglowa CSS	3 471350	18.34	14.09	3471382,43
Gazowa	1 053070	59.77	4.66	1053134,43
Wiatrowa	2 297790	0.00	23.79	2297813,79
Słoneczna	5 225960	0.00	35.02	5225995,02

Źródło: *Projected Costs of Generating Electricity*, IEA/OECD/NEA, Paris 2010, p.102.

Z politycznego punktu widzenia odnawialne źródła energii są istotne nie tylko dla energetyki, ale również dla całości gospodarki. W tym zakresie najczęściej są przytaczane argumenty dotyczące wzrostu zatrudnienia. Jednakże dynamiczny rozwój OZE w danym regionie powoduje zmianę jego wizerunku na bardziej nastawiony na nowoczesne, proinnowacyjne rozwiązania. Takie postrzeganie powoduje zwiększone zainteresowanie inwestorów, którzy mogą liczyć na większą akceptację dla przedsięwzięć wybiegających ponad standardy.³⁴

Z polskiego punktu widzenia zdecydowanie najważniejszym czynnikiem politycznym związanym z bezpieczeństwem energetycznym jest członkostwo w Unii Europejskiej. Wspólnotowe zobowiązania w zakresie nowo powstającej polityki energetycznej w wyraźny sposób promują rozwój energetyki odnawialnej. Wynika to z chęci redukcji emisji CO₂ i dążenia do osiągnięcia w Europie, w perspektywie 2050 roku, gospodarki niskoemisyjnej. Dlatego też przyjęto ambitne cele w zakresie redukcji gazów cieplarnianych i rozwoju OZE, nazywane pakietem energetyczno-klimatycznym, oraz podejmuje się negocjacje odnośnie do inicjatyw po 2020 roku.³⁵

W zakresie redukcji ryzyka środowiskowego OZE wydają się najważniejszą grupą źródeł pozyskiwania energii. W wielu przypadkach przyczyniają się one do znacznej redukcji emisji substancji szkodliwych. Dotyczy to w szczególności emisji gazów cieplarnianych i pyłów do powietrza. Warto jednak pamiętać, że nie istnieją żadne źródła niepowodujące szkód w środowisku.³⁶ W stosunku do OZE najczęściej przytacza się: problemy związane z hałasem oraz wpływ na spadek populacji ptaków powodowany przez elektrownie wiatrowe, zanieczyszczenie piękna krajobrazu przez farmy wiatrowe i fotowoltaiczne, naruszenie warunków rozwoju ryb wynikające z przegrodzenia zbiorników wodnych tamami. W skrajnych przypadkach obiekty te mogą mieć znaczny poziom oddziaływania. Najlepszym tego przykładem jest hydroelektrownia Trzech Przełomów w Chinach. Uważa się, że jej zbudowanie doprowadziło do naruszenia cykli hydrologicznych

³⁴ P. Batóg, *Polska energetyka...*, op.cit.

³⁵ Szerzej na ten temat m.in. por. K. Prandecki, *Założenia zrównoważonej polityki...*, op.cit.

³⁶ Szerzej na ten temat por. J. Rifkin, T. Howard, *Entropia. Nowy światopogląd*, Wyd. KOS, Katowice 2008.

w skali regionu i tym samym doprowadziło do klęsk suszy. Jednakże, jeżeli porównamy te szkody z konsekwencjami funkcjonowania energetyki opartej na węglu czy ropie, to należy je uznać za znikome. Trudno jest jedynie porównywać OZE z energetyką atomową w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych. Prawdą jest, że energetykę atomową można uznać za zeroemisyjną, lecz w trakcie budowy odpowiedniego bloku zużywa się dużą ilość materiałów, których wytworzenie i zastosowanie wymagało większej emisji dwutlenku węgla niż w przypadku budowy źródeł o podobnej mocy pochodzącej z OZE. Ponadto w przypadku energetyki atomowej pozostaje nierozwiązany problem składowania i utylizacji zużytych materiałów promieniotwórczych. Z kolei przewagą tego źródła energii jest możliwość wytwarzania jej w dużych ilościach, co jest istotne na obszarach gęsto zaludnionych.

Podsumowanie

Bezpieczeństwo energetyczne obejmuje wiele zjawisk. Analizując je warto brać pod uwagę potrzeby różnych grup interesu, takich jak producenci, sprzedawcy i konsumenci energii. Wyzwania dotyczące energetyki (zarówno szanse, jak i zagrożenia) mogą wystąpić na wielu płaszczyznach. Do najważniejszych z nich zalicza się ryzyko: techniczne, ekonomiczne, polityczne i środowiskowe. Nie oznacza to, że zagrożenia energetyczne nie dotyczą kwestii militarnych czy społecznych. W tych grupach są one również widoczne, ale ich znaczenie jest znacznie mniejsze. Analizując omawiany problem, należy podchodzić do zjawiska w sposób całościowy, obejmujący wszystkie rodzaje ryzyka, ponieważ pominięcie jednej z nich może skutkować brakiem bezpieczeństwa.

Odnawialne źródła energii stają się coraz dynamiczniej rozwijającym się elementem energetyki. Ich udział w globalnej produkcji energii na razie jest nieznaczny. Jednakże w nadchodzących latach wielkość ta będzie rosła. Z punktu widzenia bezpieczeństwa OZE posiadają wiele zalet. Do najważniejszych z nich należą znikoma szkodliwość dla środowiska naturalnego, krótki czas budowy instalacji, możliwość produkcji energii w systemie rozproszonym, w niewielkiej odległości od odbiorcy. Ponadto, w większości przypadków, stanowią one skuteczny środek eliminacji ryzyka cenowego związanego z zakupem nieodnawialnych surowców energetycznych.

Odnawialne źródła energii posiadają również wady. Jednymi z ważniejszych są wysokie koszty budowy instalacji, stosunkowo krótki cykl życia, a przede wszystkim uzależnienie od warunków atmosferycznych (zwłaszcza w przypadku energetyki wiatrowej i słonecznej). Te niedociągnięcia powodują, że źródła odnawialne traktuje się jedynie jako uzupełniające w systemie energetycznym.

Analiza wpływu OZE na bezpieczeństwo energetyczne pokazuje, że stanowią one ważne rozwiązanie zabezpieczające kraj lub region przed niekorzystnymi zjawiskami zachodzącymi na rynkach surowców i energii. Z tego powodu źródła odnawialne nabierają znaczenia nie tylko z przyczyn środowiskowych

(redukcja emisji zanieczyszczeń) i politycznych (spełnienie zobowiązań członkowskich w ramach UE), ale również ekonomicznych, zwłaszcza w przypadku wystąpienia dalszych niepokojów na rynkach międzynarodowych. Przewidywany wzrost cen surowców energetycznych spowodowany wyłączeniem elektrowni atomowych w Niemczech będzie jednym z czynników, które na pewno zwiększą atrakcyjność OZE w Europie.

Aldona K. Wota

ASPEKTY WYBORU LOKALIZACJI DLA BIOGAZOWNI ROLNICZYCH

Aldona K. Wota, dr – Śląska Wyższa Szkoła Zarządzania im. gen. Jerzego Ziętka w Katowicach

adres korespondencyjny:
Wydział Nauk Społecznych i Technicznych
ul. Krasieńskiego 2, 40-952 Katowice,
e-mail: a.wota@swsz.katowice.pl

ASPECTS OF SELECTING THE LOCATION FOR AGRICULTURAL BIOGAS PLANTS

SUMMARY: In Poland is expected to build one agricultural biogas plant in the community by 2020. It is estimated that the potential of raw material makes the possibility of the operation about 2000 biogas plants, each with a power 1 MW. Therefore, it is necessary to protect an appropriate location for these installations. The paper highlights the problem of deficient appreciation of the proper (optimal) choice of suitable area for this type of investment. Also presented an methodical procedure of site selection, taking into account various aspects of the problem.

KEY WORDS: biogas plant, site selection, Geographic Information System, AHP (Analytic Hierarchy Process)

Wstęp

Aktualnie w Polsce podejmowane są intensywne działania zmierzające do rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE), w tym biogazowni rolniczych. Rozwój OZE jest jednym z sześciu podstawowych kierunków polityki energetycznej, zapisanych w kluczowym dokumencie dla sektora energetycznego Polityce energetycznej Polski do 2030 roku.¹ Zgodnie z nim udział odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii ma wzrosnąć w 2020 roku do 15% i 20% w 2030 roku.

Celem sprostania tym wyzwaniom, jak również podnoszonym postulatami o konieczności ustanowienia systemu promującego i wspierającego produkcję biogazu rolniczego i wykorzystanie go do produkcji energii elektrycznej i ciepła, przyjęto dokument *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010-2020*.² Założono w nim, że w każdej polskiej gminie do 2020 roku powstanie średnio jedna biogazownia wykorzystująca biomasa pochodzenia rolniczego, jeśli istnieją w niej odpowiednie warunki do uruchomienia takiego przedsięwzięcia. Przewiduje się, że potencjał energetyczny rolnictwa umożliwi docelowo pozyskanie surowców niezbędnych do wytworzenia około 5 mld m³ biogazu rocznie. Szacuje się, że potencjał ten może zabezpieczyć potrzeby surowcowe dla około 2000 biogazowni rolniczych.

W prawie polskim trudno doszukać się definicji „biogazownia rolnicza”. Przyjmuje się, że jest to zestaw urządzeń do wytwarzania i magazynowania biogazu³. Biogaz rolniczy natomiast oznacza paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów⁴. Przytoczona definicja daje odpowiedź, jakie substraty możliwe są do wykorzystania w biogazowni rolniczej. Biogaz pozyskiwany z rolnictwa posiada w Polsce, niestety, bardzo skromny udział w bilansie energetycznym. Obecnie funkcjonuje 9 biogazowni rolniczych o zadeklarowanej łącznej mocy 9,014 MW_{el} oraz 8,594⁵.

Celem inwestowania w najbliższych latach w rozwój instalacji biogazowni rolniczych jest między innymi gwarantowanie stabilności energetycznej, aktywizacja gospodarcza regionów, dywersyfikacja źródeł energii (a tym samym popra-

¹ *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 roku, Warszawa 2010.

² *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010-2010*, Dokument przyjęty przez Radę Ministrów 13 lipca 2010 r., Warszawa 2010.

³ Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. Dz. U. nr 132, poz. 877.

⁴ Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw Dz. U. nr 205, poz. 1208.

⁵ *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011.

wa bezpieczeństwa energetycznego kraju), czy też zmniejszanie emisji dwutlenku węgla.

W związku z ambitnymi planami budowy instalacji biogazowni rolniczych w opracowaniach dotyczących przedmiotowej tematyki zwraca się uwagę nie tylko na korzyści, ale także na różnorodne bariery związane z realizacją inwestycji. Problemy dotyczą głównie aspektów ekonomicznych (koszty budowy, utrudnienia technologiczne, ograniczona krajowa oferta technologii), prawnych – związanych między innymi z wytwarzaniem i wykorzystaniem energii, jak również z pozyskiwaniem pozwoleń na budowę. Natomiast mniejsze zainteresowanie wzbudza zagadnienie dotyczące wyboru właściwej lokalizacji inwestycyjnej. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że umieszczenie przestrzenne biogazowni ze względu na konfliktowość interesów różnych stron okazuje się często kontrowersyjną decyzją. Sporna sytuacja zazwyczaj ma swoje źródło w niewłaściwej albo niekompletnej bądź błędnie zrozumianej procedurze lokalizacji. Dlatego też wybór lokalizacji projektowanych w najbliższej przyszłości biogazowni rolniczych powinien być odpowiednio przemyślany, uzasadniony środowiskowo, ekonomicznie, politycznie i społecznie.

W pracy podkreślono ważność problemu właściwego wyboru lokalizacji biogazowni rolniczych. Zaproponowano również właściwe postępowanie, przy wyborze terenu instalacji, uwzględniające złożoność zagadnienia w ujęciu systemowym.

1. Wybrane przykłady wyboru lokalizacji z literatury przedmiotu

Każda błędnie wybrana lokalizacja powoduje kłopoty w trakcie eksploatacji obiektu. Skala produkcyjna instalacji wzrasta. Zagadnienia lokalizacji przekształciły się w niezależną dziedzinę nauki, określaną jako teoria bądź analiza lokalizacji (*Location Analysis, Facility Location*)⁶. W analizie lokalizacji stosuje się modele matematyczne, które pomagają wybrać optymalne warianty lokalizacyjne.

Należy zauważyć, że zwłaszcza w pracach krajowych dotyczących problematyki biogazowni rolniczych opisuje się wyczerpująco rodzaje substratów, ich zasoby, zwraca się uwagę na bariery formalnoprawne, a zagadnienie wyboru lokalizacji w ujęciu kompleksowym i metodycznym jest pomijane.

Spośród dostępnych prac wybrano pracę Y. Chen i współpracowników⁷, która opierając się na wielokryterialnej metodzie AHP (*Analytic Hierarchy Process*), ocenia możliwe zasoby biogazu na terenach wiejskich w Chinach. Pracę tę wybrano ze względu na jej systemowe podejście do zagadnienia lokalizacji

⁶ C. Reville, H.A. Eiselt, *Location analysis. A synthesis and survey*, European Journal of Operational Research 2005 No. 165, p. 1-19.

⁷ Y. Chen, G. Yang, S. Sweeney, Y. Feng, A. Huod, *An assessment of the availability of household biogas resources in rural China*, "International Journal of Energy And Environment" 2010 Vol. 1(5), p. 783-792.

w ujęciu regionalnym. Należy podkreślić, że w Chinach inwestowanie w budowę biogazowni fermentacyjnych na obszarach wiejskich jest kluczowym programem rozwoju odnawialnych źródeł energii. Przykładowo w 2003 roku 12,9 mln gospodarstw domowych korzystało z biogazowni rolniczych. Według planów rządowych, liczba ta ma bardzo dynamicznie wzrastać i 2010 roku osiągnąć 50 mln. Chińskie biogazownie w większości wykonuje się sposobem gospodarczym i działają na bazie podziemnych, nieizolowanych komór fermentacyjnych. Wprawdzie są to obiekty o bardzo prostej konstrukcji, ale efektywne. Jako substrat stosuje się w nich nawóz zwierzęcy i resztki organiczne. Gaz z tych instalacji użytkowany jest zwykle w gospodarstwie do celów grzewczych, gotowania i oświetlenia. Roczna produkcja sięga 400 m³ biogazu na gospodarstwo domowe⁸

Do oceny możliwości rozwoju budownictwa biogazowni domowych przy pomocy ekspertów wybrano czynniki, które mają zdecydowane znaczenie, i zbudowano z nich strukturę problemu. Potencjał produkcji biogazu oceniono na podstawie czynników klimatycznych, zasobów biomasy (obornik, odpady z upraw rolniczych) oraz tak zwanych społecznych zasobów gospodarczych (czynnik ten jest związany z dochodami i poziomem wykształceniem rolników).

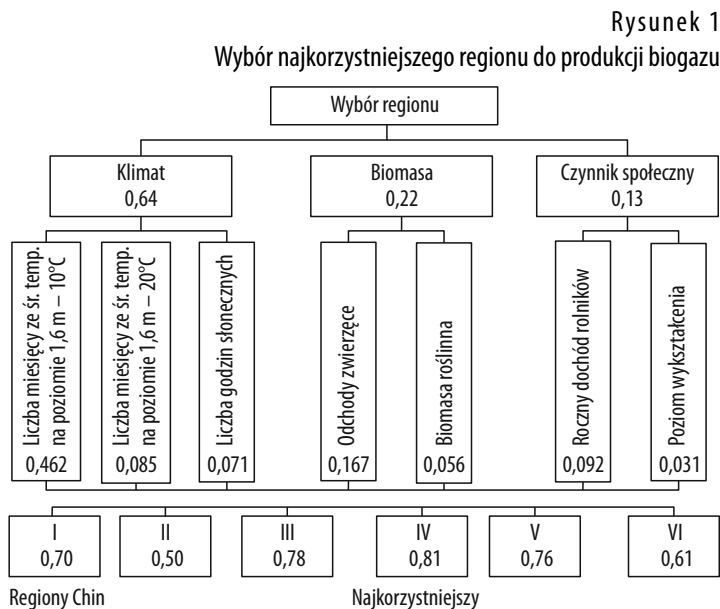
Dla każdego elementu struktury na podstawie ocen ekspertów i procedury AHP obliczono wagi (priorytety) (rysunek 1). Tak skonstruowany model posłużył do oceny obszaru Chin, który został podzielony na 6 regionów (wariantów), przyjmując jako element podziału – średnią temperaturę gruntu na poziomie 1,6 m. W wyniku końcowych obliczeń otrzymano gradację regionów – od najmniej korzystnych do najkorzystniejszego pod kątem potencjału produkcji biogazu dla gospodarstw domowych. W podobny sposób można potraktować na przykład problemy związane z wyborem roślin energetycznych dla różnych warunków geograficznych.

Na ten aspekt zwrócili uwagę C. E. Noon, M. J. Daly⁹, którzy w swojej pracy podkreślili, że projekt biogazowni w dużym stopniu zależy od położenia geograficznego, a jej dochodowość jest ściśle związana z lokalizacją. Zwrócili także uwagę, że problem lokalizacji należy rozpatrywać, uwzględniając konkurencję lokalizacji i zasobów surowcowych.

Bardzo przydatnym i popularnym narzędziem stosowanym przy do wyborze lokalizacji różnych instalacji, takich jak elektrownie wiatrowe, składowiska czy elektrownie jądrowe, jest System Informacji Geograficznej (GIS). Jest to system komputerowy zdolny do pozyskiwania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania i udostępniania danych odniesionych przestrzennie do powierzchni Ziemi. Technika GIS jest niezbędnym narzędziem, zwłaszcza przy tak olbrzymich ilościach różnorodnych danych przestrzennych, które należy zgromadzić i przeanalizować.

⁸ T. Fischer A. Krieg, *Biogazownie rolnicze – przegląd sytuacji na świecie*, dostęp: www.KriegFischer.de [data wejścia: 05-09-2011].

⁹ C.E. Noon M.J. Daly, *GIS-based biomass resource assessment with BRAVO*, "Biomass and Bioenergy" 1996 Vol. 10, p. 101-9.



Źródło: opracowano na podstawie: Y. Chen, G. Yang, S. Sweeney, Y. Feng, A. Huod, *An assessment of the availability...*, op.cit., p. 783-792.

Na obszarze Hiszpanii, Panichelli, Gnansounou¹⁰ zastosowali technikę GIS do oceny dostępnej objętości biomasy i wyboru kilku lokalizacji biogazowni bez uwzględnienia rywalizacji źródeł surowców. Przy wyborze lokalizacji pod uwagę wzięli takie kryteria, jak: dostępność zasobów wodnych, połączenia z siecią energetyczną, dostępność infrastruktury przemysłowej, koszty terenu, jak również polityk zachęt do produkcji bioenergii.

Shi i inni¹¹ również wykorzystali GIS do oceny lokalizacji na podstawie kryterium transportu i wydajności dostępnej biomasy, tworząc tym samym bazę do dalszych rozważań innych, nieuwzględnionych w modelu, czynników.

W Tajlandii polityka Ministerstwa Energii skierowana jest na maksymalne wykorzystanie produkcji gazoholu (mieszanka etanolu i benzyny) z manio-ku. Kativich, Kanjanasiri¹² do wyboru lokalizacji zakładów produkcji etanolu zastosowali technikę GIS w powiązaniu z metodą AHP, która posłużyła do oceny

¹⁰ L. Panichelli, E. Gnansounou, *GIS-based approach for defining bioenergy facilities location: A case study in Northern Spain based on marginal delivery costs and resources competition between facilities*, "Biomass and Bioenergy" 2008 Vol. 32, p. 289-300.

¹¹ X. Shi, A. Elmore, X. Li, N. J. Gorence, H. Jin, X. Zhang, F. Wang, *Using spatial information technologies to select sites for biomass power plants: A case study in Guangdong Province, China*, "Biomass and Bioenergy" 2008 Vol. 32(1), p. 35-43.

¹² K. Kativich, P. Kanjanasiri, *Site Selection for Ethanol Plants Using GIS in Nakhonratchasima Province, Thailand*, 8th Annual Asian Conference and Exhibition on Geospatial Information, "Technology and Applications", Singapore, August 2009.

ważności przyjętych kryteriów. Przy ocenie kierowano się następującymi kryteriami: tereny zabudowy mieszkalnej, przemysłowej, handlowej, miejsca dziedzictwa i wypoczynku, tereny parków narodowych i lasów ochronnych, zasoby wodne, infrastruktura drogowa, koszt gruntu, zdolność produkcyjna terenu.

Systemy Informacji Geograficznej są efektywnym narzędziem modelowania przestrzennego. Za ich pomocą można prowadzić analizy przestrzenne i oceniać przydatność terenu, a w połączeniu z innymi metodami, na przykład z metodą AHP, wspomagają określenie optymalnych lokalizacji.

2. Propozycja procedury wyboru lokalizacji

Biogazownie rolnicze należą do inwestycji, których budowa wywołuje brak akceptacji mieszkańców, w otoczeniu których ma powstać obiekt. Argumentacja dotyczy najczęściej obaw dotyczących niewykluczonych zagrożeń bezpośredniego zdrowia i samopoczucia mieszkańców, jak również utraty walorów środowiskowych i turystycznych terenu. Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko¹³ biogazownie rolnicze zaliczono do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.

Jednym z kluczowych zadań rozwoju rynku biogazowni w Polsce powinno być zapewnienie właściwej lokalizacji przy spełnieniu wymagań związanych między innymi z:

- ochroną lokalnej społeczności, zagrożonej bliskością biogazowni (na przykład hałas, odory);
- zminimalizowaniem negatywnego oddziaływania biogazowni na otaczające środowisko;
- dostępnością do infrastruktury (drogi, sieć gazowa).

Podjęcie decyzji o wyborze optymalnego miejsca dla inwestycji wymaga szczegółowej oceny. Trudność analizy tematu wynika ze złożoności jego struktury, czyli konieczności rozpatrywania wyboru lokalizacji na tle uwarunkowań różnej natury. Lokalizacja musi spełniać wymagania formalnoprawne, a inwestycja minimalizować koszty ekonomiczne, techniczne, środowiskowe czy społeczne. Technika wyboru powinna włączać maksymalną ilość istotnych informacji i zapewniać, że rezultat wyboru jest optymalny dla zaangażowanych stron. Dodatkowa trudność wynika z ilości i charakteru kryteriów, zarówno ilościowych, jak i jakościowych.

Proponuje się, że ze względu na znaczną liczbę czynników, które ograniczają wybór, należałoby zastosować dwuetapowe podejście do wyboru lokalizacji:

- wykluczyć obszary niewłaściwe wykorzystujące technikę GIS;
- ocenić potencjalne lokalizacje i wybrać najwłaściwszą przy zastosowaniu metody AHP.

¹³ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, Dz. U. nr 213, poz. 1397.

2.1. Wyłączenie obszarów niewłaściwych

W pierwszej kolejności należy wyeliminować tak zwane obszary wrażliwe, które stanowią ograniczenie inwestycji, co ma zagwarantować bezpieczeństwo zdrowia ludzkiego i ochronę środowiska.

Do kwalifikacji kryteriów wykluczających (ograniczających) z punktu widzenia prawnego wymagana jest znajomość wielu ustaw. Niestety, trudności w interpretacji utrudniają niejednokrotnie ich jednoznaczne przyporządkowanie. Proponuje się również, aby do kwalifikacji kryteriów wykorzystać wiedzę z innych lokalizacji inwestycji, na przykład składowisk odpadów¹⁴.

Niektóre elementy należy wykluczyć wraz z tak zwanymi strefami buforowymi, co pozwoli na lepsze zabezpieczenie najbardziej wrażliwych elementów. Strefy buforowe określają minimalne odległości od terenów inwestycji do wybranego przestrzenie (geograficznie) określonego kryterium (ograniczenia). Różnym ograniczeniom ze względu na ich charakter opowiadają różne szerokości stref buforowych. Poniżej wymieniono zestaw kryteriów wykluczających, które należy respektować przy wyborze. Przy wyborze kryteriów kierowano się uwarunkowaniami prawnymi oraz wybraną literaturą przedmiotu lokalizacji obiektów¹⁵.

Do kryteriów wykluczających zaliczono występowanie:

- obszarów parków narodowych i ich otulin, rezerwatów przyrody i ich otulin, obszarów lasów ochronnych;
- terenów o nachyleniu powyżej 10°, terenów uskokowych;
- obszarów bezpośredniego lub pośredniego zagrożenia powodzią;
- terenów podmokłych z buforem około 100 m,
- dolin rzek, terenów źródłiskowych;
- stref osuwisk i zapadlik;
- terenów o możliwości wystąpienia deformacji szkód górniczych;
- gleb klas I i II;
- obszarów ochrony uzdrowiskowej;
- stref zasilania głównych zbiorników wód podziemnych GZWP;
- stref ochrony ujęć wód podziemnych i powierzchniowych;
- lotnisk z buforem 500 m;
- zabudowy średniej mieszkalnej – 500 m;
- zabudowy zwartej mieszkalnej – 1000 m;
- dróg z buforem 30 m;
- przesyłowych linii energetycznych z buforem 200 m;
- gazociągów z buforem 100 m.

Należy zauważyć, że uzyskanie wiarygodnych informacji o przestrzennym rozmieszczeniu każdego z kryteriów wymaga zgromadzenia, przeanalizowania

¹⁴ J. M. Scott, N.R. DeGloria, S.D. Lembo, *Siting analysis of farm-based centralized anaerobic digester systems for distributed generation using GIS*, "Biomass and Bioenergy" 2005 Vol. 28, p. 591-600.

¹⁵ Ibidem; A.K. Wota, *Optymalizacja wyboru lokalizacji składowisk odpadów komunalnych z wykorzystaniem metody AHP (Analytic Hierarchy Process)*, Studia, Rozprawy, Monografie 145, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2008.

i przetworzenia różnorodnych danych z różnych źródeł. Do przeprowadzenia procedury wykluczenia terenów niewłaściwych należy zastosować techniki GIS. Zastosowanie analiz przestrzennych pozwoli otrzymać informację o przestrzennym rozmieszczeniu obszarów, które pozostają w konflikcie z kryteriami wykluczającymi i buforami.

Istotną kwestią przy wyborze lokalizacji dla biogazowni rolniczych jest również wiedza na temat wielkości powierzchni działki inwestycyjnej. Wymiary powierzchni działki nie są parametrem stałym i są uzależnione głównie od:

- wielkości produkcji biogazowni;
- technologii produkcji;
- rodzajów i właściwości wykorzystywanych substratów;
- sposobu wykorzystania biogazu czy sposobu odprowadzania odpadów pofermentacyjnych.

Przyjmuje się, że dla biogazowni rolniczej o mocy produkcyjnej 1 MW – 2MW, która posiada komplet obiektów służących do przechowywania i składowania odpadów pofermentacyjnych, powierzchnia wynosi od powyżej 1,5 ha do 3 ha.

Jeżeli natomiast do zagospodarowania masy pofermentacyjnej inwestor planuje wykorzystanie lagun, należy w tym celu zapewnić odpowiednią dodatkową powierzchnię terenu o powierzchni około 4 ha (2-3 ha dla biogazowni o mocy 1 MWe)¹⁶.

2.2. Wartościowanie obszarów odpowiednich dla inwestycji

Wygenerowane obszary predysponowane w pierwszym etapie (które są także źródłem zaopatrzenia w surowiec) uznaje się jako przydatne do lokalizacji biogazowni rolniczych. Należy jednak zaznaczyć, że niektóre z terenów predysponowanych mogą być bardziej przydatne od pozostałych ze względu na takie aspekty, jak: społeczne, techniczne czy odległości od terenów wrażliwych, które nie zostały uwzględnione w pierwszym etapie.

W etapie drugim należy przeprowadzić wybór najdogodniejszego wariantu lokalizacyjnego ze zbioru obszarów predysponowanych, zaproponowanych do oceny ze względu na tak zwane kryteria wartościujące.

Wybierając kryteria wartościujące, stanowiące bazę do oceny i wyboru lokalizacji biogazowni rolniczych, powinno się w szczególności kierować zasadami dotyczącymi uwzględnienia:

- czynników związanych z odległościami od obszarów wykluczonych;
- czynników związanych z obszarami bądź odległościami od obszarów, które należy respektować, jednakże nie podlegają bezwzględnemu wykluczeniu;
- uwarunkowań społecznych i techniczno-ekonomicznych, odległości od dróg i sieci elektroenergetycznej.

Najważniejsze elementy wartościujące podzielono na 4 grupy kryteriów, a następnie w każdej z grup wydzielono kryteria bardziej szczegółowe.

¹⁶ Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011.

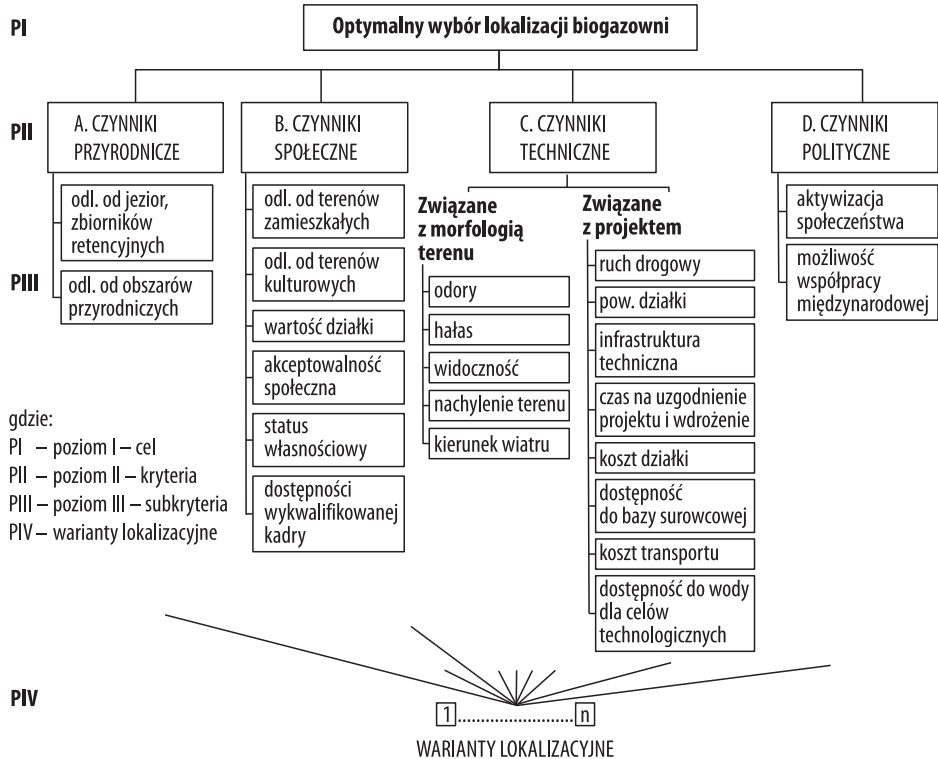
- W grupie A – czynniki przyrodnicze wydzielono:
 - odległość od zbiorników retencyjnych,
 - odległość od obszarów przyrodniczych.
- W grupie B – aspekty społeczne wydzielono:
 - odległość od terenów zamieszkałych,
 - odległość od terenów kulturowych,
 - akceptowalność społeczną,
 - wartość działki,
 - status własnościowy,
 - dostępność wykwalifikowanej kadry.
- W grupie C – aspekty techniczne wydzielono grupę C1 – aspekty związane z morfologią terenu z następującymi elementami:
 - odory,
 - hałas,
 - widoczność,
 - nachylenie terenu,
 - kierunek wiatru oraz grupę C2 – związaną z projektem inwestycji:
 - ruch drogowy,
 - powierzchnia działki,
 - infrastruktura techniczna,
 - czas uzgodnienia projektu i wdrożenie,
 - dostępność do bazy surowcowej,
 - koszt transportu,
 - koszt działki,
 - dostępność do wody dla celów technologicznych.
- W grupie D – aspekty polityczne wydzielono:
 - aktywizację społeczeństwa,
 - możliwość współpracy międzynarodowej.

Strukturę zadania przedstawiono na rysunku 2. Model zbudowano zgodnie z zasadami wielokryterialnej metody podejmowania decyzji AHP. Cechą wyróżniającą metody jest złożony wielokryterialny i wielozakresowy model przedstawiany w ujęciu hierarchicznym. Natomiast rozwiązanie problemu decyzyjnego, czyli wyboru optymalnej lokalizacji przebiega w kilku głównych etapach¹⁷:

1. Strukturalizacja problemu wielokryterialnego, gdzie elementami struktury są istotne wydzielone czynniki mające wpływ na decyzję.
2. Obliczanie wag (priorytetów) lokalnych wszystkich elementów składowych i sprawdzanie ich zgodności:
 - budowa macierzy kwadratowej ocen porównań parami wydzielonych czynników danego poziomu względem poziomu wyższego, gdzie elementami macierzy są oceny przyjęte na podstawie 9-stopniowej skali ocen;
 - wyznaczanie dla każdej macierzy maksymalnej wartości własnej λ_{\max} i związanego z tą wartością wektora własnego w .

¹⁷ T.L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Proces*, McGraw Hill, New York 1980; A.K. Wota, *Optymalizacja wyboru lokalizacji...*, op.cit.

Rysunek 2
Struktura hierarchiczna problemu



Źródło: opracowanie własne.

3. Sprawdzanie zgodności ocen porównań parami za pomocą wskaźnika zgodności (CI) i współczynnika zgodności (CR).
4. Obliczanie wag globalnych dla poszczególnych wariantów.

W pracy przedstawiono jedynie najważniejszy etap, a mianowicie dokonano wyboru najistotniejszych czynników, z których następnie zbudowano model. Natomiast etap wycen powinien zostać przeprowadzony w panelu eksperckim.

Podsumowanie

Zwrócenie w pracy szczególnej uwagi na zagadnienie wyboru właściwej lokalizacji dla biogazowni rolniczych oraz przedstawienie tej problematyki w ujęciu metodycznym bardzo dobrze wpisuje się w nowe prawne regulacje dotyczące planowania i zagospodarowania przestrzennego w zakresie procesów planistycznych związanych z budową infrastruktury energetycznej. Nowelizacja ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym dokonana ustawą z 6

sierpnia 2011 roku o zmianie ustawy o gospodarce nieruchomościami oraz ustawą o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym¹⁸ wprowadziła zapis, zgodnie z którym gminy będą musiały ustalić w dokumentach planistycznych, to jest w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz w planie miejscowym (przygotowywanych po 25 września 2010 roku), rozmieszczenie obszarów, na których będą posadowione instalacje wytwarzające energię z odnawialnych źródeł energii o mocy przekraczającej 100 kW.

Należy już dzisiaj wskazać władzom gminnym, w jaki sposób i za pomocą jakich narzędzi wybierać optymalne lokalizacje dla przedmiotowych instalacji. Połączenie metod GIS i AHP pozwala rozwiązać problem w sposób całościowy, uwzględniając jednocześnie wiele kryteriów z różnych dziedzin zarówno ilościowych, jak i jakościowych. Model GIS umożliwia przestrzenną ocenę i eliminację terenów nieprzydatnych (wrażliwych) do lokalizacji, natomiast metoda AHP pozwala na rangowanie lokalizacji i optymalny wybór ze względu na kryteria wartościujące różnej natury.

Przedstawione w pracy podejście w ujęciu planistycznym z jednej strony daje możliwość uporządkowania w perspektywie długofalowej przestrzeń planistyczną, z drugiej zaś budowa tych urządzeń nie będzie każdorazowo wymagała zmiany gminnych dokumentów planistycznych.

¹⁸ Dz. U. z 2010 r. nr 155, poz. 1043.



Anna Dewalska-Opitek

POSTAWY MIESZKAŃCÓW WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO WOBEC ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Anna Dewalska-Opitek, dr – Śląska Wyższa Szkoła Zarządzania im. gen. Józefa Piłsudskiego
w Katowicach

adres korespondencyjny:
Wydział Nauk Społecznych i Technicznych
40-952 Katowice, ul. Krasińskiego 2
e-mail: a.dewalska-opitek@swsz.katowice.pl

ATTITUDES OF THE INHABITANTS OF SILESIAN VOIVODESHIP TOWARDS RENEWABLE ENERGY SOURCES

SUMMARY: The development of global energy forecasts shows the increasing input of renewable energy sources. One of the key factors contributing to their dissemination are social attitudes. They were the subject of quantitative study conducted among the inhabitants of Silesia voivodeship. Both attitudes are identified in general, as well as their cognitive, affective and behavioral components indicate a positive attitude of respondents to the RES

KEY WORDS: renewable energy sources, ecological awareness

Wstęp

W przekonaniu wielu przedstawicieli współczesnej myśli ekonomicznej, jak: J. K. Galbraith, J. Rifkin, M. Castells i wielu innych, świat stoi w obliczu głębokich przemian, z których największe (systemowe) dokonają się na przełomie lat dwudziestych i trzydziestych XXI wieku i dotyczyć będą przede wszystkim powstania nowej gospodarki, zwanej korporacyjną, sieciową lub postrynkową¹. Punktem zwrotnym tych przemian będzie osiągnięcie najwyższego poziomu wydobycia ropy naftowej, określonego mianem *peak oil*. Ma on nastąpić w latach 2020-2035 i oznaczać będzie koniec ery taniego i łatwego w dostępie paliwa ze wszystkimi konsekwencjami dla gospodarki świata².

Perspektywa ta wydaje się niezwykle istotna z uwagi na fakt, że podstawę współczesnej międzynarodowej energetyki stanowią paliwa kopalne. Światowy bilans zużycia pierwotnych źródeł energii wskazuje na dominującą rolę ropy naftowej, w dalszej kolejności paliw stałych: węgla kamiennego, brunatnego i torfu oraz gazu ziemnego. Surowce odnawialne stanowią około 14%, paliwa jądrowe natomiast niecałe 7%. Nie jest to korzystna sytuacja z uwagi na zagrożenia, które stanowią nieuniknione implikacje dużego udziału tradycyjnych źródeł energii, takie jak: wyczerpywanie się surowców i pojawiający się w związku z tym brak bezpieczeństwa energetycznego, obciążenie środowiska naturalnego, niestabilność cen surowców energetycznych i ich spekulacyjny charakter.

Czynnikiem o dodatkowym znaczeniu jest prognozowany wzrost zapotrzebowania na energię. Analiza sytuacji światowej gospodarki wskazuje niezbicie, że jej rozwój determinowany jest dostępem do źródeł energii. Rozwój gospodarczy, wzrost produkcji, postęp cywilizacyjny sprawiają, że zapotrzebowanie na energię nieustannie rośnie. Szacuje się, że w perspektywie 2030 roku popyt na energię sięgnie około 700 trylionów Kwh, co będzie stanowić przyrost o 40% w porównaniu do zapotrzebowania z 2010 roku (500 trylionów Kwh)³.

Wobec tak zarysowanych uwarunkowań rozwoju energetyki w przyszłości świat stoi wobec konieczności zwiększenia zastosowania alternatywnych źródeł energii. Szczególna rola przypada odnawialnym źródłom energii (OZE), których udział w ogólnym zużyciu energii pierwotnej w Unii Europejskiej powinien wzrosnąć do 20% w perspektywie następnej dekady. Aby cel ten mógł zostać osiągnięty, niezbędne jest systemowe ujęcie tematu i stworzenie przesłanek, które pozwolą państwom i podmiotom w nich funkcjonującym na większe zastosowanie źródeł odnawialnych. Nie bez znaczenia będą także postawy mieszkańców wobec energii odnawialnej, ich świadomość ekologiczna i gotowość wykorzysta-

¹ Szerzej na ten temat: *Europa w perspektywie roku 2050*, Polska Akademia Nauk, Kancelaria PAN, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”, Warszawa 2007, s. 31.

² *Ibidem*, s. 34.

³ *International Energy Outlook 2007*, US Department of Energy, Washington 2007, p. 15.

nia źródeł alternatywnych wobec tradycyjnie używanych na Śląsku surowców kopalnych.

Po opracowaniu zarysu teoretycznego postaw wobec odnawialnych źródeł energii dokonano ich empirycznej weryfikacji w bezpośrednich badaniach ilościowych przeprowadzonych wśród mieszkańców województwa śląskiego. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na identyfikację poznawczych, afektywnych i behawioralnych komponentów postaw mieszkańców regionu wobec odnawialnych źródeł energii. Dokonano także identyfikacji możliwych dalszych kierunków badań nad społecznym odbiorem odnawialnych źródeł energii.

1. Odnawialne źródła energii i ich miejsce w przyszłości energetycznej Europy

Wykorzystanie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych jest elementem europejskiej polityki zrównoważonego rozwoju, prowadzącym do zmniejszenia negatywnego oddziaływania sektora energetycznego na środowisko. Obecnie do najczęściej wykorzystywanych źródeł energii odnawialnej należą: energia spadku wód, energia promieniowania słonecznego, energia wiatru, energia biomasy, energia wód geotermalnych, energia pływów mórz i oceanów⁴. Ich syntetyczną charakterystykę przedstawia tabela 1.

Udział wybranych źródeł energii odnawialnej w światowej produkcji energii elektrycznej i cieplnej w 2010 roku oraz prognozę do 2030 roku przedstawia tabela 2.

Pozyskanie OZE przynosi wiele korzyści ekonomicznych i ekologicznych, wśród których należy między innymi wymienić:

- regionalny rozwój gospodarczy;
- dywersyfikację źródeł dochodów dla producentów i rolników z regionu;
- wzrost bezpieczeństwa energetycznego regionu (brak problemu wyczerpalności zasobów);
- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery;
- redukcję zanieczyszczeń i odpadów obciążających środowisko naturalne;
- stworzenie proekologicznego wizerunku regionu⁵.

Korzyści wynikające z większego zastosowania OZE są oczywiste. Jednak należy mieć na uwadze możliwe utrudnienia rozwoju energetyki odnawialnej, do których można zaliczyć:

- większe ryzyko inwestorów z tytułu niewystarczających uregulowań prawnych;
- wysokie początkowe nakłady inwestycyjne technologii OZE;

⁴ S. Słupik, *Wspieranie rozwoju energetyki odnawialnej jako cel polityki państwa*, w: *Zrównoważony rozwój regionów przemysłowych*, red. E. Lorek, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Katowice 2009, s. 213.

⁵ *Ibidem*, s. 213.

Tabela 1
Odnawialne źródła energii i ich charakterystyka

Odnawialne źródło energii	Charakterystyka
Energia wody	Wykorzystaniu energetycznemu podlegają: energia spadku wód, pływy morską i oceanów, energia ciepła morską, prądy oceaniczne. Jakkolwiek w Polsce energia wody zaspokaja około 10% zapotrzebowania energetycznego, nie istnieją dobre warunki rozwoju energetyki wodnej.
Energia słoneczna	Energia promieniowania słonecznego może być wykorzystywana poprzez konwersję fototermiczną, oznaczającą pozyskanie energii ciepłej, oraz konwersję fotoelektryczną, czyli pozyskanie energii elektrycznej. Energia promieniowania słonecznego docierająca do powierzchni Ziemi znacznie przekracza światowe zapotrzebowanie energetyczne. Dlatego też energia słoneczna i metody jej zamiany na inne formy energii nabierają coraz większego znaczenia.
Energia wiatru	Energia wiatru jest najszybciej rozwijającą się w Europie gałęzią energetyki. Współczesne turbiny wiatrowe przekształcają energię wiatru na energię mechaniczną, która dalej zamieniana jest na elektryczną. Rejonami najbardziej uprzywilejowanymi do wykorzystania energii wiatru w Polsce są Wybrzeże Morza Bałtyckiego, Suwalszczyzna i Równina Mazowiecka.
Energia biomasy	Biomasa to części organiczne lub ich pozostałości. Szacuje się, że Polska zajmuje uprzywilejowane w Europie miejsce pod względem potencjału biomasy zarówno rolnej, jak i leśnej. Koszty produkcji i pozyskania biomasy są na tyle atrakcyjne, że biomasa może konkurować z paliwami kopalnymi. Z wykorzystaniem tego źródła energetyka odnawialna wiąże obecnie największe nadzieje.
Energia geotermalna	Jest to energia pozyskiwana ze skał i wód podziemnych. Na tle wyżej wymienionych typów energii odnawialnych wyróżnia się największą stabilnością oraz stosunkowo najmniejszą uciążliwością dla środowiska przyrodniczego. Energia geotermalna jest praktycznie niewyczerpalna z uwagi na jej stałe uzupełnianie przez strumień ciepła przenoszonego z gorącego wnętrza Ziemi ku powierzchni na drodze przewodzenia i konwekcji.

Źródło: *Energia odnawialna*, dostęp: www.wzp.pl/środowisko/energia-odnawialna [data wejścia: 10-10-2011]; *Charakterystyka wybranych odnawialnych źródeł energii*, dostęp: www.energie-odnawialne.net [data wejścia 10-10-2011].

Tabela 2
Obecne i prognozowane zużycie wybranych odnawialnych źródeł energii [%]

Rodzaj OZE	Rok 2010	Rok 2020	Rok 2030
Energia słoneczna	1,5	7,9	16,1
Energia wiatrowa	1,8	7,2	9,7
Energia geotermalna	4,0	8,9	13,0
Udział OZE w pokryciu światowego zapotrzebowania	13,8	21,0	31,0

Źródło: *Charakterystyka wybranych odnawialnych źródeł energii*, op.cit., dostęp: www.energie-odnawialne.net [data wejścia: 10-10-2011].

- niepewność techniczno-technologiczna, wynikająca z różnego stopnia rozwoju i komercjalizacji, dużej różnorodności w zakresie mocy, sprawności i awaryjności urządzeń;
- niedostateczna wiedza o rozmieszczeniu zasobów, procedurach postępowania przy lokalizacji inwestycji, dostępie do technologii i źródeł finansowania, lecz także brak odpowiedniej wiedzy wśród społeczeństwa na temat możliwych korzyści zastosowania OZE⁶.

⁶ K. Prandecki, *Perspektywy rozwoju odnawialnych źródeł energii w pierwszej połowie XXI w.*, w: *Zrównoważony rozwój...*, op.cit., s. 197-200; S. Stupik, *Wspieranie rozwoju energetyki odnawialnej...*, op.cit., s. 215 - 216.

Czynnikiem o szczególnym znaczeniu dla przyszłego rozwoju energetyki odnawialnej wydaje się wiedza stanowiąca komponent świadomości ekologicznej. Jedynie społeczeństwa świadome roli odnawialnych źródeł energii w osiągnięciu zrównoważonego rozwoju regionu i kraju, ale także w życiu codziennym warunkują wzrost udziału „zielonej energii” w ogólnym bilansie energetycznym. Wysoka świadomość powinna prowadzić do powstania presji społecznej, która może wymusić na rządzących przyspieszenie procesu legislacyjnego czy tworzenie systemu zachęt i wsparcia dla rozwoju i implementacji nowoczesnych technologii bazujących na OZE⁷. Można zatem przyjąć, że odpowiednie postawy społeczne pozytywnie wpłyną na przyszłe wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

2. Postawy społeczne wobec OZE – ujęcie teoretyczne

Złożony i wielowymiarowy charakter postaw wymaga szeregu rozstrzygnięć natury terminologicznej, w literaturze można bowiem znaleźć wiele definicji postaw pochodzących z różnych dyscyplin i szkół naukowych. W naukach społecznych przyjęto za S. Nowakiem, że *postawą pewnego człowieka wobec pewnego przedmiotu jest ogół względnie trwałych dyspozycji do oceniania tego przedmiotu i emocjonalnego nań reagowania*⁸.

Podejście ekonomiczne traktuje postawy konsumentów *jako trwale korzystną lub niekorzystną (wynikającą z doświadczenia) ocenę, emocjonalne odczucie oraz skłonności związane z określonym przedmiotem lub ideą*⁹.

Jeśli postawy są oceną, to znaczy, że są one pozytywną lub negatywną reakcją na określony przedmiot, a w omawianym przypadku – na odnawialne źródła energii. Postawy mogą być scharakteryzowane za pomocą wielu cech, wśród których można wyróżnić:

- treść postawy dotyczącej jej przedmiotu, w tym energii wiatrowej, wodnej, słonecznej oraz odnawialnych źródeł energii jako całości;
- zakres postawy związany z liczbą zjawisk i sytuacji, których dotyczy (postawa może dotyczyć indywidualnego przedmiotu (źródła) lub też odnosić się do większej liczby przedmiotów (źródeł „zielonej energii”), a więc różnić się stopniem ogólności);
- kierunek postawy, oznaczający pozytywne lub negatywne ustosunkowanie się do OZE;
- siłę (intensywność) postawy, wyrażającą się w stopniu pozytywnego lub negatywnego ustosunkowania się do przedmiotu postawy;
- trwałość postawy, oznaczającą, że jest ona elementem mało zmiennym w czasie; w przypadku braku trwałości określonego stosunku do przedmiotu

⁷ Szerzej na ten temat: K. Prandecki, *Perspektywy rozwoju odnawialnych ...*, op.cit., s. 197.

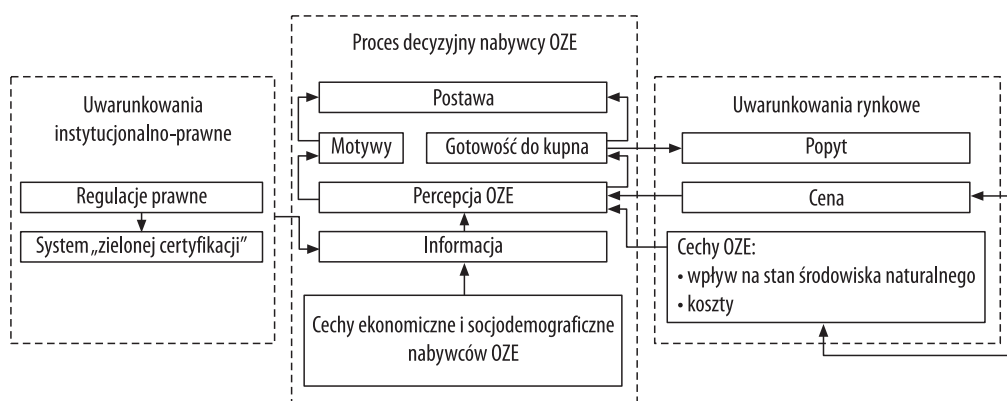
⁸ Z. Kędzior, *Postawy konsumentów wobec produktów*, w: *Konsument na rynku. Postawy wobec produktów*, red. Z. Kędzior, CBIe, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Katowice 2003, s. 41-43.

⁹ Ph. Kotler, *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner & Ska, Warszawa 1994, s. 174.

postawy można mówić jedynie o nastawieniu; trwałość postawy związana jest w znacznym stopniu z jej siłą, co oznacza, że istnieje większe prawdopodobieństwo zmian postaw słabych niż silnych¹⁰.

Postawa jest kategorią złożoną. Wpływ na nią ma wiele czynników (rysunek 1). Czynniki determinujące postawy wobec OZE mają naturę obiektywną (uwarunkowania instytucjonalno-prawne, rynkowe, jak na przykład koszty energii odnawialnej) i subiektywną (chęć zdobycia informacji na temat odnawialnych źródeł energii, ich percepcja oraz motyw, jakimi kieruje się społeczeństwo w decyzjach dotyczących wyboru źródeł energii).

Rysunek 1
Czynniki wpływające na postawy społeczne



Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Łuczka-Bakuła, *Rynek produktów ekologicznych*, PWE, Warszawa 2007, s. 126.

Jak wskazują wyniki badania przeprowadzonego techniką wywiadów indywidualnych na grupie tysiąca respondentów przez TNS OBOP na zlecenie Banku Ochrony Środowiska na temat „Postawy Polaków wobec ochrony środowiska i oszczędzania energii” w 2010 roku, mieszkańcy kraju stają się coraz bardziej świadomi w kwestii ekologii i ochrony środowiska. Badani uznają za konieczne i deklarują oszczędzanie energii, są także przekonani, że działania jednostki mają realny wpływ na ochronę środowiska. Zachęcają ich postawy proekologiczne sąsiadów, jednocześnie dostrzegają konieczność podniesienia świadomości ekologicznej innych obywateli. Około 40% respondentów deklaruje gotowość zapłacenia wyższej ceny za produkt, który będzie służył ekologii. Pozytywne postawy wobec ochrony środowiska i oszczędzania energii prezentują ludzie po 30 roku życia, mieszkańcy dużych miast, oceniający swoją sytuację materialną jako co najmniej średnią. Częściej postawy proekologiczne prezentują kobiety (53%)

¹⁰ K. Karcz, Z. Kędzior, *Postawy konsumentów wobec produktów krajowych i zagranicznych. Poziom etnocentryzmu i wpływ efektu kraju pochodzenia*, CBIe, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Katowice 1999, s. 14-15.

niż mężczyźni (47%). Wzrost świadomości ekologicznej Polaków potwierdzają nie tylko badania opinii publicznej, ale także doświadczenia Banku Ochrony Środowiska, który w latach 2006-2010 przyznał ponadtrzykrotnie więcej kredytów na odnawialne źródła energii niż w czasie całej swojej poprzedniej działalności¹¹.

3. Postawy mieszkańców województwa śląskiego wobec odnawialnych źródeł energii – wyniki badań empirycznych

Na tle zaprezentowanych rozważań teoretycznych interesujące poznawczo są wyniki badań bezpośrednich przeprowadzonych we wrześniu i październiku 2011 roku techniką wywiadów indywidualnych, stanowiącą element badań sondażowych pośrednich.

Celem badań było:

- poznanie wiedzy respondentów na temat odnawialnych źródeł energii;
- zidentyfikowanie odczuć, emocjonalnych sądów i ocen wartościujących odnawialne źródła energii;
- wyodrębnienie skłonności do wykorzystania odnawialnych źródeł energii, a zatem identyfikacja poznawczych, afektywnych i behawioralnych komponentów postawy wobec OZE.

Podmiotem badania byli mieszkańcy województwa śląskiego. W wywiadach wzięło udział 250 osób, w tym 59% kobiet i 41% mężczyzn. Były to osoby w wieku 25-44 lat, legitymujące się wykształceniem wyższym i średnim. Szczegółową charakterystykę próby przedstawia tabela 3.

Tabela 3
Charakterystyka próby badawczej

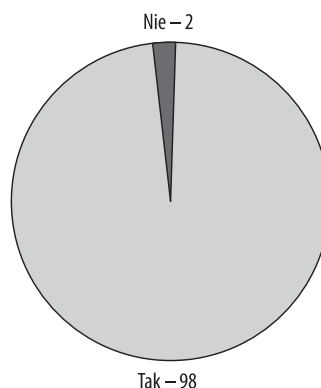
Wyszczególnienie	Próba ogółem [%]
Płeć	
• kobieta	59
• mężczyzna	41
Wiek:	
• 18-24 lata	19
• 25-34 lata	34
• 35-44 lata	31
• 45-54 lata	13
• 55 lat i więcej	3
Wykształcenie:	
• wyższe	36
• średnie i policealne	52
• średnie zawodowe	12
• podstawowe i gimnazjalne	0

Źródło: opracowanie własne.

¹¹Więcej na ten temat: dostęp: www.bosbank.pl [data wejścia 10-10-2011].

Badanych zapytano, czy znane jest im pojęcie „odnawialne źródła energii”. Jak wynika z uzyskanych informacji, 98% badanych deklaruje znajomość pojęcia. Jedynie 2% nie ma wiedzy na temat OZE. Są to głównie osoby z wykształceniem zawodowym w wieku powyżej 55 lat. Przedstawione wielkości obrazuje rysunek 2.

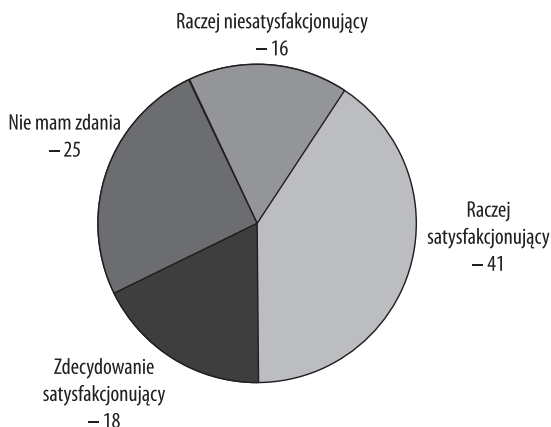
Rysunek 2
Deklarowana znajomość pojęcia „odnawialne źródła energii” [%]



Źródło: opracowanie własne.

Badani mieszkańcy województwa śląskiego oceniają swój poziom wiedzy na temat OZE jako satysfakcjonujący (w tym „zdecydowanie satysfakcjonujący” – 18% oraz „raczej satysfakcjonujący” – 41% wskazań). Odpowiedzi takich udzielały najczęściej osoby z wyższym wykształceniem. Co szósty badany ocenia swoją wiedzę na temat odnawialnych źródeł energii jako „raczej niesatysfakcjonującą”, co czwarty natomiast nie ma zdania na ten temat. Zaprezentowane zależności zobrazowano na rysunku 3.

Rysunek 3
Poziom wiedzy badanych na temat OZE [%]

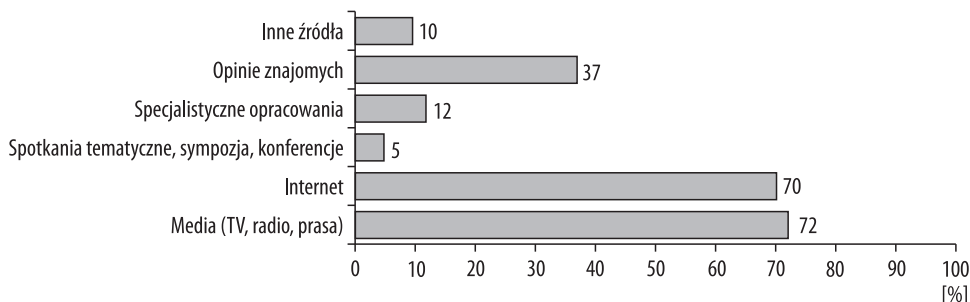


Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z uzyskanych danych, około 40% respondentów poszukuje dodatkowych informacji na temat „zielonej energii”. Jako najczęściej wskazywane źródło informacji badani podają media (radio, prasa, TV) – 72% wskazań, Internet – 70%, oraz opinie znajomych – 37%, co obrazuje rysunek 4. Z uwagi na zastosowaną kafeterię koniunktywną uzyskane wyniki badań nie sumują się do 100%.

Rysunek 4

Źródła wiedzy respondentów o OZE [%]

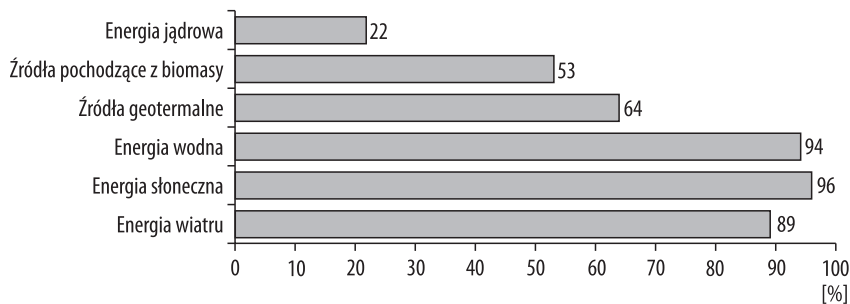


Źródło: opracowanie własne.

Respondentów poproszono o wskazanie tych źródeł energii, które w ich opinii najczęściej kojarzą się z „zieloną energią”. Wyniki badań wskazują, że najczęściej są to: energia słoneczna (96% wskazań), energia wodna (94%) oraz energia wiatru (89%). Przedstawione wielkości obrazuje rysunek 5.

Rysunek 5

Źródła „zielonej energii” w opinii respondentów [%]



Źródło: opracowanie własne.

Badani wskazywali na energię jądrową jako element „zielonej energii”. Jest to interesujące wskazanie, tym bardziej, że wykorzystaniu energii jądrowej towarzyszą wysokie koszty i ryzyko środowiskowe. Respondenci, którzy kojarzyli energię jądrową z „zieloną energią”, to głównie osoby legitymujące się zawodowym wykształceniem.

Badani mieszkańcy województwa śląskiego zostali poproszeni o podanie pierwszych skojarzeń, które przychodzą im na myśl w związku z odnawialnymi źródłami energii. Można zauważyć, że kojarzą się one przede wszystkim z „ochroną środowiska”, „ekologią” czy „energią bezpieczną dla środowiska”. OZE często budzą pozytywne konotacje wśród badanych, takie jak: „energia przyszłości” oraz „czysta energia”. Kojarzą się z „nowoczesnością” i „zaawansowanymi technologiami”. Pojawiły się także negatywne konotacje (choć były one rzadsze), wynikające z wysokich kosztów inwestycji i niepewności technologicznej. Badani wskazywali, że OZE są „drogie”, stanowią „kosztowną inwestycję”, wykorzystującą „niepewną technologię”.

Badanych zapytano, jakie są w ich opinii korzyści wynikające z zastosowania odnawialnych źródeł energii. Udzielone odpowiedzi w postaci profilu semantycznego prezentuje rysunek 6.

Rysunek 6
Profil semantyczny korzyści z zastosowania OZE

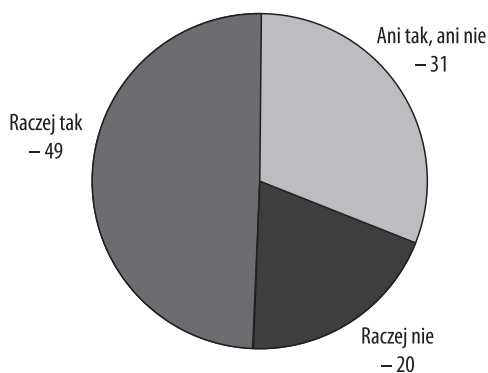


Źródło: opracowanie własne.

Respondenci są zdania, że zastosowanie odnawialnych źródeł energii najkorzystniej wpłynie na stan środowiska naturalnego i czystość powietrza, co przyczyni się niewątpliwie do lepszej ochrony zdrowia mieszkańców województwa śląskiego. Korzystną implikacją stosowania OZE jest także zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego. Respondenci najgorzej ocenili wpływ odnawialnych źródeł energii na tworzenie nowych miejsc pracy w regionie, wzrost zamożności mieszkańców oraz postęp technologiczny.

Respondenci zostali także poproszeni o deklarację, czy wybraliby OZE, gdyby decyzja o wykorzystywanych źródłach energii w pełni zależała od ich wyboru. Wyniki badań wskazują jednoznacznie możliwości przyszłego zwiększenia udziału OZE w strukturze źródeł energii. Prawie połowa badanych deklarowała bowiem, że skorzystałaby ze źródeł odnawialnych („raczej tak”), 1/5 jest niechętnie nastawiona, co trzeci badany nie ma zdania na ten temat (rysunek 7).

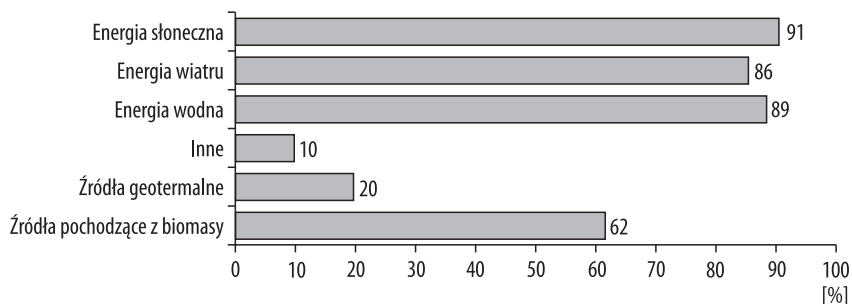
Rysunek 7
Deklarowany wybór odnawialnych źródeł energii [%]



Źródło: opracowanie własne.

Respondenci, którzy chętnie skorzystaliby z odnawialnych źródeł energii, najczęściej wskazywali na energię słoneczną (91% wskazań), energię wodną (89%) i wiatru (86%), co prezentuje rysunek 8.

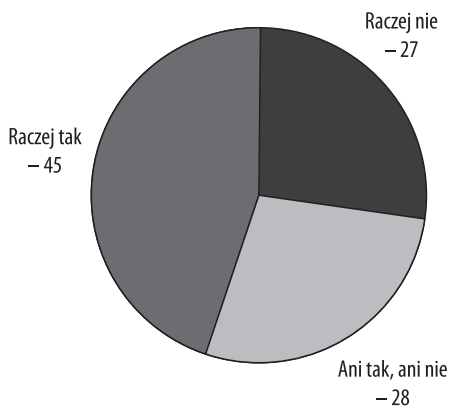
Rysunek 8
Preferowane źródła energii w opinii badanych [%]



Źródło: opracowanie własne.

Badanych mieszkańców województwa śląskiego zapytano, czy byliby skłonni płacić o 10% więcej niż obecnie za „zieloną energię”, mając na uwadze lepszą ochronę środowiska naturalnego. Z deklaracji badanych wynika, że respondenci byliby skłonni zapłacić wyższą ceną – „raczej tak” deklarowało 45% badanych. Byli to głównie ludzie młodzi, w wieku 25-34 lat. Co trzeci nie byłby skłonny ponosić wyższe koszty w związku z zastosowaniem OZE, także co trzeci nie ma na ten temat zdania (rysunek 9). Pojawiła się pewna korelacja udzielanych odpowiedzi z wiekiem badanych – coraz starsi respondenci są mniej skłonni do

Rysunek 9
Gotowość do ponoszenia wyższych kosztów energii w związku z zastosowaniem OZE [%]



Źródło: opracowanie własne.

ponoszenia wyższych kosztów energii odnawialnej. Co interesujące, żaden z badanych nie deklarował zdecydowanego poparcia, czy też zdecydowanego sprzeciwu wobec kosztów o 10% wyższych za OZE.

Podsumowanie

Odnawialne źródła energii wydają się nieodzownym elementem przyszłej energetyki, który odgrywać będzie coraz istotniejszą rolę. Wpływ na to ma kilka czynników, takich jak prognozowany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w przyszłości, wyczerpywanie się surowców kopalnych, stanowiących podstawę dzisiejszej energetyki, kwestia zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju i Europy poprzez zdywersyfikowanie źródeł energii, czy wreszcie legislacja Unii Europejskiej nakładająca na kraje członkowskie obowiązek zwiększenia wykorzystania „zielonej energii”. Nie bez znaczenia jest kwestia społecznego poparcia dla odnawialnych źródeł energii, przejawiająca się w pozytywnych postawach społeczności województwa śląskiego.

Badaniem objęto jedynie fragment badanej rzeczywistości, więc uzyskane wyniki nie mogą być traktowane jako uogólnienie wobec całej populacji generalnej. Interesujące poznawczo wydają się badania porównawcze, prowadzone w innych województwach. Wskazuje to przyszły obszar badań nad zagadnieniem postaw mieszkańców poszczególnych regionów Polski wobec odnawialnych źródeł energii.

RECENZJE OMÓWIENIA PRZEGLĄDY

DISCUSSION
AND REVIEWS

Od ekorozwoju do ekonomii zrównoważonego rozwoju

Bazyli Poskrobko

Uniwersytet w Białymstoku

Informacje wstępne

Seria konferencji naukowych pod tytułem „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju” została zakończona po ośmiu edycjach, realizowanych w ciągu piętnastu lat. Pierwsza konferencja z tego cyklu została zorganizowana w 1996 roku przez ówczesną Katedrę Ekonomiki i Zarządzania Ochroną Środowiska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej. Stosownie do ówczesnego stanu wiedzy dotyczącego idei zrównoważonego rozwoju konferencja została nazwana „Uwarunkowania i mechanizmy ekorozwoju”. Problemy ekorozwoju dominowały w treści pierwszych czterech jej edycji, organizowanych w tej uczelni. Cechą charakterystyczną treści ówczesnych obrad była zdecydowana przewaga opisów rzeczywistości nad rozważaniami teoretycznymi. W referatach informacyjnych przeważało postrzeganie rzeczywistości z punktu widzenia zachowania równowagi między gospodarką a środowiskiem. Podejmowane aspekty teoretyczne dotyczyły głównie kategorii ekonomii środowiska i zasobów naturalnych rozpatrywanych z punktu widzenia zapewnienia równowagi w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Z dzisiejszego oglądu ówczesnej sytuacji takie ukierunkowanie obrad konferencji należy uznać za poprawne. W obradach konferencji uczestniczyli przede wszystkim członkowie Europejskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych – Oddział Polski, spośród których wielu, jeżeli nie większość, wówczas znajdowała się pod wpływem dokumentów Konferencji Narodów Zjednoczonych w Rio de Janeiro (1992 rok), filozofii ekologicznej H. Skolimowskiego, ekonomii ekologicznej H. Daly’ego oraz rodzimej ekologii społecznej (D. Kiełczewski, J. M. Dołęga, H. Sasinowski).

Kolejne cztery edycje tego cyklu konferencji odbyły się w latach 2004-2011 w Wyższej Szkole Ekonomicznej w Białymstoku, pod nazwą „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju”. Były one organizowane przez Katedrę Zrównoważonego Rozwoju i Gospodarki opartej na Wiedzy (wcześniejsza nazwa Katedra Gospodarowania Środowiskiem i Turystyki), w tym trzy ostatnie przy współpracy z Zakładem Zrównoważonego Rozwoju Wydziału Ekonomiki i Zarządzania Uniwersytetu w Białymstoku. Korekta nazwy konferencji miała podstawę merytoryczną. Na Konferencji Narodów Zjednoczonych w Johannesburgu (2002 rok) mocno zaakcentowano społeczny kontekst zrównoważonego rozwoju. Unia

Europejska przyjęła Strategię budowy gospodarki opartej na wiedzy, zwaną Strategią Lizbońską. W ekonomii wyłonił się nowy nurt badań pod nazwą ekonomia zrównoważonego rozwoju. Powstała Polsko-Niemiecka Sieć Naukowców na rzecz Zrównoważonego Rozwoju. Wszystko to, a także wiele innych czynników spowodowało, że nastąpiła istotna zmiana merytoryczna treści obrad. Na jakość obrad i materiałów pewien wpływ miała także decyzja o punktowaniu tylko opracowań o objętości co najmniej jednego arkusza autorskiego. Wyrównała się proporcja między referatami opisowo-informacyjnymi a teoretycznymi. W znacznym stopniu poszerzyła się lista uczestników obrad. W konferencjach wzięli udział znani uczeni reprezentujący inne dyscypliny nauki oraz ekonomiści niezwiązani ze Stowarzyszeniem ekonomistów środowiska. Warto wspomnieć takie nazwiska, jak filozofowie: Andrzej Kiepas, Józef M. Dołęga, Andrzej Papuziński, Zdzisława Piątek, Włodzimierz Tyburski; socjolodzy: Kazimierz Krzysztofek, Andrzej Sadowski, Włodzimierz Pawluczuk i Lech Zacher; kulturoznawca Jerzy Nikitorowicz; ekonomiści: Marian Noga, Zdzisław Sadowski, Elżbieta Skrzypek, Stanisław Szukalski, Ewa Roszkowska; planiści przestrzeni i krajobrazu: Krystian Heffner, Mariusz Kistowski, Andrzej Mizgajski, Tomasz Parteka. Spośród gości zagranicznych należy wymienić Hansa Christofera Binswanger z Uniwersytetu w San Galles, Holgera Rogalla z Berlina oraz Hansa Diefenbachera z Heidelbergu.

Istotną wartością było nadanie konferencji charakteru międzynarodowego. Współorganizatorami konferencji kolejno byli: Wileński Uniwersytet Techniczny im. Gedymina w Wilnie, Uniwersytet w Tallinie oraz Uniwersytet im. Janki Kupały w Grodnie. W obradach uczestniczyli pracownicy tych uczelni zainteresowani omawianą problematyką. Najbardziej aktywni byli naukowcy Uniwersytetu w Grodnie.

W całym cyklu konferencji wygłoszono lub omówiono i opublikowano 641 referatów. Dotyczyły one następujących problemów:

- teorii i aksjologicznych podstaw zrównoważonego rozwoju – 98;
- uwarunkowań kształtowania zrównoważonego rozwoju – 106;
- polityki zrównoważonego rozwoju – 101;
- zrównoważonego rozwoju poszczególnych dziedzin gospodarki – 258;
- mechanizmów, narzędzi i instrumentów proekologicznego zarządzania i wdrażania zrównoważonego rozwoju – 108.

Średnio na jedną konferencję zgłaszano około osiemdziesięciu referatów.

Największy merytoryczny wkład w ogólny dorobek całego cyklu konferencji „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju” wnieśli: Grażyna Borys, Tadeusz Borys, Małgorzata Burchard-Dziubińska, Anna Chmielak, Stanisław Czaja, Grzegorz Dobrzański, Józefa Famielec, Bogusław Fiedor, Jadwiga Gierczycka, Maria Golinowska, Kazimierz Górka, Andrzej Graczyk, Krystian Heffner, Piotr Jeżowski, Dariusz Kielczewski, Irena Kociszewska, Eugeniusz Kośmicki, Barbara Kryk, Kazimierz Krzysztofek, Elżbieta Lorek, Krzysztof Malik,

Henryk Manteuffel Szoega, Kazimierz Michałowski, Rafał Miłaszewski, Franciszek Piontek, Henryk Sasinowski, Jerzy Śleszyński, Kazimierz Zimniewicz, Tomasz Żylicz.

W cyklu ośmiu konferencji co najmniej na jednej uczestniczyły 353 osoby, w tym 136 profesorów i doktorów habilitowanych. Konferencje te w istotny sposób przyczyniły się do popularyzacji idei trwałego i zrównoważonego rozwoju w środowisku polskich naukowców.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie merytorycznego dorobku VIII Międzynarodowej Konferencji Naukowej, ostatniej z cyklu „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju”. Opracowanie zawiera konkluzje obrad, sporządzone przez przewodniczących sesji: Tadeusza Borysa, Bazylego Poskrobkę, Stanisława Czaję i Dariusza Kiełczewskiego.¹

1. Globalizacja a ekonomia według nowego paradygmatu

Za poprawne można uznać twierdzenie, że istotą globalizacji gospodarki światowej jest proces tworzenia się sieci powiązań i współzależności między krajami i regionami, zarówno w sferze gospodarczej, jak i w sferze technologicznej i kulturowej, a zatem w obszarze relacji finansowych i handlowych, co wiąże się z rosnącymi przepływami dóbr i usług, kapitału rzeczowego i kapitału finansowego, ale także kapitału ludzkiego². Ważne jest tu podkreślenie, że jest to proces rynkowy, a zatem w wysokim stopniu spontaniczny oraz – co szczególnie mocno podkreśla w swoich pracach A. F. Bocian i E. Kośmicki – charakteryzujący się bezwzględny dążeniem kapitału do maksymalizacji zysku i – siłą rzeczy – wszystkimi negatywnymi skutkami społecznymi i środowiskowymi wynikającymi z tego „bezwzględnego dążenia”³.

Poza korzyściami z maksymalizacji zysku, według S. Szukalskiego, organizacje globalne są nośnikami realizacji nowych trendów w zakresie badań i wdrożeń. Widoczny jest zwłaszcza rosnący dynamicznie udział korporacji w finansowaniu badań oraz rola korporacyjnych centrów badawczych. Tworzenie centrów wsparcia biznesowego korporacji staje się obecnie istotnym źródłem wzrostu konkurencyjności na globalnych rynkach. Dają one podstawę do obniżki kosztów, ale także umożliwiają wykorzystanie lokalnych zasobów, potencjału badawczego w innych krajach oraz pozwalają wejść na rynki, gdzie istnieje korzystna relacja nakładów do zysku⁴.

¹ *Kształtowanie teorii i wdrożeniowe aspekty zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Wyd. WSE, Białystok 2011.

² A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony rozwój*, w: *Teoretyczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 20.

³ Por. ibidem, s. 20-22; E. Kośmicki, *Globalne zagrożenia bioróżnorodności a problem światowego kierowania*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 34-42.

⁴ Por. S. Szukalski, *Nowe trendy w organizacji badań i prowadzenia działalności gospodarczej*, w: ibidem, s. 59-70.

Globalizacja gospodarcza cechuje się wieloma zjawiskami kryzysogennymi, wśród których na czoło wybijają się cztery niepokojące tendencje.

Po pierwsze, procesy globalizacji cechują się dominacją obrotów finansowych nad obrotami towarów i usług lub – jako określa to dobitnie A. F. Bocian – cały sektor finansowy, w pogoni za coraz większymi zyskami, prowadzi coraz bardziej ryzykowną grę, generując ogromną ilość wyrafinowanych (w większości niezrozumiałych), w dużej części „toksycznych”, instrumentów finansowych. Naruszone zostały liczne proporcje strukturalne zapewniające ład gospodarczy, zwłaszcza relacje między sferą wytwórczości a sferą usług (głównie finansowych). Globalne naruszenie tych proporcji doprowadziło do wygenerowania sektora finansów nadmiarowego w stosunku do innych sektorów.⁵

Zatem inżynieria finansowa, ten nowoczesny i innowacyjny dział ekonomii, zaczęła kopać swój własny „grób”, tworząc na rynku finansowym takie instrumenty, które generując ogromne zyski, zaczęły zwiększać ryzyko destabilizacji finansowej globalnej gospodarki. Towarzyszy temu rozprzestrzenianie się, także w krajach Unii Europejskiej, zjawisko nieprzestrzegania dyscypliny finansów publicznych.

Po drugie, rośnie rola korporacji transnarodowych jako podstawowych podmiotów gospodarczych. Szacuje się, że obecnie 200 najpotężniejszych wielkich korporacji transnarodowych wytwarza 25-30% światowego produktu⁶. Należy zwrócić uwagę na tworzący się nowy układ sił gospodarczych w świecie, którego najbardziej charakterystyczną cechą jest rosnący udział krajów grupy BRIC (Chiny, Indie, Brazylia i Rosja). Według MFW, kraje BRIC w 2009 roku wytworzyły ponad 23% światowego produktu, a do 2015 roku ich udział może wzrosnąć do 30%⁷.

Po trzecie, jednocześnie występują dwa zjawiska deregulacji rynków finansowych i specyficznej regulacji rynku poprzez wprowadzanie reguł zgodnych z interesami firm transnarodowych, co praktycznie oznacza nakładanie ograniczeń w swobodnym dostępie do rynku pozostałym jego uczestnikom. Tym samym konkurencja tkwiąca u podstaw zasad rynkowych zaczęła przekształcać się w konkurencję innego rodzaju (swoiste własne zaprzeczenie), tak jakby przeniosła się na wyższy szczebel agregacji kapitału i była dostępna jedynie dla podmiotów o charakterze globalnym. Zatem sposób działania tych korporacji ogranicza funkcjonowanie rynku, ponieważ najważniejsze decyzje nie zapadają w wyniku równoważenia się sił rynkowych, lecz stanowią wynik negocjacji i gry wielkich partnerów biznesowych. Fakt ten powoduje, że utrwała się nierównowaga w podziale bogactwa światowego, a z niewątpliwych dobrodziejstw globalizacji korzysta zaledwie kilkadziesiąt z około 200 krajów świata.⁸ Podkreślają to w swoich pracach zarówno A. F. Bocian, jak i E. Kośmicki⁹.

⁵ Por. A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit, s. 25-26.

⁶ Ibidem, s. 21.

⁷ Por. ibidem, s. 24.

⁸ Ibidem, s. 21.

⁹ Por. ibidem, s. 20-30; E. Kośmicki, *Globalne zagrożenia bioróżnorodności ...*, op. cit., s. 35-43.

Po czwarte, globalizacja gospodarcza potęguje zjawisko wykluczenia finansowego rozumianego jako proces, w którym obywatele doświadczają problemów w dostępie do i/lub korzystaniu z produktów i usług finansowych na głównym rynku (*mainstream market*), które powinny być odpowiednie do ich potrzeb i umożliwiać im prowadzenie normalnego życia w społeczeństwie¹⁰.

Taki obraz współczesnych procesów globalizacji gospodarczej rodzi szereg ściśle ze sobą powiązanych, kluczowych problemów i pytań:

1. Czy jesteśmy skazani na globalizację gospodarczą? W wielu środowiskach naukowych wyrażana jest niemal powszechnie opinia, że od globalizacji nie ma odwrotu (mimo widocznych oznak wzrostu znaczenia zjawisk regionalności i lokalności); jak stwierdza A. F. Bocian, mimo wad i zagrożeń niesionych przez procesy globalizacyjne wydaje się, że świat jest skazany na globalizację¹¹. Ale na jaką globalizację – czy obecna jej „twarz” jest jedyną „twarzą”?
2. Czy do pogodzenia są dążenia do realizacji idei zrównoważonego rozwoju w warunkach dominacji w gospodarce procesów globalizacyjnych? I tu też panuje duża zgodność poglądów w środowisku ekonomistów. Można to ująć w jednym stwierdzeniu: wobec licznych obszarów sprzeczności w pokryzysowej gospodarce światowej nie do pogodzenia są dążenia do realizacji idei zrównoważonego rozwoju w warunkach dominacji w gospodarce procesów globalizacyjnych w obecnym wydaniu!¹² Być może z tego powodu zrównoważony rozwój uznaje się tak często za koncepcję naiwną czy utopijną, czy tylko atrakcyjną konceptualnie/intelektualnie.
3. Odpowiedzi na te pytania rodzą szereg kolejnych pytań o charakterze fundamentalnym:
 - czy możliwa jest taka modyfikacja procesów globalizacji gospodarczej, która wyeliminuje w dużym stopniu sprzeczność między tymi procesami a zasadami nowego paradygmatu rozwoju?
 - w jakim kierunku ta modyfikacja procesów globalizacji ma zmierzać; co to znaczy „inna twarz” globalizacji, tym bardziej przyjazna koncepcji rozwoju zrównoważonego; co może tworzyć przeciwwagę dla „rządów światowych” korporacji transnarodowych – czy chodzi tu tylko o „rozdrabnianie” procesów globalizacyjnych i wzmocnienie lokalności i regionalności więzów gospodarczych; jak odejść od społecznej produkcji ryzyka gdy ryzyko to dopada wcześniej czy później nawet tych, którzy je wytwarzają, a nawet czerpią z niego korzyści? – pyta E. Kośmicki, widząc kierunek modyfikacji procesów globalizacji między innymi w upowszechnianiu globalnego dobrego rządzenia/ kierowania (*Good Governance*)¹³.

¹⁰ Por. M. Solarz, *Problem wykluczenia finansowego w aspekcie zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 305-315.

¹¹ A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit., s. 33; wypowiedź A. F. Bociana w czasie panelu dyskusyjnego na konferencji „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju”, Białystok 2011.

¹² A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit.

¹³ Por. E. Kośmicki, *Globalne zagrożenia bioróżnorodności a problem światowego kierowania*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 51-55.

Są to jednak pytania nadal w dużym stopniu otwarte. Zawarte w dotychczasowej literaturze sugestie nie dostarczają jeszcze pełnej odpowiedzi¹⁴.

2. Czynniki sprawcze zjawisk kryzysowych w gospodarce światowej

Druga grupa problemów dotyczy pytania o źródła zjawisk kryzysowych w gospodarce światowej – czy kryzysy te wynikają z niedostatków teorii ekonomii czy niedostatków praktyki gospodarczej, czy też są koniunkcją obu przyczyn?¹⁵ Jest oczywiste, że rodzaj odpowiedzi na to pytanie decyduje o podstawowych odniesieniach do perspektyw implementacji zrównoważonego rozwoju i wyraźnie sygnalizuje dwa różniące się istotnie podejścia.

Pierwsze podejście lokalizuje źródło kryzysogenności gospodarki w niedoskonałościach praktyki gospodarczej, jej „wypaczeniach” globalizacyjnych czy niedostatkach w kompetencjach zarządzających gospodarką. Próby odpowiedzi na to ważne pytanie akcentują różne wątki merytoryczne. Można wśród nich wyróżnić te, które uznają globalizację za decydujący czynnik sprawczy rozprzestrzeniania się zjawisk kryzysowych w gospodarce światowej i przenoszenia go – zgodnie z zasadą *domina* – z kraju do kraju oraz ze sfery finansów do gospodarki realnej¹⁶. Sytuacja na rynkach finansowych świata, zwłaszcza od września 2008 roku, wskazuje, jak silnie procesy globalizacji zespoliły wszystkie rynki (kapitałowo/finansowe i towarowe, lokalne, regionalne i narodowe, rynki produkcji i usług), a rozchodzenie się fal paniki i braku zaufania uwidacznia coraz większe dysproporcje między rzeczywistym sygnałem płynącym z rynków finansowych a rozmiarami tych fal trudnymi do przewidzenia/prognozowania. Żadna teoria katastrof czy chaosu nie ma tu zastosowania¹⁷.

Punkt widzenia „globalizacyjny” wskazuje na niedoskonałości praktyki gospodarczej, „zamazując” niestety lokalizację przyczyn w teorii ekonomii. Kryzys w latach 2008-2011, który „przełał się” ze Stanów Zjednoczonych¹⁸ do Europy

¹⁴ Por. zwłaszcza prace: A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit.; E. Kośmicki, *Globalne zagrożenia bioróżnorodności ...*, op. cit.; S. Szukalski, *Nowe trendy w organizacji ...*, op. cit.; W. Szymański, *Kryzys globalny. Pierwsze przybliżenie*, Difin, Warszawa 2009; T. Żylicz, *Trwałość rozwoju po kryzysie*. Referat na konferencję „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju”, Białystok 2011.

¹⁵ Por. T. Żylicz, *Trwałość rozwoju ...*, op. cit.

¹⁶ Por. A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit.; W. Szymański, *Kryzys globalny ...*, op. cit.; J. B. Taylor, *Zrozumieć kryzys finansowy. Przyczyny. Skutki. Interpretacje*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2010.

¹⁷ Por. A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit., s. 29; G. Soros, *Nowy paradygmat rynków finansowych*, MT Biznes Sp. z o.o., Warszawa 2008; J. E. Stiglitz, *Globalizacja*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2004.

¹⁸ Początek kryzysu wiąże się z wyhamowaniem wzrostu gospodarki amerykańskiej w połowie 2007 roku na skutek krachu w sektorze banków hipotecznych w USA. Fascynacja wzrostem gospodarczym i bogaceniem się doprowadziła w tym kraju między innymi do wzrostu cen nieruchomości (w oderwaniu od ich rzeczywistej wartości), generujących nowe strumienie

i na inne kontynenty, początkowo był głównie kryzysem finansowym, ale wkrótce procesy recesyjne zaczęły także pojawiać się w sferze realnej gospodarek wielu krajów (spadek popytu krajowego, zmniejszanie się rozmiarów eksportu, wzrost bezrobocia, efekt tłumienia popytu globalnego).

W drugim podejściu jego kreatorzy krytycznie odnoszą się do pojawiającego się przypuszczenia, że ostatni kryzys zdyskredytował aparat pojęciowy współczesnej ekonomii, co powinno pomóc w wypromowaniu koncepcji zrównoważonego/trwałego rozwoju, jakoby niemieszczącej się w paradygmacie dotychczasowej nauki. W polskiej literaturze ekonomicznej szczególnie dobitnie pogląd ten wyraża T. Żylicz, który uważa, że kryzys nie obnażył niedostatków ekonomii, tylko niekompetencję niektórych ekonomistów. Ekonomisci nie powinni wyręczać innych dyscyplin, tylko jak najlepiej robić to, co potrafią, a więc analizować prawidłowości rządzące ludzkimi wyborami. Celem pogłębionego rozważenia problemu i uzyskania odpowiedzi na pytanie, czy kryzys obnażył słabość ekonomii i wykazał potrzebę nowego spojrzenia na tę dyscyplinę, należy przypomnieć, na czym polega prawidłowość odpowiedzi na pytanie, czego ekonomia dotyczy, i dopiero na tym tle stawiać pytanie, czy trzeba ją zmieniać. Według T. Żylicza, ekonomia głównego nurtu dysponuje dostatecznym aparatem pojęciowym pozwalającym na zrozumienie kryzysu¹⁹, ale czy dysponuje dostatecznie skutecznymi narzędziami, by kryzysom zapobiegać? – to pytanie pozostaje nadal otwarte. I na tym też polega niepełność tej diagnozy genezy kryzysogenności gospodarki.

Wydaje się, że w tych poglądach trudno też odnaleźć miejsce nowych paradygmatów rozwoju, skoro uważa się często, że nie mają one cech istotnych dla nowych koncepcji rozwoju i jako takie mieszczą się w paradygmatach dotychczasowych, na przykład w ekonomii głównego nurtu. Bardzo dyskusyjny jest pogląd dotyczący podziału ekonomii na pozytywną i normatywną, choć z pewnością inspirujący do nowego spojrzenia na jedną z kluczowych typologii ekonomii.

Większość ekonomistów zalicza koncepcję trwałego i zrównoważonego rozwoju do „mniej wartościowego” i „mniej naukowego” nurtu ekonomii normatywnej. Podkreśla to też A. Bocian, stwierdzając: *warto zwrócić uwagę, że teoria trwałego i zrównoważonego rozwoju sformułowana została na gruncie ekonomii normatywnej i że teoria ta jest przede wszystkim rozwijana w kręgu ekonomii ekologicznej, co wyjaśnia, dlaczego cele ekologiczne, związane z ochroną środowiska są najczęściej wymieniane i kwantyfikowane w ramach teorii trwałego i zrównoważonego rozwoju, a następnie równie uważnie monitorowane*²⁰. Jest wiele słuszności w tym stwierdzeniu, choć pojawienie się w ostatnich latach kategorii ekonomii zrównoważonego rozwoju sytuację tę może radykalnie zmienić²¹.

kredytów i tworzenie, jak już wspomniano, coraz to bardziej wyrafinowanych instrumentów finansowych, A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit., s. 25.

¹⁹ T. Żylicz, *Trwałość rozwoju...*, op. cit., s. 1-2.

²⁰ A. F. Bocian, *Globalizacja a zrównoważony ...*, op. cit., s. 33.

²¹ Por. D. Kiełczewski, *Konsumpcja a perspektywy trwałego i zrównoważonego rozwoju*, Wyd. UwB, Białystok 2004; H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Zysk

Ekonomia normatywna zgodnie z dość powszechnie przyjętą interpretacją to ekonomia dokonująca wartościowań faktów opisywanych przez ekonomię pozytywną. Opierając się między innymi na koncepcjach polityki społecznej, polityki gospodarczej i historii gospodarczej, formułuje zalecenia co do świadomego kształtowania rzeczywistości ekonomicznej. W ekonomii normatywnej formułowane są tezy oparte na uniwersalnych lub indywidualnych systemach wartości badacza i często przyjmują one formy zaleceń czy przekształcają się w odrębne szkoły ekonomiczne. Z tego powodu ten nurt ekonomii nazywa się często ekonomią subiektywną lub postulatyczną, choć wydaje się, że są też rzetelne przesłanki, aby nazwać ją ekonomią aksjologiczną. Badania prowadzone w ramach tej ekonomii mają (lub powinny mieć) jasno określoną aksjologię jako fundament do szukania odpowiedzi na pytanie „jak powinno być?”. Ekonomia rozwoju zrównoważonego ma właśnie jasno określone minimum aksjologiczne – jest nim co najmniej umiarkowany antropocentryzm.

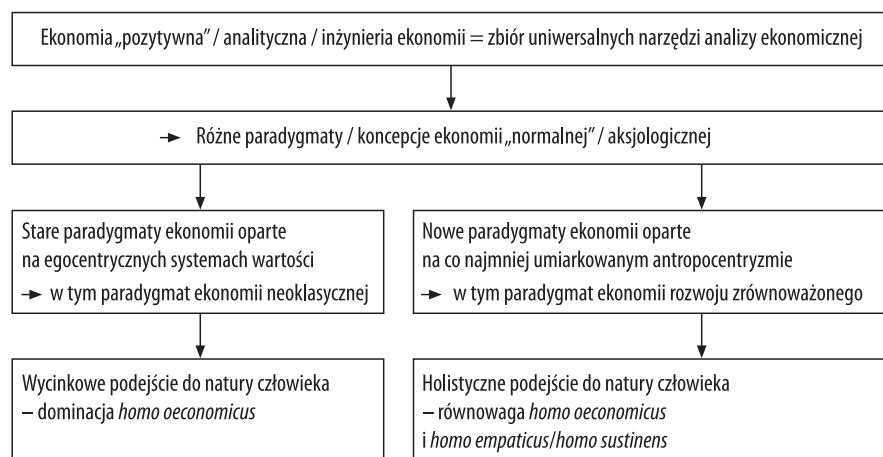
Ekonomia pozytywna jest wyraźnie faworyzowana w polskim i światowym środowisku ekonomistów jako ten „bardziej wartościowy” i „bardziej naukowy” (mający mocne podstawy metodologiczne) nurt ekonomii. Z pewną ironią można powiedzieć, że nawet nazwa tego nurtu wyraźnie go preferuje (jakby jego przeciwieństwem były ekonomie niepozytywne). Istota rozwoju tej ekonomii, o nieco wprowadzającej w błąd nazwie, sprowadza się do ciągle rozszerzającego się zbioru metod (narzędzi, instrumentów, modeli), na podstawie których dokonywana jest obserwacja rynku i zjawisk w nim zachodzących, wyciąganie wniosków na przyszłość (prognozowanie) i przewidywanie skutków obecnych działań gospodarczych. Ekonomia pozytywna ma więc za zadanie wyjaśnianie zjawisk ekonomicznych opierających się na podstawach metodologicznych badań korzystających z obiektywnej wiedzy o rzeczywistości. Bada więc rzeczywiste zjawiska gospodarcze. Analizuje ona także skutki zmian warunków ekonomicznych lub wariantów uprawianej polityki gospodarczej, bez formułowania sądów wartościujących („jak powinno być”). Jest stosowana przez ekonomistów, którzy efekty swojej pracy przedstawiają wyłącznie jako zdarzenia gospodarcze, prezentując dane empiryczne i budując niewartościujące teorie. Jej celem – obok wyjaśniania – jest formułowanie hipotez i ich empiryczna weryfikacja. Ekonomia pozytywna formułuje sądy będące obiektywnym i naukowym objaśnieniem funkcjonowania gospodarki. Koncentruje się na wypracowaniu najbardziej uniwersalnych narzędzi i metod analizy ekonomicznej w celu możliwie wszechstronnego wyjaśnienia i uogólnienia procesów gospodarczych i mechanizmów ekonomicznych. Można przyjąć zatem w uproszczeniu, że ekonomia pozytywna odpowiada na pytanie „jak jest?”. Wydaje się, że bardziej uzasadnione jest nazywanie tego fundamentu ekonomii jako ekonomii analitycznej lub – chyba trafniej – inżynierii ekonomii. Cechą tej ekonomii jest uniwersalność jej metodycznego dorobku, który może być w różnych konfiguracjach wykorzystywany do kreowania różnych koncepcji ekonomii aksjologicznych i normatywnych (rysunek 1).

i S-Ka, Poznań 2010; H. Rogall, *Nachhaltige Okonomie statt traditionale Okonomie*; w: *Teoretyczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Wyd. WSE, Białystok 2011.

Dotychczasowe lekceważące podejście większości środowiska ekonomistów do ekonomii normatywnej (aksjologicznej), w tym ekonomii rozwoju zrównoważonego, wynika, jak się wydaje, przede wszystkim z niskiej świadomości tego, że stare paradygmaty ekonomii wykorzystujące wielce wyrafinowane metody inżynierii ekonomii (analizy ekonomicznej), przykładowo ekonomia neoklasyczna, jest też – w istocie rzeczy – ekonomią normatywną z zamazanym, niestety, lub niechętnie ujawnianym *explicite* egocentrycznym systemem wartości (założenie: „człowiek z natury jest egoistą” lub w wersji złagodzonej: „człowiek jest z natury egoistą, ale chętnie współpracuje”).

Wielkim wyzwaniem dla zdobycia „praw obywatelskich” przez nowe paradygmaty jest więc przyjęcie jako fundamentu zasady, że inżynieria ekonomii (ekonomia „pozytywna”) i ekonomie aksjologiczne (ekonomie normatywne) są względem siebie komplementarne, a nie substytucyjne, bowiem inżynieria ekonomii bez ekonomii aksjologicznych (i odwrotnie) staje się często jałową, choć ciekawą intelektualnie grą analityczną bez jasnego przełożenia na zmiany gospodarcze oceniane pozytywnie z punktu widzenia określonego systemu wartości.

Rysunek 1
Cechy ekonomii



Źródło: T. Borys, *Wyzwania dla współczesnej ekonomii, w: Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 23.

Komplementarny z natury rzeczy jest więc ogromny dorobek analizy ekonomicznej, pozwalający z coraz większą dokładnością diagnozować „jak jest” lub prognozować na podstawie modelowania „jak może być” z rosnącym nieustannie dorobkiem ekonomii zrównoważonego rozwoju jako coraz bardziej spójnej propozycji „jak być powinno” (jaki powinien być ład gospodarczy i jak do niego zmierzać). Zatem z tego punktu widzenia trudno się nie zgodzić z odpowiedzią T. Żylicza na ważne pytanie: czy ekonomia „pozytywna” (inżynieria ekonomii) jest przygotowana, by analizować zrównoważenie czy trwałość rozwoju? Zdaniem tego autora – tak, ekonomia ta potrafi badać efektywność oraz sprawiedli-

wość (w tym także międzypokoleniową)²². Pozostaje tu jednak inny problem – jak w praktyce tę efektywność i sprawiedliwość zapewnić? Nie jest to już problem inżynierii ekonomii, lecz budowanych przy jej wykorzystaniu narzędzi ekonomii aksjologicznych („normatywnych”). Tylko w tym sensie można przyjąć, że narzędziowo profilowana ekonomia „pozytywna” jest w dużym stopniu neutralna aksjologicznie.

Panuje też duża zgodność poglądów, że kryzys lat 2008-2011 obnażył nieefektywność i niesprawiedliwość pewnych rozwiązań gospodarczych. Ale i tu pojawia się jak mantra postawione już wcześniej pytanie: czy winy należy szukać w ekonomii? Odpowiedź po wcześniejszych ustaleniach wydaje się już łatwiejsza, choć nadal w niektórych pracach nie zawsze fortunnie ulokowana, ponieważ to kluczowe pytanie zastępuje się często pytaniem nierównoważnym: czy „nasza dyscyplina była bezradna wobec poszukiwania przyczyn kryzysu?”²³ Odpowiedź jest oczywista – nie jest. Ale zarówno pierwsze, jak i drugie pytanie jest nieprecyzyjne, co generuje mglistość odpowiedzi. O jaką zatem ekonomię chodzi? Z pewnością inżynieria ekonomii potrafi dobrze analizować i diagnozować przyczyny kryzysu. Ale jest to podejście narzędziowe bez jasnego przełożenia na konieczne zmiany w starych paradygmatach ekonomii normatywnej (aksjologicznej), a przez to na istotne zmniejszenie kryzysogenności gospodarki światowej i gospodarek narodowych.

Na podstawie powyższych rozważań można podjąć próbę odpowiedzi na pytanie: czy nowy paradygmat rozwoju może być remedium na kryzysogenność gospodarki lub, inaczej to formułując, czy implementacja koncepcji rozwoju zrównoważonego może zapobiec kolejnym kryzysom gospodarczym? Jest coraz więcej argumentów naukowych i implementacyjnych sugerujących odpowiedź pozytywną. Świadczy o tym wiele symptomów, wśród których na szczególną uwagę zasługują następujące:

- ogromna dynamika wzrostu zainteresowania praktycznie wszystkich środowisk naukowych nowym paradygmatem rozwoju;
- widoczne przejście od rozważań ogólnych o tej koncepcji do formułowania konkretnych fundamentów teoretycznych rozwoju zrównoważonego, a szczególnie ekonomii zrównoważonego rozwoju;
- intensywne poszukiwanie podobieństw i różnic w podejściu do konkretnych teorii/ praw czy koncepcji ekonomicznych, przykładowo teorii konsumenta i jego potrzeb, problemu asymetrii informacji, korzyści skali produkcji.

Kolejny ważny problem badawczy, wymagający szczególnie intensywnych badań, to rozpoznawanie relacji koncepcji rozwoju zrównoważonego i ekonomii tego rozwoju do innych nurtów ekonomii współczesnej. Szczególne znaczenie mają tu związki koncepcji rozwoju zrównoważonego z teorią wzrostu endogenicznego. W opinii W. Florczaka, obie koncepcje są względem siebie w dużym stopniu komplementarne, ponieważ warunkiem *sine qua non* realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego jest akumulacja wiedzy, czego wyrazem jest seku-

²² Por. T. Żylicz, *Trwałość rozwoju...*, op. cit.,

²³ *Ibidem*, op. cit., s. 2.

larny postęp techniczno-organizacyjny (innowacyjny), stanowiący oś zainteresowań teorii wzrostu endogenicznego²⁴.

Podstawowe wyzwanie dla perspektywy rozwoju ekonomii nowego paradygmatu ma wyraźne tło aksjologiczne. Oznacza ono zawsze jawne ukazywanie fundamentów aksjologicznych tworzonych teorii naukowych. Jest to obecnie jedna z najsilniejszych stron teorii rozwoju zrównoważonego. Paradoksalne unikanie tych fundamentów lub ich ukrywanie to jedna z głównych przyczyn kryzysogenności gospodarki światowej i budowanie teorii ekonomicznych na ruchomych piaskach „aksjologicznych”. Od lat bowiem klasyczna ekonomia „grzęźnie w tych piaskach” poprzez permanentny deficyt etyki i moralności, a obecna sytuacja ekonomiczna i finansowa świata, w tym krajów Unii Europejskiej, przypomina sytuację po pożarze, który przytłumiony, tli się nadal i w każdej chwili może wybuchnąć z nową siłą.²⁵

3. Przedmiot i antropologiczna podstawa ekonomii zrównoważonego rozwoju

Nauka to budowanie teorii, praw naukowych, twierdzeń lub hipotez na podstawie rozpoznanych, sprawdzonych, uporządkowanych i uzasadnionych faktów, czyli wiedza o zjawiskach i prawidłowościach, które mają miejsce w danej dziedzinie rzeczywistości. Kanony naukowe to zbiór zasad o podstawowym znaczeniu dla poznania naukowego i prowadzenia badań naukowych. Do podstawowych kanonów naukowych zalicza się przedmiot, paradygmat i prawa nauki.

Przedmiot zainteresowania naukowego w ogólnym zarysie przeważnie określa już sama nazwa danej dyscypliny naukowej. Nie zawsze jednak jest to wystarczające. Przeważnie w miarę upływu czasu nazwa nauki pozostaje bez zmian, a mimo to zmienia się przedmiot jej badań. Im precyzyjniejsze jest określenie przedmiotu nauki, tym łatwiejsze prowadzenie badań i szybszy rozwój danej dziedziny wiedzy, ale też jej bardziej przyczynkarski charakter, a im szersze jest ujęcie przedmiotu, tym trudniejsze badanie i wolniejszy jej rozwój, ale bardziej problemowy charakter.

Analizując problem przedmiotu ekonomii, warto zwrócić uwagę na to, jak go postrzegano w historii tej nauki. W starożytnej Grecji Arystoteles uważał, że przedmiotem szczególnego zainteresowania ekonomii jest prowadzenie gospodarstwa domowego, a Ksenofont, że jest to dochód z gospodarstwa rolnego. Wśród ekonomistów głównego nurtu też nie było „jednoznaczności” w tym względzie; na przykład W. N. Senior uważał, że jest to maksymalizacja bogactwa przy minimalnych kosztach; L. Robbins, że jest to osiągnięcie założonych celów przy ograniczonych środkach; J. B. Say – sposób i zasady tworzenia, podziału

²⁴ Por. W. Florczak, *Rozwój zrównoważony a długookresowy wzrost gospodarczy. Alternatywa czy koniunkcja?*, w: *Teoretyczne aspekty ...*, op. cit., s. 280-300.

²⁵ T. Borys, *Wyzwania dla współczesnej ekonomii*, w: *Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 15-25.

i konsumpcji bogactwa zaspokajającego potrzeby społeczeństwa; J. S. Mill – prawa tworzenia i podziału bogactwa. Całkowicie odmiennie widział ten problem M. Friedman. Uważał on, że przedmiotem zainteresowania ekonomii jest sprawdzalne przewidywanie na podstawie postawionych hipotez.²⁶

Przytoczone poglądy nie ułatwiają jednoznacznego określenia, co powinno być przedmiotem nauki nazwanej ekonomią zrównoważonego rozwoju. Jeżeli przyjąć założenie, że przedmiotem badań ekonomii głównego nurtu jest gospodarowanie kapitałem, a ekonomii instytucjonalnej – instytucjonalnych uwarunkowań funkcjonowania gospodarki, to analogicznie można stwierdzić, że przedmiotem ekonomii zrównoważonego rozwoju jest gospodarowanie w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Takie rozumienie przedmiotu badań jest zgodne z aksjologicznymi podstawami tej nauki. Ekonomia zrównoważonego rozwoju nawiązuje do filozofii ekologicznej i ekologii społecznej, w których dowiedziono, że powinnością człowieka jest gospodarowanie środowiskiem przyrodniczym i w tym środowisku pozwalające zachować podstawy życia i rozwoju zarówno współczesnych, jak i przyszłych pokoleń²⁷. Oznacza to, że nie zysk, a utrzymanie trwałości społeczno-gospodarczego rozwoju jest głównym celem gospodarowania. Zysk w tym przypadku jest tylko jednym z mierników działalności gospodarczej.²⁸ Podobny sposób postrzegania przedmiotu ekonomii zrównoważonego rozwoju zaprezentował H. Rogall²⁹.

Pojęcie przedmiotu ekonomii zrównoważonego rozwoju należy rozpatrywać w świetle aksjologicznych podstaw tej nauki i koncepcji antropologicznej. Koncepcja antropologiczna jest to punkt odniesienia do ogółu twierdzeń teorii ekonomii oraz podstawowy filar ich uprawdopodobnienia³⁰. Fakt, że znajdujemy się w okresie zmian cywilizacyjnych, nie ułatwia znalezienia właściwej odpowiedzi na pytanie, jaka koncepcja powinna znajdować się u podstaw ekonomii zrównoważonego rozwoju. Według J. M. Dołęgi, idea zrównoważonego rozwoju jest spójna z zasadami etyki chrześcijańskiej, na przykład takimi, jak:

- solidarność między grupami i pokoleniami;
- umiarkowanie w przyjemności, potrzebach, zmianach;
- złoty środek, który sami sobie wyznaczamy;
- sprawiedliwość – stała i trwała wola oddawania człowiekowi tego, co służy mu się należy ze względu na dobro wspólne.

Zdaniem D. Kiełczewskiego, podstawę ekonomii zrównoważonego rozwoju powinien stanowić wybór etyczny, jednak nieoparty na filozofii jednostkowego egoizmu (koncepcja *homo oeconomicus*), co przeczy praktyce społecznej, w której nierzadkie są przejawy zachowań altruistycznych. Koncepcja *homo oeconomicus* stanowi podstawę antropologiczną ekonomii głównego nurtu. Ekonomiści

²⁶ W. Stankiewicz, *Historia myśli ekonomicznej*, PWE, Warszawa 2000.

²⁷ Z. Piątek, *Ekofilozofia*, Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2010.

²⁸ B. Poskrobko, *Metodologiczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju w świetle kanonów nauki*, red. B. Poskrobko, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 12-27.

²⁹ H. Rogall, *Nachhaltige Ökonomie statt traditionelle Ökonomie*, w: *Teoretyczne...*, op. cit., s. 107-133.

³⁰ D. Kiełczewski, *Homo oeconomicus i homo sustinens jako wyzwania ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: ibidem, s. 213-229.

jednak dostrzegali fakt, że natura ludzka jest bardzo złożona, a tym samym zachowania jednostek są bardzo różnorodne. Gdyby chciało się uwzględnić całą złożoność ludzkiego postępowania, sformułowanie uniwersalnych prawd o gospodarowaniu byłoby bardzo utrudnione, a nauka ekonomii niezwykle złożona i skomplikowana.

Bliższa idei zrównoważonego rozwoju jest koncepcja *homo sustinens*. Sam przymiotnik *sustinens* bezpośrednio odwołuje się do pojęcia *sustainable development*. *Homo sustinens* ma odpowiadać podstawowej ambicji rozwojowej, która w ramach *sustainable development* ma zostać zrealizowana, a mianowicie wypracowaniu sytuacji, gdy ma miejsce: *trwała forma gospodarowania, względnie ludzkiego współżycia, przy pomocy wyważonego podejścia do ekonomicznych, ekologicznych i społecznych kryteriów stabilizacyjnych i rozwojowych w celu zapewnienia dalszego sensownego życia dla odpowiedniej liczby pokoleń w oparciu o sprawiedliwość wewnątrz- i międzypokoleniową przy zastosowaniu techniki zgodnej z wymogami ekologicznymi i społecznymi*.³¹ Tego rodzaju związek sprawia, że *homo sustinens* jest jako idea krytykowany przez ekonomistów ortodoksyjnych jako kategoria ideologiczna, podobnie jak to dzieje się z koncepcją zrównoważonego rozwoju.

Zarzut sprowadza się do posądzeń o postulatywność i utopijność obu pojęć oraz generalnie o idealizację rzeczywistości ekonomicznej³². Wydaje się, że rzeczywiste słabością koncepcji *homo sustinens* jest kwestia akceptacji wdrożenia jej zasad. Stąd D. Kiełczewski wyprowadza wniosek, że trzeba odpowiedzieć na pytanie, jaki jest „człowiek zrównoważonego rozwoju”, jakie powinien mieć cechy i jak należy je kształtować, aby stały się realne, a nie były utopijną rzeczywistością.³³

4. Paradygmat i kategorie ekonomii zrównoważonego rozwoju

Pojęcie „paradygmatu” jest różnie definiowane. Autorytetem w tym zakresie wciąż pozostaje Th. S. Kuhn. Wyróżnił on szerokie i wąskie pojęcie paradygmatu. W ujęciu szerokim paradygmat jest to swego rodzaju matryca kierunkująca nastawienie wszystkich uprawiających daną dziedzinę wiedzy. W ujęciu wąskim – jest to wzorzec rozwiązywania problemów w danej dyscyplinie naukowej.³⁴ We współczesnych rozważaniach najczęściej przyjmuje się, że paradygmat jest to przyjęty sposób widzenia rzeczywistości w danej nauce, pewien wzorzec prakty-

³¹ H. Zabel, *Industriesymbiosen im Verhaltenkontext*, in: *Kleislauforientere Unternehmenkooperationen*, Munchen-Oldenburg 1998, s. 163.

³² G. M. Hodgson, *In the Shadow of Darwin and Marx*, Edward Elgar, Cheltenham 2006.

³³ D. Kiełczewski, *Homo oeconomicus...*, op. cit., s.213-229.

³⁴ Th. S. Kuhn, *Dwa bieguny, tradycja i nowatorstwo w badaniach naukowych*, PWN, Warszawa 1985, s. 411.

ki naukowej, kierunkujący prawa, teorie, metody i techniki stosowane w danej nauce³⁵.

Każda dyscyplina naukowa rozwija się cyklicznie. Najpierw pojawia się problem, który wymaga zbadania i rozwiązania. Problem ten jest opisywany z różnych punktów widzenia, jednak nie każdy z nich stwarza możliwość przeprowadzenia pogłębionej analizy jako podstawy nowej teorii, dostrzeżenia nowych praw, zasad i innych prawidłowości. Nie wszystkie „punkty” i sposoby obserwacji rzeczywistości są naukowotwórcze. Na wybór wiodącego sposobu postrzegania problemu istotny wpływ mają naukowcy, szczególnie uważani za autorytety w danej dziedzinie. Określony punkt widzenia, zaakceptowany przez znaczącą grupę uczonych, staje się paradygmatem, obowiązującym kanonem. Po ustaleniu paradygmatu rozpoczyna się drugi etap cyklu – kumulowanie osiągnięć opartych na tym paradygmacie. Pojawia się lawina nowych pomysłów, prac badawczych i wdrożeniowych. W miarę upływu czasu, ilość nowych faktów i pomysłów zmniejsza się, wzrasta natomiast ilość problemów, których nie można rozwiązać na podstawie tego paradygmatu. Pojawia się potrzeba poszukania nowego paradygmatu, dostrzegana przez powiększające się grono uczonych. Rozpoczyna się nowa faza cyklu.³⁶ Istnieje już dostateczna ilość rozpoznanych różnych faktów, które przemawiają za potrzebą przyjęcia nowego paradygmatu badań ekonomicznych.

Kształtowanie nowej nauki – ekonomii zrównoważonego rozwoju powinno być oparte na ogólnym, holistycznym paradygmacie nauki, który – zdaniem T. Borysa – powinien stanowić pierwszy, fundamentalny poziom konkretyzacji jej kategorii. Drugi poziom stanowi paradygmat zrównoważonego rozwoju z wyeksponowaniem jego cech, zasad, celów i łańdów. Wiodące znaczenie wśród tych pojęć powinna mieć kategoria ładu zintegrowanego. Można wyróżnić trzy kluczowe cechy nowego paradygmatu: samopodtrzymywanie, trwałość i równoważenie/zrównoważenie.

Zasady nowego paradygmatu rozwoju stanowią główny sprawdzian, czy deklaracja realizacji zrównoważonego rozwoju jest zgodna z jego istotą. Zasady rozwoju wyjaśniają zatem bardziej szczegółowo trzy wymienione cechy paradygmatu. Interdyscyplinarna natura nowego paradygmatu rozwoju wymaga podjęcia szeroko zakrojonych badań mających na celu stworzenie logicznego i spójnego oraz wielopoziomowego ciągu paradygmatów o rosnącym stopniu szczegółowości.³⁷

Każda dyscyplina nauki posiada własny język, złożony z pojęć i kategorii, które są użyteczne, a jednocześnie pozwalają właściwie opisywać badane zjawiska. Idea zrównoważonego i trwałego rozwoju oraz jej realizacja wymaga innego spojrzenia na gospodarkę.

³⁵ *Podstawy metodologiczne prac doktorskich w naukach ekonomicznych*, red. M. Sławińska i H. Witczak, PWE, Warszawa 2008, s.11.

³⁶ S. Czaja, *Paradygmat ekonomii głównego nurtu i ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Ekonomia zrównoważonego ...*, op. cit., s.28-50.

³⁷ T. Borys, *Interdyscyplinarność ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 134-151.

Powstaje w tym momencie pytanie – na ile powinno ono odrzucić dotychczasowy dorobek myśli ekonomicznej, a na ile może być on wykorzystany bezpośrednio lub po dokonaniu pewnych modyfikacji? Problem ten próbuje się między innymi rozstrzygnąć w sporze pomiędzy ekonomią ekologiczną a ekonomią środowiska.³⁸ Jest to również wyzwanie dla ekonomii zrównoważonego rozwoju w konfrontacji z ekonomią głównego nurtu. Stanisław Czaja wyróżnia trzy zasadnicze scenariusze postępowania. Pierwszy polega na identyfikacji i zdefiniowaniu kategorii, które wydają się niezbędne, gdy podejmuje się problem zrównoważonego i trwałego rozwoju, bez odwoływania się do pojęć (kategorii), z których korzysta ekonomia głównego nurtu. Drugi scenariusz polega na identyfikacji podstawowych pojęć używanych w ekonomii głównego nurtu, a następnie na sprawdzeniu ich poprawności i użyteczności w ekonomii zrównoważonego rozwoju. Trzeci scenariusz polega natomiast na wypracowaniu mieszanego zestawu, składającego się z pojęć używanych w tradycyjnej ekonomii w ich dotychczasowym rozumieniu, znanych pojęć po ich pewnej modyfikacji oraz całkiem nowych, adekwatnych do przedmiotu i przyjętego paradygmatu ekonomii zrównoważonego rozwoju. Na przykład w ekonomii zrównoważonego rozwoju wykorzystuje się podstawowe pojęcia i reguły mikroekonomicznego rachunku ekonomicznego, takie jak przychody, koszty czy korzyści. Różnią się one od tradycyjnych głównie „większą pojemnością” treści, ponieważ uwzględniają również społeczny ich kontekst oraz innym, obrachunkowym sposobem interpretacji relacji pomiędzy nimi. Nowe kategorie w ekonomii zrównoważonego rozwoju to między innymi: bogactwo narodów, bogactwo przyrodnicze, gospodarowanie w jednostce terytorialnej, a także skuteczność, celowość, użyteczność, realność wyboru (doboru) celów czy trafność doboru środków, obciążenie ekologiczne czy społeczna akceptowalność.³⁹

Kategorię sprawiedliwości w ekonomii zrównoważonego rozwoju analizuje D. Pieńkowski⁴⁰. Za podstawę rozważań przyjął analizę pojęcia „sprawiedliwość” zaproponowaną przez D. Stone’a⁴¹. Wyróżniła ona osiem kryteriów sprawiedliwości w trzech różnych wymiarach. Kryteria te stanowią różne sposoby operacjonalizacji powszechnie akceptowanej reguły podziału – każdemu po równo. Zasadniczy problem polega na różnych znaczeniach równości w zależności od przyjętych systemów wartości. Przy podziale zasobów na takie same części poja-

³⁸ Por. S. Czaja, B. Fiedor, *Ekonomia środowiska i ekologiczna jako filary ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Wyd. WSE, Białystok 2010, s. 30-52; S. Czaja, B. Fiedor, *Ekonomia środowiskowa a ekonomia ekologiczna – dylemat edukacyjny*, w: *Edukacja dla zrównoważonego rozwoju*, t. 2, *Edukacja dla ładu ekonomicznego*, red. B. Poskrobko, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Wrocław 2010, s. 151-175.

³⁹ S. Czaja, *Nowe kategorie ekonomiczne w teorii zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 152-159.

⁴⁰ D. Pieńkowski, *Koncepcja sprawiedliwości w ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: ibidem, s. 194-212.

⁴¹ D. Stone, *Policy paradox: The art of political decision making*, W. W. Norton & Company, New York – London 2001.

wiają się podstawowe problemy do rozwiązania, które wyrażają pytania: Dla kogo? W jaki sposób? Jaka miara równości?

W ekonomii głównego nurtu wiodącym kryterium podziału zasobów jest zasada konkurencji. Stwarza ona jednakowe szanse dla każdego członka danej społeczności, ale nie gwarantuje jednakowego rozkładu zasobów. Miarą uczestnictwa w podziale zasobów jest sukces na rynku. Nierówności uczestnictwa w dobrobycie są traktowane jako koszt ponoszony przez osoby wykluczone, odnoszony do korzyści, jakie ma społeczeństwo z konkurencyjnego mechanizmu dystrybucji zasobów.

Ekonomia zrównoważonego rozwoju wskazuje na konieczność zmiany tego kryterium. Zasadniczy postulat to konieczność uwzględniania ludzkich potrzeb oraz szerszego członkostwa w dystrybucji zasobów naturalnych. Ekonomia zrównoważonego rozwoju przywiązuje wagę do ekologicznych uwarunkowań bytu i rozwoju człowieka. Postulaty niwelowania nierówności pomiędzy poszczególnymi społeczeństwami w skali globalnej i lokalnej uzupełnione zostały również sprawiedliwością międzygeneracyjną, zapewniając w ten sposób biologiczne podstawy funkcjonowania społeczeństwa globalnego z perspektywy ewolucyjnej.

Dobra publiczne to kolejna złożona kategoria ekonomiczna. Problem ten podjęła Katarzyna Poskrobko⁴². W teorii ekonomii głównego nurtu najczęściej analizuje się takie dobra, które można podzielić, sprzedawać, kupować, konsumować w określonych przez siebie ilościach, w zależności od upodobań i możliwości finansowych. Nazywa się je dobrami prywatnymi. Nabywając dobro prywatne, jednocześnie nabywa się do niego prawo własności. Większość dóbr istniejących na rynku ma właśnie takie cechy. Istnieje jednak wiele dóbr, których nie można zaliczyć do powyższej kategorii, ponieważ stanowią one dobra publiczne. Dobra publiczne mogą być konsumowane lub użytkowane w sposób rywalizacyjny – dobro może być wykorzystywane tylko przez jedną osobę lub nierywalizacyjny – użytkowanie dobra (korzystanie z dobra) przez jedną osobę nie ogranicza możliwości korzystania przez innych, czyli w tej samej jednostce czasu z dobra może jednocześnie korzystać wiele podmiotów, bez utraty jego walorów. Klasycznym przykładem konsumpcji nierywalizacyjnej jest skodyfikowana wiedza. Jeżeli rząd zwiększa wydatki na naukę, to z uzyskanych efektów mogą korzystać wszyscy obywatele. Są jednak dobra, których wyłączenie z konsumpcji jest trudne lub niemożliwe, na przykład wdychanie świeżego powietrza lub kąpiel w jeziorze. Dobra te są ogólnodostępne i każdy, kto ma ochotę, może z nich korzystać.⁴³ W ekonomii neoklasycznej za regulatora korzystania z rzadkich dóbr publicznych uznawano cenę. Prowadziło to jednak do wykluczenia

⁴² K. Poskrobko, *Dobra publiczne jako kategoria ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 170-192.

⁴³ M. Jakubowski, *Dobra publiczne i dobra wspólne*, w: *Teoria wyboru publicznego. Wstęp do ekonomicznej analizy polityki i funkcjonowania sfery publicznej*, red. J. Wilkin, Wyd. Naukowe Scholar, Warszawa 2005, s. 159-160.

z korzystania tych ludzi, którzy nie mieli możliwości za to dobro zapłacić.⁴⁴ Już J. K. Galbraith postulował, aby nie wykluczać, a zapewnić dostępność do rzadkich dóbr publicznych poprzez zwiększenia wydatków na tworzenie odpowiedniej infrastruktury.⁴⁵ Problem gospodarowania dobrami publicznymi wciąż jest ważnym wyzwaniem dla ekonomii zrównoważonego rozwoju.⁴⁶

Kategoria jakości życia w zasadzie była nieobecna w ekonomii głównego nurtu. Barbara Jaros uważa, że w ekonomii zrównoważonego rozwoju jakość życia należy traktować jako kategorię złożoną, którą opisują inne kategorie odnoszące się do sfery materialnej, psychicznej i duchowej. Przyjmując taką podstawę, wyodrębniła ona trzy rodzaje jakości życia: jakość typu mieć, typu być i typu kochać. Z tego punktu widzenia analizowała wskaźniki jakości życia, zarówno zagregowane, jak i pojedyncze, zwracając szczególną uwagę na kategorię szczęścia jako warunku subiektywnego postrzegania jakości życia oraz kategorię dobrostanu psychicznego społeczeństwa.⁴⁷

Jeszcze bardziej złożony jest problem kategorii „wartość człowieka”. Opracowanie M. Łuszczyka⁴⁸ dowodzi, że jest to jedno z kolejnych ważnych wyzwań ekonomii zrównoważonego rozwoju, którym trzeba będzie zająć się po uprzednim zdefiniowaniu szeregu podstawowych kategorii tej dziedziny wiedzy.⁴⁹

5. Kategorie: społeczeństwo informacyjne, gospodarka oparta na wiedzy oraz zrównoważona i trwała gospodarka oparta na wiedzy

Istnieje bogata literatura socjologiczna i ekonomiczna, w której proponuje się różne sposoby rozumienia społeczeństwa informacyjnego oraz gospodarki opartej na wiedzy. Kazimierz Krzysztofek uważa, że jest to *społeczeństwo, w którym informacja jest intensywnie wykorzystywana w życiu ekonomicznym, społecznym, kulturalnym i politycznym, to społeczeństwo, które posiada bogate środki komunikacji i przetwarzania informacji, będące podstawą tworzenia większości dochodu narodowego oraz zapewniające źródło utrzymania większości ludzi*⁵⁰.

⁴⁴ J. E. Stiglitz, *Ekonomia sektora...*, op. cit., s. 151.

⁴⁵ Zob. J. K. Galbraith, *The New Industrial State*, Boston 1967.

⁴⁶ K. Poskrobko, *Dobra publiczne...*, op. cit.

⁴⁷ B. Jaros, *Zrównoważona jakość życia w idei zrównoważonego rozwoju*, w: *Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 55-68.

⁴⁸ M. Łuszczyk, *Uytuowanie człowieka we współczesnym rozwoju społeczno-gospodarczym*, w: *Teoretyczne aspekty...*, s. 239-256.

⁴⁹ B. Poskrobko, *Przedmiot, paradygmat i kategorie zrównoważonego rozwoju*, w: *Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 27-35.

⁵⁰ K. Krzysztofek, M. Szczepański, *Zrozumieć rozwój: od społeczeństw tradycyjnych do informacyjnych*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2005, s. 170.

Spółeczeństwo informacyjne można również zdefiniować, wykorzystując jego dominujące cechy. Wówczas będzie ono oznaczać strukturę społeczną, której cechami są między innymi:

- duża liczebność zidentyfikowanych źródeł kreujących informacje;
- zdolność generowania i gromadzenia dużych zbiorów informacji;
- rosnąca rola informacji w procesach podejmowania decyzji, w tym w procesach gospodarowania;
- rozwijające się umiejętności, w sensie technicznym (sprzęt) i metodycznym (metody), przetwarzania i wykorzystania zbiorów informacji;
- wzrost znaczenia informacji w życiu jednostek ludzkich oraz grup społecznych, od czego zależy nie tylko aktualny poziom dobrobytu (jakości życia), ale także pozycja społeczna człowieka czy możliwości rozwoju cywilizacyjnego, w tym ekonomicznego.⁵¹

Inaczej mówiąc, społeczeństwo informacyjne rozumiane jest jako ludzka wspólnota, której podstawą funkcjonowania jest informacja i jej przetworzone formy (wiedza czy mądrość, w zależności od fazy rozwoju). Jest to społeczeństwo kierujące się w swoim funkcjonowaniu i podejmowanych działaniach wiedzą (mądrością), a nie na przykład tradycjami, przesądami, dogmatami czy niesprawdzalnymi racjami. Społeczeństwo informacyjne posiadać będzie wypracowane procedury przygotowania i wykorzystania informacji, a jego podstawowym wyzwaniem nie jest poszukiwanie informacji w warunkach jej niedoboru, jak to miało miejsce we wcześniejszej fazie rozwoju ludzkiej cywilizacji, lecz filtrowanie informacji w warunkach jej nadmiaru.⁵²

Spółeczeństwu informacyjnemu towarzyszy gospodarka oparta na wiedzy. Rozwój społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy wymaga spełnienia kilku istotnych warunków, a zwłaszcza: rozbudowy infrastruktury telekomunikacyjnej, pełnej liberalizacji rynków usług informacyjnych, przejrzystego i spójnego oraz dostosowanego prawodawstwa, wysokiego poziomu nakładów na B+R, powszechnego, szerokiego i taniego dostępu do Internetu, publicznego dostępu do zasobów informacyjnych, wysokiego stopnia korzystania z informacji, szybkiego odbierania i przekazywania danych cyfrowych, bez ograniczeń przestrzennych, oraz wzrostu ilości osób zatrudnionych w sektorze informacyjnym.

Jak zauważyła E. Skrzypek, gospodarka oparta na wiedzy posiada trzy oblicza:

- metodologiczne: poszukiwanie nowych sposobów identyfikowania i analizy problemów w obszarze zarządzania wiedzą;
- empiryczne: identyfikowane z monitorowaniem zmieniającej się mapy gospodarki opartej na wiedzy i dyfuzji wiedzy na poziomie społeczeństwa i przedsiębiorstw;

⁵¹ S. Czaja, *Spory wokół pojęcia społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy – problemy identyfikacji i pomiaru*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2010 nr 139, seria: Ekonomia nr 10, s. 39.

⁵² Ibidem, s. 42-43.

- *pragmatyczne: jego istota sprowadza się do budowy i promowania systemów umożliwiających kreowanie zarządzania wiedzą na wszystkich poziomach życia społecznego.*⁵³

Kazimierz Krzysztofek wyeksponował sieciowe elementy społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy, natomiast J. Czerna-Grygiel, za L. Zacherem, rozróżniła następujące typy społeczeństw: rynkowe, konsumpcyjne, medialne, informacyjne, sieciowe i wiedzy.⁵⁴ Można oczywiście wprowadzić takie rozróżnienie, jeżeli wyraźnie wyeksponuje się i oddzieli informację i wiedzę. Wymagać to będzie dalszych badań nad społeczeństwem informacyjnym, gospodarką opartą na wiedzy oraz zrównoważoną gospodarką opartą na wiedzy.

Istotnym wyzwaniem, zwłaszcza dla systemów statystyki społeczno-ekonomicznej, są również zagadnienia pomiaru i mierników użytecznych w warunkach społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy.⁵⁵ Obecnie wykorzystuje się wiele mierników, które posiadają swoje zalety i wady, możliwości interpretacyjne oraz ograniczenia. Najpopularniejszą jest metoda KAM.⁵⁶ Nie jest pozbawiona wad, co oznacza potrzebę dalszych poszukiwań. Tym bardziej, że wymagania stawiane przez zrównoważoną gospodarkę opartą na wiedzy są jeszcze większe, zarówno w zakresie opisu (identyfikacji), jak i ujęcia dynamicznego.

Można dostrzec wiele wyzwań stojących przed badaczami zajmującymi się społeczeństwem informacyjnym i gospodarką opartą na wiedzy, zwłaszcza w zakresie istoty i definiowania wiodących kategorii, atrybutów (cech charakterystycznych), zasad funkcjonowania oraz sposobów mierzenia, w tym mierników. Dodatkowo muszą być uwzględnione nowe zjawiska i procesy pojawiające się w społeczeństwie i gospodarce opartej na wiedzy, a zwłaszcza:

- kompresja czasu i przestrzeni;
- szybki obieg informacji, bez względu na czas i odległość;
- całodobowa aktywność-społeczeństwo non-stop;
- nadmiar informacji i nieumiejętność korzystania z nich;
- niezależność kosztów przesyłania informacji od odległości;
- obecność zniekształconych informacji oraz brak zdolności do weryfikowania jej prawdziwości;
- konieczność ciągłego uczenia się;
- zmiana w sposobie komunikowania się ludzi;
- powstawanie nowych struktur społecznych i nowych podziałów;
- zmiana przetwarzania informacji w umyśle na przetwarzanie ich w komputerze;

⁵³ E. Skrzypek, *Rola gospodarki opartej na wiedzy w warunkach zrównoważonego rozwoju*, w: *Przedsiębiorstwo w warunkach zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Powichrowska, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 24.

⁵⁴ J. Czerna-Grygiel, *Podstawowe uwarunkowania równoważenia innowacyjnej gospodarki opartej na wiedzy*, w: *ibidem*, s. 49.

⁵⁵ S. Czaja, *Spory wokół pojęcia społeczeństwa...*, *op. cit.*, s. 50-53.

⁵⁶ A. Becla, *Wady i zalety metody KAM (Knowledge Assessment Methodology) służącej do identyfikacji poziomu zaawansowania gospodarki opartej na wiedzy*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2010 nr 139, seria: *Ekonomia* nr 10, s. 56-70.

- brak monopolu na większą część informacji i wiele alternatywnych źródeł informacji;
- mniejsze znaczenie roli własności intelektualnej poprzez możliwość kopiowania i darmową redystrybucję dóbr intelektualnych;
- dostęp do podstawowych usług informatyczno-informacyjnych w sieci;
- przenikanie technologii informacyjno-komunikacyjnych do wszystkich sfer życia i wzrost uzależnienia od komputera;
- powstawanie społeczności wirtualnych.

Podmioty gospodarujące w warunkach gospodarki opartej na wiedzy nabierają cech organizacji opartych na wiedzy. W takiej organizacji wyróżnił J. Brdulak trzy rodzaje wiedzy: *wiedza jako produkt – który jest innowacją, wynikiem działalności firmy, jest tworzony, a później sprzedawany; wiedza jako zasób – gromadzony, rozpowszechniany i chroniony przez organizację jako element pamięci organizacyjnej; wiedza jako ograniczenie – wpływające na działalność organizacji, stąd skłaniające ją do uczenia się i dostosowywania do narzuconych warunków.*⁵⁷

Zaproponowaną przez J. Brdulaka hierarchię wiedzy, być może odpowiednią dla gospodarki opartej na wiedzy, należy odnieść do warunków zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy. Na tym etapie szczególnego znaczenia nabiera nie wiedza, czyli uporządkowany zbiór informacji, lecz mądrość, czyli zdolność do właściwego wykorzystania wiedzy i działania połączonego z emocjonalnym zaangażowaniem dla dobra innych ludzi, ludzkiej cywilizacji oraz planety Ziemia.

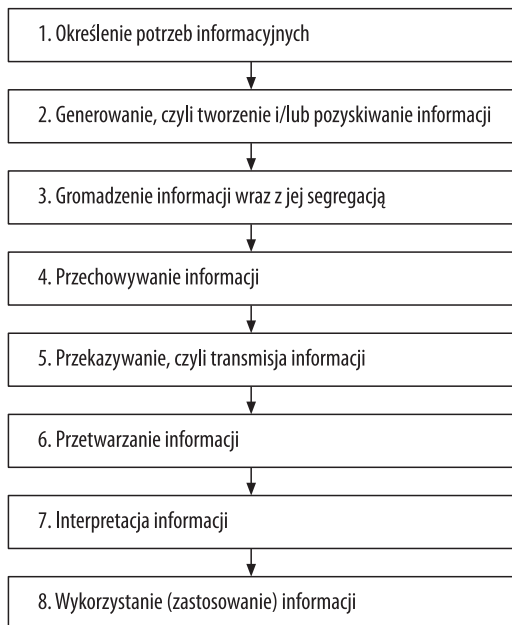
Pewne rozszerzenie dotyczyć może również procesu zarządzania wiedzą, który w zredukowanej formule obejmuje zamknięty cykl: tworzenia → wykorzystania → archiwizowania wiedzy. Tworzenie zawiera pozyskiwanie, dzielenie, kreację i kupowanie. Wykorzystanie to przede wszystkim podejmowanie decyzji. Natomiast archiwizowanie obejmuje magazyny wiedzy, *best practices*, bazy danych oraz bazy informacji. Rozszerzona wersja obejmowałaby osiem etapów zgodnych z rysunkiem 2.

Funkcjonowanie zrównoważonej i trwałej gospodarki opartej na wiedzy oraz podmiotów gospodarujących w jej ramach wymaga identyfikacji głównych zasad rządzących taką gospodarką. Zasady te mają decydujący wpływ na podmioty tworzące jej strukturę. Wśród badaczy pozostaje otwarty metodologiczno-poznawczy spór, na ile zasady funkcjonowania podmiotów gospodarujących decydują o regułach rządzących całą gospodarką (podejście redukcjonistyczne), a na ile złożoność struktur gospodarczych kreuje nowe właściwości gospodarki (ujęcie synergistyczne). Zrozumienie tych relacji jest istotne dla organizacji uczących się, opartych na wiedzy.

Problem zawarty w pytaniu – jak będą (w ujęciu ekonomii pozytywnej) lub jak powinny (w ujęciu ekonomii normatywnej) funkcjonować podmioty gospodarujące w gospodarce opartej na wiedzy? – dotyczy jeszcze jednego ważnego zagadnienia – oczekiwanych efektów. Znaczenie kształtowania wiedzy w przed-

⁵⁷ J. Brdulak, *Uwarunkowania oraz mechanizmy funkcjonowania i rozwoju organizacji opartej na wiedzy*, w: *Przedsiębiorstwo w warunkach...*, op. cit., s. 54.

Rysunek 2
 Etapy realizacji funkcji zarządzania informacją



Źródło: S. Czaja, *Zrównoważona gospodarka oparta na wiedzy, w: Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 42.

siębiorstwie podkreśliła B. Powichrowska.⁵⁸ Natomiast zasady *Global Compact*, które określają zakres zrównoważonego biznesu, opisała M. Burchard-Dziubińska⁵⁹.

Zrównoważona produkcja w przedsiębiorstwie oznacza *takie wytwarzanie towarów i usług, które:*

- *wykorzystuje procesy i systemy niezanieczyszczające środowiska (ograniczające zanieczyszczanie środowiska);*
- *oszczędza energię i surowce;*
- *jest realistyczne pod względem ekonomicznym;*
- *jest bezpieczne i nie zagraża zdrowiu ludzi;*
- *jest społecznie i twórczo opłacalne dla wszystkich pracujących ludzi.*⁶⁰

Można ją realizować na przykład za pomocą odpowiednich wzorców, do których zalicza się między innymi:

- społeczną odpowiedzialność przedsiębiorstw;
- wdrażanie systemów zarządzania środowiskowego według normy ISO 14 001 lub EMAS;
- inne dobrowolne inicjatywy, takie jak: wdrażanie projektów czystej produkcji, upowszechnianie ekoznakowania czy stosowanie oceny cyklu życia produktu;

⁵⁸ B. Powichrowska, *Kształtowanie wiedzy w przedsiębiorstwie*, w: ibidem, s. 67-87.

⁵⁹ M. Burchard-Dziubińska, *Zrównoważony biznes – dlaczego tak trudno o sukces?*, w: ibidem, s. 95.

⁶⁰ I. Januszewska, E. Broniewicz, A. Mazur, R. Rudnicki, *Uwarunkowania wdrażania wzorców zrównoważonej produkcji w małych i średnich przedsiębiorstwach*, w: ibidem, s. 162.

Tabela 1
Zasady *Global Compact*

Kategoria	Zasady <i>Global Compact</i>
Prawa człowieka	Zasada 1. Popieranie i przestrzeganie praw człowieka przyjętych przez społeczność międzynarodową.
	Zasada 2. Eliminacja wszelkich przypadków łamania praw człowieka przez firmę.
Standardy pracy	Zasada 3. Poszanowanie wolności zrzeszania się.
	Zasada 4. Eliminacja wszelkich form pracy przymusowej.
	Zasada 5. Zniesienie pracy dzieci.
	Zasada 6. Efektywne przeciwdziałanie dyskryminacji w sferze zatrudnienia.
Środowisko naturalne	Zasada 7. Prewencyjne podejście do środowiska naturalnego.
	Zasada 8. Podejmowanie inicjatyw mających na celu promowanie postaw odpowiedzialności ekologicznej.
	Zasada 9. Stosowanie i rozpowszechnianie przyjaznych środowisku technologii.
Przeciwdziałanie korupcji	Zasada 10. Przeciwdziałanie korupcji we wszystkich formach, w tym wymuszeniom i łapówkarstwu.

Źródło: M. Burchard-Dziubińska, *Zrównoważony biznes – dlaczego tak trudno o sukces?*, w: *Przedsiębiorstwo w warunkach zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Powichrowska, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 95.

- zmniejszanie energochłonności, materiałochłonności i wodochłonności produkcji oraz usług;
- uczestnictwo w inicjatywach instytucjonalnych typu „Czysty Biznes”.⁶¹

Zestaw tego typu wzorców jest bogaty, obejmuje kilkadziesiąt różnych elementów. Pozwalają one na szersze zastosowanie rachunku mikroekonomicznego, który nie tylko ułatwia identyfikację korzyści oraz kosztów poszczególnych działań, ale także ich kwantyfikację, a następnie poprzez wykorzystanie różnych technik (metod) waloryzacyjnych sprowadzenie do wspólnej podstawy – ujęcia pieniężnego. Daje ono możliwość wykorzystania wszystkich walorów optymalizacyjnego rachunku mikroekonomicznego, a przy pomocy agregacji również makroekonomicznego.⁶²

6. Teoria zrównoważonego rozwoju a polityka gospodarcza

Istnieje kwestia relacji teorii ekonomii zrównoważonego rozwoju do wiodących obecnie nurtów myśli ekonomicznej, wśród których należy wymienić zwłaszcza nurt neoliberalny, ekonomię keynesowską i postkeynesowską oraz nową ekonomię instytucjonalną. Na ogół ekonomia zrównoważonego rozwoju postrzegana jest na tym tle jako alternatywna koncepcja ekonomiczna. Można mówić o dominacji poglądu, że ekonomia zrównoważonego rozwoju jest propozycją nowego paradygmatu w naukach ekonomicznych, a tym samym nową koncepcją teorii ekonomii, na czele z teorią rozwoju gospodarczego. Wiąże się z tym między innymi zmiana akcentów w dyskusjach nad gospodarką.

⁶¹ Ibidem, s. 163.

⁶² S. Czaja, *Zrównoważona gospodarka oparta na wiedzy*, w: *Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 37-53.

Ekonomia neoliberalna główny motor procesów rozwojowych postrzega w siłach rynkowych, keynesiści zaś w polityce państwa, a instytucjoniści w doskonaleniu układu instytucjonalnego gospodarki. Generalnie dostrzegalna jest tu zasada, że gospodarka jest traktowana jako samodzielny i samowystarczalny system. Niewielki wyłom w tej regule wprowadza nowa ekonomia instytucjonalna, która akcentuje rolę otoczenia prawnego, społecznego i kulturowego gospodarki, a więc nieco rozszerza pole badawcze ekonomii. Na tym tle ekonomia zrównoważonego rozwoju rzeczywiście wydaje się nową propozycją. Zmienia ona bowiem płaszczyznę dyskusji ekonomicznych. Przyjmuje, że gospodarka jest systemem otwartym, współtworzącym triadę „gospodarka- społeczeństwo- środowisko przyrodnicze”. Dodaje zatem nowy element dyskursu naukowo-badawczego i odmiennie interpretuje funkcjonowanie gospodarki jako części znacznie bardziej rozbudowanego makrosystemu gospodarczo-społeczno-środowiskowego. Zdaniem jego zwolenników, nurt ten dzięki temu najpełniej i najbardziej realnie opisuje wszystkie zjawiska gospodarcze.

Ta metodologiczna rewolucyjność ekonomii zrównoważonego rozwoju stanowi jej wielką zaletę, ale równocześnie słabość. Nowy punkt widzenia wymaga głębokich zmian w myśleniu o rozwoju społeczno-gospodarczym, zwłaszcza odejścia od fetyszowania wzrostu gospodarczego i utożsamiania go ze wzrostem dobrobytu, co przejawia się na przykład w traktowaniu miernika wzrostu, którym jest PKB, jak o miernika rozwoju. Doprowadzenie do tych zmian jest niezwykle trudne.

Według K. Malika i K. Heffnera, wymieniony problem nieco inaczej postrzega się w teorii rozwoju regionalnego. Jako podstawę tej teorii można wymienić:

- teorię rozwoju endogenicznego, która zakłada, że rozwój regionalny powinien być oparty na wykorzystaniu i mobilizowaniu regionalnych zasobów, przede wszystkim ludzkich i kapitałowych;
- nową teorię wzrostu, która również zakłada, że rozwój opiera się na kapitale ludzkim, fizycznym i innowacyjności technologicznej, dlatego regiony ubogie mogą nadrobić opóźnienia, inwestując w kapitał ludzki oraz podnosząc poziom technologiczny, a władze publiczne powinny budować wewnętrzny potencjał regionu zamiast inwestować w bazę eksportową;
- teorię klastrów (gron) przyjmującą, że motorem rozwoju jest równoczesna współpraca i konkurencja organizacji gospodarczych działających w regionie;
- teorię rozwoju zrównoważonego opartą na założeniu, że podstawą długookresowego rozwoju gospodarczego jest trwałe użytkowanie i pomnażanie kapitału naturalnego, finansowego, ludzkiego i społecznego, przy traktowaniu ich jako jednakowo ważnych czynników rozwoju.⁶³

Teorie te mogą być dowodem na to, że teoria rozwoju zrównoważonej gospodarki została zapoczątkowana nie na poziomie makroekonomicznym, ale mezo-

⁶³ K. Heffner, K. Malik, *Paradygmat sustainable development we współczesnej polityce regionalnej*, w: *Implementacyjne aspekty zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kietczewski, Wyd. WSE, Białystok 2011, s. 113-131.

ekonomicznym i mikroekonomicznym. Komplementarność wymienionych wyżej teorii zdaje się to przypuszczenie potwierdzać.

Podobne zjawisko integracji tradycyjnego rozumienia rozwoju z interpretacją rozwoju zrównoważonego akcentuje M. Burchard-Dziubińska, odwołując się przede wszystkim do koncepcji społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw (CSR). Według tej autorki, CSR jest ideą odpowiedzialności zintegrowanej, gdyż w jej polu zainteresowania znajduje się nie tylko społeczeństwo, ale również środowisko przyrodnicze, które jest przez społecznie odpowiedzialne firmy traktowane jako jeden z interesariuszy. W istocie zatem CSR oparta jest na zasadach zrównoważonego rozwoju. Jest to istotny sygnał, że idea trwałego rozwoju staje się coraz bardziej znaczącą składową praktyki gospodarczej. Nie zmienia tego fakt, że ta koncepcja nadal jest relatywnie mało rozpowszechniona wśród firm (zwłaszcza w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw).⁶⁴

Podejście interdyscyplinarne, akceptacja kategorii innych nauk łączy nauki o zarządzaniu z ekonomią zrównoważonego rozwoju. Nauki o zarządzaniu korzystają głównie z kategorii nauk społecznych, zaś ekonomia zrównoważonego rozwoju głównie z nauk przyrodniczych. Ta metodologiczna zbieżność wydaje się pokazywać przyszłe kierunki rozwoju nauk ekonomicznych i zapewne oznacza, że samą ekonomię zrównoważonego rozwoju można uznać za projekt ekonomii przyszłości.

Dyskusja nad zrównoważonym rozwojem oraz procesem jego programowania i wdrażania wiąże się również z jednym z głównych wątków współczesnej dyskusji ekonomicznej, którym jest problem „ile państwa – ile rynku w gospodarce”, na ile procesy rozwoju zrównoważonego są spontanicznymi procesami rynkowymi, a na ile kształtuje je polityka państwa. Obecnie dominuje to drugie. Panuje przekonanie, że zrównoważony rozwój jest oparty przede wszystkim na świadomym i precyzyjnym interwencjonizmie państwowym i jego instrumentach: strategiach i programach zrównoważonego rozwoju oraz polityce gospodarczej i ekologicznej (w mniejszym stopniu także społecznej). Czy to podejście jest słuszne, zważywszy na to, że integracja teorii rozwojowych nie odbywa się na poziomie makroekonomicznym?

Zdaniem J. Famielec⁶⁵, na pytanie „ile państwa – ile rynku” właściwie nie da się udzielić wiążącej odpowiedzi, gdyż zbyt wiele uwarunkowań tę odpowiedź komplikuje. Jednym z nich jest na przykład tradycja gospodarcza w danym kraju i regionie, która bardzo często jednoznacznie kieruje zaufaniem podmiotów gospodarujących w stronę rynku lub w stronę interwencji państwa. Problem tkwi w tym, że następuje dezaktualizacja dotychczasowych koncepcji państwa i prawa, opartych na nowożytnej umowie społecznej. Nieco upraszczając istotę zagadnienia, można uznać, że państwowotwórcza umowa społeczna obejmowała dotychczas interesy wszystkich żyjących grup społecznych, dając im równe

⁶⁴ M. Burachar-Dziubińska, *Zrównoważony biznes – dlaczego tak trudno o sukces? w: Przedsiębiorstwo w warunkach...*, op. cit., s. 91-105.

⁶⁵ J. Famielec, *Rola ekonomii instytucjonalnej w kształtowaniu polityki zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 259-278.

prawa i równe szanse (w tym gospodarcze). Dziś jest to umowa nieadekwatna i niewystarczająca. Wdrażanie rozwoju zrównoważonego wymaga uwzględnienia interesów przyszłych pokoleń ludzi oraz istot pozaludzkich. Potrzeba zatem zawarcia nowej umowy społecznej, uwzględniającej również te interesy i będącej fundamentem dla państwa, prawa oraz strategii rozwojowych. Ujmując kwestię „ile państwa – ile rynku” w tym kontekście, J. Famielec wyraziła opinię, że jej treścią stanie się zapewne projekt równowagi między siłami rynkowymi i siłami oddziaływania państwa, dający szanse na optymalną realizację zasad zrównoważonego rozwoju przy uwzględnieniu interesów wszystkich zainteresowanych stron, z poszanowaniem krajowych, regionalnych i lokalnych tradycji. Adam Szczepanowski w nawiązaniu do tej opinii stwierdził, że realizacja idei zrównoważonego rozwoju i stosowna umowa społeczna powinny być oparte na jasno sprecyzowanym programie etycznym.

Dariusz Kiełczewski zwrócił uwagę, że wymieniona propozycja nawiązuje do proponowanej w latach osiemdziesiątych przez M. Serresa idei „kontraktu z naturą”⁶⁶, przy czym dyskutowana koncepcja jest jej rozszerzeniem, ponieważ obejmuje również interesy przyszłych pokoleń ludzi (u M. Serresa chodziło jedynie o interesy istot pozaludzkich). Fakt, że pokolenia te nie mogą wyrazić swojej opinii na temat bieżących kierunków rozwoju i ich wpływu na przyszłość, nie stanowi w tym przypadku żadnej przeszkody, by te interesy przewidzieć i je uwzględnić. Zapewne warta rozważenia byłaby propozycja powołania specjalnej instytucji Rzecznika Praw Przyszłych Pokoleń analogicznego do Rzecznika Praw Dziecka oraz Rzecznika Praw Zwierząt (w obu przypadkach również chodzi o uwzględnienie interesów podmiotów, które nie potrafią wyrazić ani same reprezentować swoich interesów).⁶⁷

Jadwiga Gierczycka zwróciła uwagę na kluczowe znaczenie kwestii integracji polityk sektorowych z polityką zrównoważonego rozwoju.⁶⁸ Wskazała, że zwłaszcza dokumenty strategiczne uchwalone na poziomie Unii Europejskiej dają szansę na uruchomienie tego procesu, gdyż dostrzegalne jest odejście od jednoznacznie prorozwojowego sposobu myślenia zawartego w Strategii Lizbońskiej do prorozwojowego i proekologicznego rozumowania, które można zauważyć w kolejnych dokumentach strategicznych Unii. Daje to nadzieję, że postulowana integracja będzie postępować. Jednocześnie zwróciła uwagę na sygnały niepokojące, na przykład problemy z wdrożeniem idei solidarności energetycznej oraz sprawiedliwej polityki unijnej w tym zakresie. Kiełczewski podkreślił, że w kwestii walki z globalnym ociepleniem zwyciężyło rozumowanie charakterystyczne dla społeczeństw bogatych. Tymczasem w uboższych krajach Unii Europejskiej budowa gospodarki niskoemisyjnej może stać się źródłem problemów społecznych. Wzrost cen surowców i energii związany z tą polityką może dotknąć najuboższe warstwy społeczne i narazić je na wykluczenie energetyczne.⁶⁹

⁶⁶ M. Serres, *Kontrakt z naturą*, „Literatura na Świecie” 1992 nr 7.

⁶⁷ Problem instytucji Rzecznika Praw Przyszłych Pokoleń będzie przedmiotem innego artykułu.

⁶⁸ J. Gierczycka, *Zrównoważony rozwój we wspólnych politykach Unii Europejskiej*, w: *Implementacyjne aspekty ...*, op. cit., s. 33-36.

⁶⁹ W. Nagórny, *Rozwój zrównoważony w polityce przemysłowej Unii Europejskiej*, w: *ibidem*, s. 55-67.

Artur Bołtromiuk zwrócił uwagę, że w proces wdrażania zrównoważonego rozwoju jest realizowany, ale nie jednakowo w odniesieniu do poszczególnych zasad. Wynika to z istnienia wielu barier. Jedną z nich jest bariera świadomościowa, niski poziom akceptacji celów ekologicznych przez społeczeństwo oraz utrzymujące się wysokie aspiracje materialne. Można też zauważyć podobne zjawisko w praktyce działań samorządu terytorialnego i władz rządowych. Zbyt często kwestia zrównoważonego rozwoju traktowana jest jedynie w sposób deklaracyjny – jako element strategii rozwojowej nie znajdujący pokrycia w realnych priorytetach polityki rządu i samorządów. Współpraca odpowiednich urzędów i instytucji daleka jest od doskonałości. Zauważalny jest też brak pomysłów. Przykładem potwierdzającym te stwierdzenia jest realizacja programu „NATURA 2000”. Obszary objęte tą formą przyrody są powszechnie postrzegane jako bariera rozwoju. To świadczy, że do nowej umowy społecznej jeszcze daleko. Zwrócił też uwagę na fakt, że także w nauce o zrównoważonym rozwoju zauważalny jest brak koordynacji badań naukowych oraz bardzo ograniczona współpraca między sektorem publicznym a sektorem przedsiębiorstw.

Niezbędne jest opracowanie spójnej teorii zrównoważonego rozwoju, która łączyłaby wiedzę z zakresu nauk ekonomicznych z pozostałymi naukami społecznymi, naukami przyrodniczymi, a także naukami humanistycznymi, gdyż w istocie zrównoważony rozwój jest procesem kulturowym, a zagadnienia ekonomiczne są tylko jednym z jego aspektów. Szansę na integrację ekonomii zrównoważonego rozwoju z dotychczasowym dorobkiem nauk ekonomicznych daje teoria rozwoju regionalnego, integrująca w swojej dziedzinie sposób myślenia dla ekonomii ortodoksyjnej oraz ekonomii zrównoważonego rozwoju, a także nauki o zarządzaniu z ich otwartością metodologiczną i podejściem interdyscyplinarnym.

Niezwykle istotne są kwestie ustrojowe. Niewątpliwie rewizji wymaga samo pojęcie demokracji, które w kontekście zrównoważonego rozwoju jest niedoskonałe. Demokracja „zrównoważona” powinna obejmować co najmniej także interesy przyszłych pokoleń ludzi oraz warunki bytu istot pozaludzkich.

Losy wdrażania i programowania zrównoważonego rozwoju zależą od prawidłowego określenia celów i wiodących polityk sektorowych. Niezbędna jest integracja tych polityk. Dziś najbardziej zaniedbywana wydaje się kwestia koordynacji celów społecznych i celów ochrony środowiska. Można przypuszczać, że występuje nawet regres w tym zakresie. Sukces wdrażania zrównoważonego rozwoju zależy od zaangażowania poszczególnych podmiotów: rządu, samorządów, przedsiębiorstw, organizacji pozarządowych i całego społeczeństwa. Kluczową w tej kwestii sprawą wydaje się nadal edukacja i kampanie na rzecz zrównoważonego rozwoju, gdyż świadomość rangi tych zagadnień nadal jest niewystarczająca.⁷⁰

⁷⁰ D. Kiełczewski, *Programowanie i wdrażanie zrównoważonego rozwoju, w: Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 71-77.

Zakończenie

Bogactwo myśli naukowych zaprezentowanych na konferencji nie jest możliwe do omówienia nawet w tak obszernym opracowaniu. Wskazano w nim tylko wybrane aspekty teoretyczne, które są „solą” każdej nauki. Na konferencji również dużo uwagi poświęcono opisom praktycznych aspektów wdrażania idei zrównoważonego rozwoju. Analizowano takie zagadnienia, jak: mechanizmy i narzędzia wdrażania zrównoważonego rozwoju, w tym planowanie przestrzenne, partycypację społeczną, politykę zamówień publicznych, rolę prac badawczo-rozwojowych. Kilka referatów i wystąpień w dyskusji dotyczyło zrównoważonego użytkowania i ochrony środowiska, a szczególnie skutków globalnego ocieplenia, kontrowersji związanych z handlem uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, oceny skuteczności funkcjonowania systemu zarządzania środowiskiem i wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju energetyki.⁷¹

VIII Konferencja Naukowa, kończąca cykl pod nazwą „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju”, była bardzo owocna pod względem merytorycznym, chociaż zaowocowała mniejszą liczbą publikacji niż poprzednia z 2009 roku. Organizatorów cieszy fakt, że problem zrównoważonego rozwoju znalazł tak szerokie zainteresowanie wśród naukowców. Materiały całego cyklu konferencji liczą 30 tomów, w tym trzy antologie w języku angielskim. Jest to istna „kopalnia” wiedzy z tego zakresu. Do tej literatury warto sięgać po to, aby pogłębić swoją wiedzę, ale także aby poszukać inspiracji do nowych pomysłów i projektów.

Decyzja o zamknięciu tego cyklu konferencji została podjęta nie z powodów merytorycznych. W obszarze zrównoważonego rozwoju jest tyle problemów wymagających naukowej dyskusji, że wystarczy ich na wiele cyklicznych konferencji i seminariów. Powody miały charakter formalny i organizacyjny. Formalny wynika z nowych regulacji prawnych uprawiania nauki w Polsce. Marginalizują one naukowe znaczenie referatów przedstawianych na konferencjach oraz publikacje powstałe na bazie tych referatów. Potrzebna jest nowa forma organizacji dyskusji naukowych, bardziej efektywna, a jednocześnie mniej kosztowna. Powód organizacyjny – to dezagregacja zespołu organizującego konferencję. Jest to duże przedsięwzięcie organizacyjne, możliwe do zrealizowania tylko dużym nakładem sił i środków.

W imieniu organizatorów wyrażam serdeczne podziękowanie wszystkim uczestnikom konferencji „Uwarunkowania i mechanizmy zrównoważonego rozwoju” za wkład w rozwój tej dziedziny wiedzy. Gorąco dziękuję władzom Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej za dofinansowanie wszystkich ośmiu konferencji tego cyklu. Dzięki środkom Funduszu możliwe było wydanie 30 tomów materiałów konferencyjnych. Dziękuję Mini-

⁷¹ Sprawozdania z dyskusji poświęconej tym problemom zostały opracowane przez E. Lorek, H. Sasinowskiego, R. Miłaszewskiego oraz B. Kryk i zostały zamieszczone w monografii *Kształtowanie teorii...*, op. cit., s. 79-101.

sterstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego za dofinansowanie pięciu konferencji tego cyklu (bez pierwszych dwóch i ostatniej).

We własnym imieniu szczególne podziękowania kieruję do bezpośrednich organizatorów poszczególnych konferencji. Skład komitetów organizacyjnych zmieniał się, kilka osób uczestniczyło okazjonalnie, kilka wielokrotnie. Spośród tej drugiej grupy szczególne słowa uznania należą się Elżbiecie Broniewicz, Joannie Ejdys, Grzegorzowi Dobrzańskiemu, Bogumile Powichrowskiej, Edycie Sidorczuk-Pietraszko. Słowa uznania kieruję do całego zespołu redakcyjnego, do redaktorów merytorycznych tomów, grafików, korektorów, a szczególnie dziękuję redaktor wydawnictwa Janinie Demianowicz i redaktorowi technicznemu Andrzejowi Poskrobce.

Należy wyrazić nadzieję, że problem teorii i praktyki zrównoważonego rozwoju gospodarki opartej na wiedzy oraz ekonomii trwałego i zrównoważonego rozwoju będą przedmiotem dalszych dyskusji naukowych, organizowanych już według nowych zasad formalnych, w nowej formule organizacyjnej.

*Podstawy współczesnej ekonomii zrównoważonego rozwoju
– próba wskazania podstawowych jej problemów.*

*Recenzja podręcznika H. Rogalla „Podstawy zrównoważonej nauki
o gospodarce. Ekonomia dla studiujących w 21 stuleciu”*

Holger Rogall, *Grundlagen einer nachhaltigen Wirtschaftslehre. Volkswirtschaftslehre für Studierende des 21. Jahrhunderts, (Podstawy zrównoważonej nauki o gospodarce. Ekonomia dla studiujących w 21 stuleciu)*. Mit einem Geleitwort von Ingmar Hauchler und Gastbeiträgen von Stefan Klinski und Vivianne Scherenberg, Metropolis-Verlag für Ökonomie, Gesellschaft und Politik GmbH Marburg 2011, ISBN 978-3-89518-860-2, ss. 832.

Holger Rogall jest profesorem ekonomii zrównoważonego rozwoju na największej uczelni ekonomicznej w Niemczech – Wyższej Szkole Gospodarki i Prawa w Berlinie, przewodniczącym Towarzystwa Zrównoważonego Rozwoju (*GfN, Gesellschaft für Nachhaltige Entwicklung*), a także koordynatorem Sieci Zrównoważonej Ekonomii i autorem kilku podręczników w zakresie zrównoważonej ekonomii. Najnowszą pracą H. Rogalla jest podręcznik *Podstawy zrównoważonej nauki o gospodarce. Ekonomia dla studiujących w 21 stuleciu*. Przedstawiono w niej teoretyczne i normatywne podstawy zorientowanej na przyszłość ekonomii zrównoważonego rozwoju. Najważniejszymi problemami są przede wszystkim: ocieplenie klimatu, nadmierne wykorzystanie zasobów naturalnych, głód i ubóstwo, kryzysy finansowe i gospodarcze czy masowe migracje. Nie mogą być one rozwiązane poprzez „wolne rynki” i pozbawioną ograniczeń globalizację gospodarczą. Wymaga to nowych warunków ramowych i konsekwentnej przebudowy (transformacji) współczesnych globalnych gospodarek.

Holger Rogall nawiązuje do koncepcji wolności hinduskiego ekonomisty Amartyi Sena, gdyż istotne są nie tylko polityczne prawa wolności, ale także usunięcie materialnej nierówności z zachowaniem zasad etycznych i trwałości wymiaru ekonomicznego i społeczno-kulturowego. Największą zaletą książki H. Rogalla jest zintegrowanie perspektywy badawczej z innymi naukami, a więc kompatybilność problemów ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Na podkreślenie zasługuje jasna dydaktyczna koncepcja książki: ogólnie zrozumiały język bez formuł matematycznych, definicje i cechy charakterystyczne wyróżnione w specjalnych zacienionych boksach, liczne tabele i ryciny ułatwiające lekturę. Na końcu każdego rozdziału znajduje się zalecana literatura i źródła internetowe, a także pytania egzaminacyjne.

W części pierwszej wyróżniono następujące rozdziały: *Podstawowe pojęcia ekonomii; Szkoły ekonomiczne – początki; Neoklasyka; Keynesizm; Szkoły ekonomiczne po 2. wojnie światowej; Zrównoważona ekonomia; Idealne typy i realne systemy gospodarki; Mikroekonomia: czynniki wyznaczające popyt; Czynniki wyznaczające podaż przedsiębiorstw; Tworzenie się cen na zróżnicowanych rynkach*. Rogall analizuje krytycznie podstawowe szkoły ekonomiczne: klasykę, podejścia socjalistyczne i społeczne, neoklasykę, keynesizm, szkoły ekonomiczne po drugiej wojnie światowej, a także ekonomię zrównoważonego rozwoju. Proponuje ścisłą

definicję zrównoważonego rozwoju, uwzględniającą między innymi podstawy etyczne wspierania (społeczno-ekologicznej) zrównoważonej demokracji, uznanie absolutnych granic naturalnej pojemności, podejście zintegrowane. Autor odrzuca neoklasyczną ekonomię środowiska jako nadmiernie uproszczoną koncepcję badawczą i dydaktyczną. Współcześnie można mówić o zrównoważonej ekonomii (*sustainable economics*) i wskazać na jej podstawowe założenia. Wiele uwag poświęca H. Rogall idealnym typom i realnym systemom gospodarki. Wymienia takie typy, jak: kapitalistyczna gospodarka rynkowa, późny kapitalizm, zrównoważona gospodarka rynkowa albo gospodarka mieszana, centralnie administrowana gospodarka, socjalistyczna gospodarka rynkowa i kapitalistyczne gospodarki planowe.

W drugiej części książki *Makroekonomia a polityka gospodarcza* zamieszczono następujące rozdziały: *Problemy, cele, metody pomiaru; Aktorzy polityki gospodarczej; Rozwój gospodarczy – paradygmat trwałości; Polityka zatrudnienia – samodzielne zabezpieczenie egzystencji; Polityka pieniężna – stabilność ekonomiczna; Polityka finansowa – odpowiedni do działania budżet państwowy; Polityka społeczna, rozwój demograficzny – brak ubóstwa; Sprawiedliwość międzypokoleniowa; Polityka konkurencyjna – efektywna konkurencja; Polityka ekologiczna – utrzymanie naturalnej pojemności*. Dużą wagę przywiązuje H. Rogall do pomiaru zakresu trwałego i zrównoważonego rozwoju. Problematyka ta obejmuje: funkcje systemu wskaźników, wymogi systemu wskaźników, typy wskaźników. Ważne znaczenie posiada system celów zrównoważonej gospodarki (cele ekologiczne, cele ekonomiczne, cele społeczno-kulturowe), a także strategię zrównoważonej ekonomii – strategię wydajności, strategię zgodności, strategię ograniczoności. W koncepcji zrównoważonego rozwoju istotne są: polityka zatrudnienia, polityka pieniężna, polityka finansowa, polityka społeczna i rozwój demograficzny, a także brak ubóstwa, polityka konkurencyjna czy polityka ekologiczna.

W trzeciej części książki *Międzynarodowa polityka gospodarcza* zamieszczono następujące rozdziały: *Teorie handlu zagranicznego – szanse globalizacji; Polityka gospodarki zagranicznej – równowaga bilansu płatniczego; Struktura ładu gospodarki światowej – kooperacja; Polityka walutowa – stabilne systemy walutowe; Ryzyka globalizacji i deregulacji; Polityka rozwojowa – rozwój i współpraca, czy wreszcie Konieczne warunki ramowe dla gospodarki światowej*. Autor podkreśla zdumiewającą wprost karierę problematyki globalizacji w ekonomii i pozostałych naukach społecznych. Jako wybrane dane gospodarcze o zakresie globalizacji służyć mogą: strumienie finansowe, strumienie kapitału (inwestycje bezpośrednie), strumienie towarów, ruchy migracyjne poszukujących zatrudnienia. Istotne znaczenie w stosunkach międzynarodowych posiada równowaga bilansu płatniczego. Stąd też występują różnorodne instrumenty sterowania handlem zagranicznym. Rogall negatywnie ocenia różnorodne skutki protekcjonizmu. We współczesnym świecie występują różnorodne formy kooperacji gospodarczej: strefa wolnego handlu, unia celna, wspólny rynek, unia gospodarcza czy unia walutowa. Unia Europejska stanowi istotną formę współpracy pomiędzy krajami europejskimi, posiadając duży potencjał gospodarczy i społeczno-kulturowy, pomimo problemów jej przyszłości (federalizm *versus* związek państw). Istotnym problemem są elastyczne kursy wymienne walut, gdyż powodują one niestabilne przepływy środków finansowych i kapitałowych. Wywołuje to zagrożenia międzynarodowego handlu i gospodarki światowej,

a także politykę wyrównanych bilansów płatniczych przez państwa narodowe. Globalizacja – w obecnej formie – prowadzi do nadmiernego wykorzystania zasobów naturalnych, ryzyk ekonomicznej stabilności, a także wielu negatywnych skutków społeczno-kulturowych i społeczno-ekonomicznych. Rozwój kasynowego kapitalizmu prowadzi ostatecznie do globalnego kryzysu finansowego. Uważa się, że tylko 5% globalnych transakcji finansowych służy opłaceniu wymiany towarów, usług i inwestycji bezpośrednich, a 95% stanowią „czyste” inwestycje finansowe służące celom spekulacyjnym, bez produkcji towarów czy świadczenia usług. W tym kontekście wymienić trzeba puste sprzedaże, derywaty (produkty finansowe), a także fundusze hedgingowe i *private equite*. Utrzymywanie się nieopohamowanego turbokasynowego i kasynowego kapitalizmu nie wydaje się zgodne z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Do ważnych problemów należy zrównoważona gospodarka rynkowa na płaszczyźnie globalnej. Wiąże się to z najważniejszymi czynnikami rozwojowymi obejmującymi bezpieczeństwo prawne i minimalny zakres praw podstawowych, bezpieczeństwo polityczne, stabilność makroekonomiczną, stabilny system podatkowy i finansowy, wystarczającą infrastrukturę i odpowiedni poziom wykształcenia dla wszystkich mieszkańców. Istotne problemy wiążą się ze strategiami rozwojowymi dla najbiedniejszych krajów.

Podsumowanie rozważań stanowi *Przegląd* z trzema rozdziałami: *Porównanie tradycyjnych szkół ekonomicznych; Zróżnicowana polityka gospodarcza i zatrudnienia; Od tradycyjnej do zrównoważonej ekonomii*. Według H. Rogalla, na płaszczyźnie narodowej niezbędne są: przebudowana i ekologizacja systemu podatkowego i opłat, polityka selektywnego wzrostu, ograniczenie stosunków zatrudnienia z małymi prawami pracobiorców, regulacja rynków finansowych, ściśle reguły dla sprzedaży przedsiębiorstw, rekomunalizacja przedsiębiorstw. W ramach zrównoważonego rozwoju najważniejsze znaczenie posiadają: klasyczna ochrona środowiska, zrównoważona polityka energetyczna i polityka ochrony klimatu, zrównoważona polityka mobilności, zrównoważone korzystanie z wody, zrównoważona polityka zdrowotna, polityka edukacyjna, naukowa i badawcza, zrównoważony rozwój miast. Współcześnie podstawowe wyzwanie stanowi stopniowe przejście od tradycyjnej do zrównoważonej ekonomii.

Książka H. Rogalla *Podstawy zrównoważonej nauki o gospodarce. Ekonomia dla studentów w 21 stuleciu* stanowi niewątpliwie cenny podręcznik ekonomii zrównoważonej. Jest on szczególnie ważny w warunkach współczesnego kryzysu ekologicznego i ekonomiczno-finansowego. Warto by przetłumaczyć tę cenną książkę na język polski jako kompendium współczesnej wiedzy ekonomicznej dla praktyków i teoretyków życia gospodarczego w Polsce.

prof. dr hab. Eugeniusz Kośmicki

Jubileusz Profesora Kazimierza Górki

Seminarium Jubileuszowe prof. dr. hab. Kazimierza Górki z okazji 45-lecia pracy naukowej i 70-lecia urodzin odbyło się 16 czerwca 2011 roku. Na tę wyjątkową uroczystość, zorganizowaną przez Katedrę Polityki Przemysłowej i Ekologicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, zaproszeni zostali: rodzina Profesora, władze uczelni, współpracownicy, przyjaciele, koledzy i uczniowie, którzy tłumnie przybyli świętować razem z Jubilatem (ponad 120 osób).

Uroczystość rozpoczęła się od przywitania Jubilata i przybyłych gości przez prof. dr hab. Józefę Famielec, kierownika Katedry Polityki Przemysłowej i Ekologicznej. Profesor przedstawiła krótki życiorys Profesora Kazimierza Górki, podkreślając, że sylwetkę Jubilata najlepiej charakteryzują osoby, z którymi współpracował, oraz jego dorobek naukowy.

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, w którym Profesor Kazimierz Górka obecnie pracuje na stanowisku profesora zwyczajnego, był też miejscem Jego studiów (kierunek Ogólnoekonomiczny na Wydziale Produkcji i Obrotu Towarowego Wyższej Szkoły Ekonomicznej, lata 1958-1963) oraz pierwszej pracy zawodowej. Pod koniec stażu asystenckiego w Katedrze Ekonomiki Przemysłu WSE, 1 maja 1964 roku został zatrudniony jako asystent w tej Katedrze. W dniu 30 czerwca 1971 roku obronił rozprawę doktorską *Kierunki i ekonomiczna efektywność wykorzystania gazu ziemnego jako surowca przemysłu chemicznego*. W rezultacie 1 października 1971 roku został mianowany na stanowisko adiunkta. Zainteresowania badawcze, wcześniej związane głównie z ekonomiką przemysłu, poszerzyły się o ekonomikę ochrony środowiska. Rozprawa habilitacyjna *Racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska naturalnego i jego ochrona w procesie kształtowania rozwoju przemysłu*, obroniona 13 stycznia 1986 roku, stanowi dowód integracji tych dwóch obszarów dalszego rozwoju naukowego Jubilata i badań w kierowanych przez Niego jednostkach. Profesor K. Górka kierował Zakładem Ekonomiki Przemysłu (od 1 października 1987 roku). W latach 1990-1992 pełnił funkcję dyrektora Instytutu Ekonomiki Przemysłu, a następnie, od 1 marca 1992 roku kierował nowo utworzoną Katedrą Polityki Przemysłowej i Ekologicznej. Praca naukowo-badawcza, dydaktyczna i organizacyjna Jubilata została uwieńczona uzyskaniem tytułu profesora nauk ekonomicznych w 1993 roku.

Problematyka badań Jubilata koncentrowała się na takich obszarach, jak programowanie rozwoju przemysłu i polityka przemysłowa, zarządzanie przedsiębiorstwami przemysłowymi, rozwój przemysłu chemicznego, koszty pracy w przemyśle i budownictwie (w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych), samorząd pracowniczy, bariera ekologiczna rozwoju społeczno-gospodarczego (lata siedemdziesiąte), polityka ekologiczna państwa, koszty ochrony środowiska naturalnego, opłaty ekologiczne, funkcjonowanie funduszy ekologicznych, źródła finansowania oraz rachunek efektywności ekonomicznej i ekologicznej inwestycji, gospodarka nieformalna („szara strefa”). Te ostatnie problemy są nadal przedmiotem zainteresowań i publikacji Profesora.

Dorobek naukowy Jubilata obejmuje ponad 500 pozycji. Wśród nich warto przywołać współautorstwo (pod redakcją profesora Józefa Gajdy) pierwszego w Polsce podręcznika z zakresu ekonomiki i programowania rozwoju przemysłu (z 1987 roku, wznowionego w 1991 roku) oraz współautorstwo – razem z profesorem Bazyliem Poskrobką – pierwszego ogólnopolskiego podręcznika do ekonomiki ochrony środowiska (z 1987 roku, wznowionego w 1991 roku). Jego poszerzoną wersją jest książka *Ochrona środowiska. Problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*, opublikowana w czterech zmienionych wydaniach w latach 1987, 1991, 1995 i 2001.

Profesor Kazimierz Górka jest uznanym liderem krakowskiej szkoły ekonomistów środowiska naturalnego, współzałożycielem i pierwszym przewodniczącym, a obecnie aktywnym działaczem polskiego oddziału Europejskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych (EAERE) istniejącego od 1991 roku. Z tego też względu był członkiem Rady Ekologicznej przy Prezydencie RP Lechu Wałęsie, Rady Gospodarki Wodnej przy ministrze ochrony środowiska, zasobów naturalnych i leśnictwa, Rady Ochrony Środowiska przy prezydencie Miasta Krakowa, członkiem Zarządu i działaczem Polskiego Klubu Ekologicznego, członkiem rady programowej czasopism „Ekonomia i Środowisko” (do dzisiaj) oraz „Aura”, a także członkiem redakcji czasopisma „Problemy Ekologii”.

Doświadczenia naukowe Jubilata pozwoliły mu kierować kilkunastoma pracami badawczymi i zespołami opracowującymi ekspertyzy dla przemysłu, ministra środowiska, ministra gospodarki, NFOŚiGW, urzędów wojewódzkich i innych instytucji. Dorobek i działalność Profesora Kazimierza Górki były wielokrotnie nagradzane przez ministra nauki, rektora uczelni, prezydenta miasta Krakowa. Przyznano mu order i odznaczenia państwowe, regionalne i inne, w tym Krzyż Oficerski, Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski, Złoty i Srebrny Krzyż Zasługi, Medal Komisji Edukacji Narodowej.

W osobie Profesora Kazimierza Górki, „spotkały się” wszystkie niezbędne elementy składające się na pasję naukową¹: zainteresowanie przedmiotem, znajdowanie przyjemności w badaniu, odwaga bycia trochę innym niż wszyscy ludzie w otoczeniu, motywacja pracy naukowej, uczestniczenie w nauce jako instytucji, zażyłość z książkami i czasopismami, „słęczenie przy biurku”.

Pasję naukową Jubilata uzupełnia pasja życiowa, którą są podróże. Jubilat zwiedził większość kontynentów i krajów, niektóre z nich wiele razy. Zna prawie każdy zakątek Polski, o wielu potrafi opowiadać ze szczegółami. Przesyła pozdrowienia liczным znajomym i przyjaciółom z każdego miejsca, do którego jedzie. Zebrał tysiące kartek pocztowych, są wśród nich również te przesyłane z miejsc pobytu do domu rodzinnego².

Po zakończeniu prezentacji sylwetki Profesora Kazimierza Górki głos zabrał prorektor do spraw Badań Naukowych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, prof. dr hab. Andrzej Maławski, który wręczył Jubilatowi dedykowaną mu Księgę Jubileuszową *Ekologiczne uwarunkowania rozwoju gospodarki oraz przedsiębiorstw*. Autorami Księgi są współpracownicy Profesora z różnych ośrodków naukowych: z naszej Uczelni (prof. dr hab. Ryszard Borowiecki i prof. dr hab. Zygmunt Szymła), z Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

¹ M. Heller: *Jak być uczonym*. Wydawnictwo Znak, Kraków 2009, s. 19-26.

² J. Famielec: *Działalność naukowa Profesora Kazimierza Górki. W: Ekologiczne uwarunkowania rozwoju gospodarki oraz przedsiębiorstw. Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Kazimierzowi Górcie*. Uniwersytet Ekonomiczny, Kraków 2011, s. 7-9.

(prof. dr hab. Grażyna Borys i prof. dr hab. Tadeusz Borys), z Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach (prof. dr hab. Elżbieta Lorek i dr Agnieszka Lorek), z Uniwersytetu Łódzkiego (prof. UŁ dr hab. Małgorzata Burchard-Dziubińska), z Uniwersytetu Warszawskiego (prof. dr hab. Tomasz Żylicz), z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (prof. AGH dr hab. Leszek Preisner i dr Tadeusz Pindór), z Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku (prof. dr hab. inż. Bazyli Poskrobko), z Politechniki Białostockiej (prof. dr hab. inż. Rafał Miłaszewski), z Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej (prof. dr hab. Franciszek Piontek i prof. WSB dr hab. Barbara Piontek), z Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju w Londynie (dr Grzegorz Peszko) oraz pracownicy Katedry Polityki Przemysłowej i Ekologicznej (prof. UEK dr hab. inż. Krzysztof Berbeka, dr Justyna Dyduch, prof. dr hab. Józefa Famielec, mgr Maria Gabryś, dr Małgorzata Kożuch, dr Piotr Paweł Małecki, dr Ksymena Rosiek, mgr Ivan Telega oraz dr hab. Urszula Wąsikiewicz-Rusnak). Publikacja udostępniona zostanie również w formie elektronicznej (e-book).

Życzenia Jubilatowi złożyli następnie przybyli na uroczystość dziekani UEK: prof. UEK dr hab. Krzysztof Surówka z Wydziału Finansów, prof. UEK dr hab. Kazimierz Zieliński z Wydziału Ekonomii i Stosunków Międzynarodowych, prof. dr hab. Władysław Kędzior z Wydziału Towaroznawstwa oraz prof. UEK dr hab. Paweł Lula z Wydziału Zarządzania. Jako kolejny gratulacje złożył rektor Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, prof. dr hab. Bogusław Fiedor, który przygotował na tę okazję okolicznościowy wiersz nawiązujący do toczącej się od lat debaty odnośnie do terminu „rozwój zrównoważony”. Następnie głos zabrał rektor Szkoły Głównej Handlowej, prof. dr hab. Adam Budnikowski. Z kolei z adresem wystąpił rektor PWSZ im. St. Tarnowskiego w Tarnobrzegu, prof. dr hab. Kazimierz Jaremczuk. Przekazano również adres w imieniu prezes Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego prof. dr hab. Elżbiety Mączyńskiej z podziękowaniami za wieloletnią współpracę i działalność na rzecz PTE.

Dalsza część uroczystości, prowadzona przez dr Ksymenę Rosiek, była poświęcona wystąpieniom licznie przybyłych gości z różnych stron kraju. Składane przez nich życzenia oraz refleksje dotyczące ich przyjaźni i współpracy z Profesorem Kazimierzem Górką świadczą o tym, że Jubilat jest nie tylko wybitnym naukowcem i dydaktykiem, ale również lubianym kolegą.

To, jak wielkie znaczenie dla pokoleń naukowców miała praca i zaangażowanie Jubilata, najlepiej oddają fragmenty listów gratulacyjnych:

Mój najszerszy podziw budzi pracowite życie Pana Profesora w służbie człowiekowi i nauce. Najlepszym tego przykładem są liczne publikacje naukowe, nowatorskie rozwiązania i analizy z obszaru polityki gospodarczej i ekologicznej, a zwłaszcza kilka pokoleń studentów i naukowców, którzy mieli zaszczyt i szczęście być uczniami Pana Profesora. Ich aktywność i sukcesy na polu praktyki gospodarczej i badań naukowych są najpiękniejszym i najwartościowszym śladem, jaki może pozostawić po sobie mistrz i nauczyciel.

Z listu prof. dr hab. Bogusława Fiedora,
Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Poczytuję sobie za wielki zaszczyt, że w mojej pracy naukowo-dydaktycznej i działalności organizatorskiej miałem szczęście poznać i zaprzyjaźnić się z Panem Profesorem, z Tobą Drogi Kazimierzu – człowiekiem niezwykle pracowitym, skromnym, o wielkiej kulturze osobistej, dbającym o wysoki poziom publikacji i prac badawczych oraz rozwój kadry naukowej, całym sercem zaangażowanym w życie akademickie i integrację środowiska naukowego z różnych ośrodków uniwersyteckich”.

Z listu prof. dr. hab. Ryszarda Borowieckiego,
Kierownika Katedry Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw UEK.

Szczególnie chciałabym podkreślić zasługi Pana Profesora w organizacji i kierowaniu badaniami naukowymi. Ranga i znaczenie proponowanych i realizowanych z inicjatywy Pana Profesora badań są dobrze znane na naszym Wydziale i szczególnie cenione, zarówno ze względu na wybitny dorobek naukowy, jak też pomoc i inspirację, jakie wniosły i wnoszą w działalność naukową i dydaktyczną Wydziału Nauk Ekonomicznych.

Z listu prof. UE dr. hab. Andrzeja Graczyka,
Dziekana Wydziału Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Imponujący dorobek naukowy i droga życiowa Pana Profesora stanowi inspirację twórczą dla wielu naukowców, dla których jest Pan Profesor trwałym wzorem do naśladowania. W szczególności na podkreślenie w tym kontekście zasługuje realizowana przez Pana Profesora idea ciągłego wdrażania wyników badań naukowych do sfery realnej.

Z listu prof. PO dr. hab. Krzysztofa Malika,
Dziekana Wydziału Zarządzania Politechniki Opolskiej.

„Nie zawsze jest tak, że realizując prace naukowe, poznaje się człowieka, który zostaje serdecznym przyjacielem. Rzadkością jest tak, że w świadomości szerokiego kręgu naukowców utrwała się tandem autorski. [...] Stworzyliśmy międzyregionalny zespół badawczo-autorski. Wyprzedziliśmy czas. Zrobiliśmy to, co dzisiaj staje się normą, a nawet przedmiotem misternych zaleceń. [...]

Drogi Profesorze, stałeś się więc – chcesz tego czy nie, wzorem do naśladowania. Wielu młodych naukowców pójdzie Twoją drogą i osiągnie sukcesy naukowe, organizacyjne, społeczne”.

Z listu prof. dr. hab. inż. Bazylego Poskrobki,
Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku.

W osobie Pana Profesora znajdujemy godny wzór do naśladowania, który prowadzi nas przez zawile ścieżki naukowca i życia prywatnego. Niewielu z nas będzie mogło się poszczycić się takimi osiągnięciami w ciągu całej swojej pracy naukowej jak Pan Profesor.

Z listu prof. US dr. hab. Barbary Kryk,
Uniwersytet Szczeciński.

Ten uroczysty dzień to przede wszystkim okazja do złożenia najlepszych życzeń dostojnemu Jubilatowi, a w pierwszej kolejności zdrowia i dalszych sukcesów naukowych. Jest to też czas na popatrzenie wstecz na długą listę tytułów, osiągnięć i niebawale bogaty dorobek Pana Profe-

sora. Dzięki wielkiemu zaangażowaniu i oddaniu naukom ekonomicznym, a także w oparciu o Pańskie doświadczenie i niezwykłą wiedzę oraz chęć i umiejętność podzielenia się nią, wychowały się całe rzesze studentów, magistrów i doktorów. Są oni naśladowcami i zarazem kontynuatorami Pańskiej myśli naukowej.

Z listu mgr. Henryka Kultysa,
Prezesa Zarządu Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania Spółka z o.o. w Krakowie.

Twój talent i pracowitość, konsekwencja i poświęcenie przynoszą pożytek nauce i społeczeństwu. Jako absolwent naszej znakomitej Uczelni z uznaniem i dumą odbierałem Twój wkład naukowy na rzecz zrównoważonego rozwoju, ekonomiki gospodarowania zasobami naturalnymi, ochrony środowiska oraz polityki gospodarczej i społecznej. Podziwiałem zawsze Twój twórczy i kształcący udział w międzynarodowych komitetach naukowych, konferencjach regionalnych, a także Twoje liczne publikacje z praktyki gospodarczej i ekologicznej oraz ekonomiki zasobów naturalnych. Przy tych sukcesach naukowych urzeka mnie Twoja skromność i Twoja wrażliwość.

Z listu mgr. Ireneusza Maklesa,
byłego radcy Premiera RP i Konsula Generalnego RP w krajach azjatyckich.

Jako naukowiec przez swoją aktywność, dociekliwość, a także otwarcie na drugiego człowieka zjednał sobie Pan Profesor uznanie zarówno wśród kadry naukowej, jak i studentów. Osiągnięcia naukowe łączył Pan starannie z troską o wychowanie nowych pokoleń następców, a także realizacją licznych pasji, pośród których piesze wędrówki były na pierwszym miejscu.

Z listu dr. Stanisława Bisztygi, Senatora RP.

Druga część Seminarium, poświęcona prezentacji referatów naukowych, prowadzona była przez prof. UEK dr. hab. inż. Krzysztofa Berbekę. Jako pierwszy wystąpił prof. dr hab. Tomasz Żylicz z Uniwersytetu Warszawskiego, który przedstawił referat *Czy efektywność ma elektorat?* Faktycznie podejmowane wybory w gospodarce rynkowej nie zawsze spełniają teoretyczne kryteria efektywności. Osiąganie efektywności bywa możliwe, ale jest trudne. Jednym z najpilniejszych wyzwań stojących przed ekonomią jest badanie warunków, które na to pozwalają. Prof. T. Żylicz zwrócił uwagę na paradoksy wyboru publicznego (paradoks de Condorceta, dylemat więźnia i twierdzenie Coase'a) i omówił główne nurty badań ekonomicznych poświęconych szansom na osiągnięcie efektywności (ekonomia psychologiczna, kontestacja równowagi Nasha, teoria agencji).

Następnie prof. dr hab. Tadeusz Borys z Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu podzielił się swoimi refleksjami na temat genezy i istoty zintegrowanej odpowiedzialności biznesu. Odpowiedzialność należy do centralnych kategorii w etyce biznesu, podobnie jak w etyce ogólnej. Odpowiedzialność zintegrowana biznesu obejmuje odpowiedzialność ekonomiczno-finansową, prawną, środowiskową i społeczną, a ich fundamentem jest odpowiedzialność etyczna.

Wystąpienie dr. Grzegorza Peszki z Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju w Londynie poświęcone było skuteczności instrumentów polityki klimatycznej na przykładzie Federacji Rosyjskiej. Grzegorz Peszko jest byłym pracownikiem Katedry Polityki Przemysłowej i Ekologicznej oraz doktorantem Jubilata. Przedstawione przez niego w referacie wyniki

badania wskazują, że odpowiedni dobór instrumentów polityki klimatycznej może mieć duży wpływ na decyzje inwestorów i na emisje gazów cieplarnianych. Duże znaczenie dla inwestorów mają nie tylko wąsko ukierunkowane instrumenty polityki, takie jak systemy handlu emisjami czy standardy efektywności energetycznej, ale także szerszy kontekst polityki energetycznej i gospodarczej.

Następnie prof. US dr hab. Ewa Komorowska z Uniwersytetu Szczecińskiego wygłosiła referat na temat *Jak się ma ekonomia do filologii, czyli o wymianie towarowej, pieniądzu czy różnych sposobach rachowania i mierzenia dawnych Słowian słów kilka*.

W przerwie podano kawę w nowo otwartym Klubie „Grota”, a Seminarium Jubileuszowe zakończył uroczysty obiad w budynku „Ustronie”.

Opracowały:
dr Justyna Dyduch
dr Ksymena Rosiek

*O wpływie Prof. dr. hab. Kazimierza Górki
na pogłębienie moich zainteresowań naukowych.
Refleksje na kanwie Jubileuszu 45-lecia pracy naukowej
i 70. rocznicy urodzin Profesora*

Moja znajomość z dostojnym Jubilatem datuje się od wielu lat. Zbliżyła nas praca w Kole Uczelnianym Polskiego Klubu Ekologicznego. W swoich refleksjach chciałbym podkreślić, że osobowość Profesora Kazimierza Górki wpłynęła na pogłębienie moich zainteresowań naukowych problematyką ochrony środowiska nie tylko na forum uczelnianym czy Polskiego Klubu Ekologicznego, ale także od strony jego aspektów europejskich i prawnomiędzynarodowych. W latach późniejszych pracowaliśmy razem na forum Europejskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych. Jako członek tego stowarzyszenia mogłem publikować moje opracowania na łamach „naszego” pisma – „Ekonomii i Środowiska” wychodzącego w Białymstoku. Mogłem z bliska obserwować, jak osobowość Pana Profesora odcisnęła swoje piętno na działalności Stowarzyszenia. Pan Profesor Kazimierz Górka zawsze zwracał uwagę na aspekty prawne w problematyce ochrony środowiska. Przypomnę wielokrotnie wznawianą pozycję napisaną wspólnie z ekonomistą prof. dr. hab. Bazyliem Poskrobką i prawnikiem prof. dr. hab. Wojciechem Radeckim z Instytutu Nauk Prawnych PAN we Wrocławiu (*Ochrona środowiska. Problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*, PWE, Warszawa 1991, 1995, 1998, 2001).

Panie Profesorze, Dostojny Jubilacie – stu lat w dobrym zdrowiu i kolejnych inspirujących dalszych publikacji na rzecz poprawy ochrony środowiska w Polsce, Europie i na świecie.

*Marian Banach
Katedra Prawa Międzynarodowego i Porównawczego
Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*

INFORMACJE

INFORMATION

Informacje dla autorów

Zapraszamy do nadsyłania tekstów o charakterze naukowym poświęconych teorii i praktyce zrównoważonego rozwoju, zarządzania środowiskiem oraz ekonomii środowiska i zasobów naturalnych. Nadsyłane teksty mogą mieć formę artykułów naukowych, sprawozdań z badań, omówień i recenzji książek, informacji o konferencjach, sympozjach i seminariach naukowych.

Tekst powinien posiadać wyraźnie wyodrębnione części składowe (wstęp, rozdziały, podrozdziały i zakończenie/podsumowanie) oraz streszczenie w języku polskim i angielskim (\pm 600 znaków). Praca powinna zachować 3-stopniowy format numerowania (bez numeracji wstępu i zakończenia): 1.; 1.1.; 1.1.1. Przy opracowywaniu publikacji prosimy o przestrzeganie następujących zaleceń edytorskich:

- Edytor: Microsoft Word lub kompatybilny
- Format kartki A4 (marginesy: G – 2, D – 2, L – 2, P – 4).
- Czcionka: tekst – Times New Roman 12, przypisy – Times New Roman 10.
- Interlinia – 1,5 p.
- Odwołania do literatury w przypisach powinny być umieszczone według wzoru:
 - J. Kowalski, *Ekonomia środowiska*, PWN, Warszawa 2002, s. 15.
 - *Ekonomia środowiska*, red. Jan Kowalski, PWN, Warszawa 2002, s. 22.
 - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska*, w: *Ekonomia środowiska*, red. Jan Kowalski, PWN, Warszawa 2002, s. 35.
 - J. Nowak, *Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwie*, „*Ekonomia i Środowisko*” 2004 nr 2(26), s. 15.
 - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska*, www.ukie.gov.pl [Dostęp: 15-06-2006].
 - Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz.U. nr 63, poz. 638).

Przypisy powinny być wstawiane jako przypisy dolne z autonumerowaniem.

Rysunki i schematy (wyłącznie czarno-białe) wyrysowane w programie Microsoft Word – wszystkie elementy powinny zostać zgrupowane. Wstawione grafiki (np. JPG) oraz schematy (np. Excel) należy dodatkowo zamieścić jako osobne pliki.

Tabele powinny być dopasowane do szerokości strony, obramowanie pojedyncze 0,5 pkt, bez autoformatowania, automatyczna wysokość wierszy.

Prosimy nie stosować: nagłówków i stopek, własnych stylów formatowania, wcięć akapitów i nie dzielić wyrazów.

Materiały nadesłane pod adresem redakcji czasopisma powinny zawierać jeden egzemplarz wydruku oraz zapis elektroniczny tekstu (plik nadesłany pocztą elektroniczną, dyskietka lub płyta). Prosimy o załączenie adresu do korespondencji oraz nazwy instytucji (afiliacji).

Przyjmujemy jedynie oryginalne, nigdzie wcześniej niepublikowane teksty. Nadesłane materiały są recenzowane. Teksty niespełniające wymogów Redakcji będą odsyłane do poprawek autorom. Opracowania zakwalifikowane do druku podlegają adiustacji językowej oraz korekcie technicznej. Redakcja zastrzega sobie prawo do skracania materiałów oraz zmiany tytułów.

Korespondencję prosimy kierować pod adresem:

FUNDACJA EKONOMISTÓW ŚRODOWISKA I ZASOBÓW NATURALNYCH

Redakcja Czasopisma „*Ekonomia i Środowisko*”

15-424 Białystok, ul. Lipowa 51
e-mail: wydawnictwo@fe.org.pl
tel. 85 744 60 96, fax 85 746 04 97

You are kindly invited to send papers of scientific character devoted to both theoretical and practical aspects of sustainable development, environmental management as well as economy of environment and natural resources.

These papers should have the form of scientific articles, reports concerning conducted research as well as discussions and reviews of books. This paper may also include information on scientific conferences, symposia and seminars. While preparing these publications, the authors are requested to abide by the following editorial recommendations:

- Editor: Microsoft Word, or a compatible one
- Paper size A4 (margins: from the top – 2, from the bottom – 2, from the left – 2, from the right – 4).
- Font: text – Times New Roman 12, footnotes – Times New Roman 10.
- Space between the lines – 1,5 p.
- References to literature in the footnotes ought to be made as follows:
 - J. Kowalski, *Ekonomia środowiska*, PWN, Warsaw 2002, p. 15.
 - *Ekonomia środowiska*, ed. Jan Kowalski, PWN, Warsaw 2002, p. 22.
 - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska*, in: *Ekonomia środowiska*, ed. Jan Kowalski, PWN, Warsaw 2002, p. 35.
 - J. Nowak, *Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwie*, „*Ekonomia i Środowisko*” 2004 No 2(26), p. 15.
 - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska*, www.ukie.gov.pl [Accessed: 15-06-2006].
 - Act from 11 May 2001 r. on packages and packaging wastes (Act of Journals No 63 item 638).

The footnotes ought to be placed with numbers.

The drawings and schemes (only in black and white) need to be prepared using Microsoft Word program – all the elements should be grouped together. Graphic elements (e.g. JPG) and schemes (e.g. Excel) ought to be separately recorded on a floppy disc or CD.

The tables need to be adjusted to the width of page, single framing 0,5 pt., without auto-format, whereas height of verses should be automatic.

You are kindly requested not to use: heading and foot, your own format styles, indentations of paragraphs and division of words.

The materials sent at our address should include 1 printed copy and 1 electronic copy of the text (floppy disc or CD). Please do not forget to write your address and name of the institution (affiliation).

We accept only papers that are original and have not been published already. The materials are to be reviewed. The papers not complying with the requirement are going to be sent back in order to be improved by the author. Positively assessed papers are subject to linguistic adjustments and editorial corrections. Our editorial office is entitled to make abridged versions of the papers and to change the titles.

Our editorial office can be contacted on:

FUNDACJA EKONOMISTÓW ŚRODOWISKA I ZASOBÓW NATURALNYCH

Redakcja Czasopisma „*Ekonomia i Środowisko*”

15-424 Białystok, ul. Lipowa 51

e-mail: wydawnictwo@fe.org.pl

tel. (+48 85) 744 60 96, fax (+48 85) 746 04 97