



**INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

**Z badań
nad rolnictwem
społecznie
zrównoważonym
(16)**

**Produktywność rolnictwa
z perspektywy produkcji
żywności i surowców
dla energii odnawialnej**

nr 51

Warszawa 2012



**KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ**

**Z badań
nad rolnictwem
społecznie
zrównoważonym
(16)**

**Produktywność rolnictwa
z perspektywy produkcji
żywności i surowców
dla energii odnawialnej**



INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

**Z badań
nad rolnictwem
społecznie
zrównoważonym
(16)**

**Produktywność rolnictwa
z perspektywy produkcji
żywności i surowców
dla energii odnawialnej**

Autorzy:
dr inż. Zbigniew Floriańczyk
mgr Joanna Buks
mgr inż. Grzegorz Kunikowski, Instytut Energii Odnawialnej



KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ

Warszawa 2012

Pracę zrealizowano w ramach tematu **Konkurencyjność rolnictwa zrównoważonego**,
w zadaniu *Produktywność różnych form rolnictwa zrównoważonego*

Celem opracowania jest przedstawienie kwestii produkcji biomasy na cele energetyczne z perspektywy zrównoważenia rolnictwa. Przedstawione uwarunkowania technologiczne wskazują na możliwości zwiększenia udziału rolnictwa w dostarczaniu odnawialnych źródeł energii. Wśród najbardziej istotnych ograniczeń dla tego kierunku produkcji rolniczej należy zaliczyć rosnący popyt na żywność oraz regionalne uwarunkowania przyrodnicze. W konsekwencji konkurencyjny charakter produkcji na cele energetyczne w stosunku do produkcji na cele żywnościowe determinuje ocenę produktywności rolnictwa zrównoważonego.

Recenzent

dr inż. Mariusz Hamulczuk, SGGW

Korekta

Barbara Walkiewicz

Krzysztof Rogowski

Redakcja techniczna

Leszek Ślipski

Projekt okładki

AKME Projekty Sp. z o.o.

ISBN 978-83-7658-230-6

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej

– Państwowy Instytut Badawczy

00-950 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20, skr. poczt. nr 984

tel.: (22) 50 54 444

faks: (22) 50 54 636

e-mail: dw@ierigz.waw.pl

<http://www.ierigz.waw.pl>

Spis treści

Słowo wstępne	7
1. Zagadnienie produktywności rolnictwa z perspektywy funkcji produkcji żywności i surowców dla energii odnawialnej.....	9
1.1 Wpływ zaangażowania rolnictwa w produkcję energii odnawialnej na rynek żywności – ujęcie globalne	12
1.2. Produkcja rolnicza na cele energetyczne a zasoby przyrodnicze i bezpieczeństwo żywnościowe na poziomie kraju	20
2. Kwestia udziału rolnictwa w produkcji energii odnawialnej z perspektywy dokumentów strategicznych.....	31
2.1. Kwestia produkcji OZE w dokumentach strategicznych i regulacjach prawnych UE	38
2.2. Kwestia produkcji OZE w dokumentach strategicznych i regulacjach prawnych Polski	47
2.3. Ocena projektów legislacyjnych z perspektywy zrównoważenia produkcji rolniczej na cele żywnościowe i energetyczne.....	64
3. Wybrane technologie produkcji energii odnawialnej z perspektywy konkurencji między żywnością a produkcją energii odnawialnej.....	71
3.1. Klasyfikacja technologii przetwarzania biomasy na energię.....	72
3.2. Produkcja energii z biomasy bazującej na surowcach żywnościowych	83
3.3. Uprawa gatunków roślin dedykowanych do produkcji energii	85
3.4. Wykorzystanie odpadów i pochodnych produkcji żywności.....	88
3.5. Rozwiązania OZE niezwiązane z produkcją żywności	92
3.6. Problematyka efektywności produkcji energii z biomasy a zagadnienia logistyczne.....	97
3.7. Mechanizmy wsparcia i zagrożenia dla rozwoju produkcji biomasy pochodzenia rolniczego w aspekcie rynku świadectwami pochodzenia.....	99
Podsumowanie i wnioski	105
Aneks 1. Charakterystyka biomasy pochodzenia rolnego, z przetwórstwa rolno-spożywczego oraz biomasy odpadowej z przemysłu	109
Literatura	113

Słowo wstępne

Prezentowane opracowanie stanowi kontynuację prac badawczych z cyklu „Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym” podejmującym zagadnienie zrównoważenia rolnictwa w sferze ekonomicznej, społecznej i ekologicznej. Badanie to realizowane jest w ramach wieloletniego programu badawczego „Konkurencyjność polskiej gospodarki żywnościowej w warunkach globalizacji i integracji europejskiej” prowadzonego w IERiGŻ-PIB. Szczegółowo, podjęte prace nad produktywnością polskiego rolnictwa w zakresie funkcji dostarczania surowców do produkcji rolno-żywnościowej oraz energii odnawialnej wpisują się w zadanie badawcze „Produktywność różnych form rolnictwa zrównoważonego”. Oczekiwany efekt prac badawczych będzie wskazanie mechanizmów decydujących o produktywności polskich gospodarstw rolnych w zależności od stopnia zrównoważenia i formy gospodarowania. Wyniki tych prac badawczych posłużą z kolei do oceny konkurencyjności rolnictwa zrównoważonego i wskazania kierunków wsparcia długookresowej ścieżki rozwoju rolnictwa polskiego.

Badanie obejmuje następujące zagadnienia szczegółowe: kwestię zrównoważenia rolnictwa w kontekście jego wielofunkcyjności i produktywności, udziału rolnictwa w produkcji energii odnawialnej z perspektywy dokumentów strategicznych, współczesne technologie produkcji energii odnawialnej w oparciu o zasoby gospodarstw rolnych, możliwości zaangażowania polskich gospodarstw rolnych w produkcję surowców na potrzeby energii odnawialnej oraz wpływ tego kierunku produkcji na wielkość produkcji surowców żywnościowych. W pracach wykorzystano wyniki badań ośrodków specjalizujących się w zagadnieniach wpływu rolnictwa na środowisko i technologicznych aspektach produkcji rolniczej na cele energetyczne. W kwestii potencjalnego zwiększania zaangażowania gospodarstw rolnych w produkcję surowców żywnościowych, jak też do adaptacji specyficznych technologii w zakresie produkcji odnawialnych źródeł energii, za kluczowe przyjmuje się decyzję o alokacji zasobów gospodarstwa. Wśród zasobów gospodarstwa na szczególną uwagę zasługują zasoby ziemi rolniczej. Ograniczona ilość ziemi wraz z rosnącą presją na jej pozarolnicze wykorzystanie

powoduje, że staje się ona najważniejszym czynnikiem ograniczającym możliwości rozwojowe gospodarstw rolnych w długim okresie czasu.

Zróżnicowanie form gospodarowania w rolnictwie postrzegane jest jako jeden z elementów jego zrównoważenia. Różne formy organizacji gospodarstwa rolnego odpowiadają zróżnicowanym zasobom i nastawianiu na realizację określonych funkcji gospodarczych i społecznych. Tym samym różna jest ich predyspozycja do specjalizacji (bądź nie) w określonych kierunkach produkcji.

Przedstawione w opracowaniu rozwiązania instytucjonalne w zakresie produkcji energii na bazie surowców odnawialnych potwierdzają kluczowe znaczenie rozwoju technologii celem zrównoważenia tych kierunków produkcji. Zrównoważenie to odnosi się zarówno do wzrostu produktywności energetycznych kierunków produkcji rolniczej, jak też pozytywnego wpływu na jakość zasobów rolniczych. W tym świetle ocena produktywności uzależniona jest od właściwego rozdysponowania zasobów gospodarstw rolnych na poszczególne kierunki produkcji. W warunkach polskiego rolnictwa wyznacznikiem poziomu zaangażowania gospodarstw rolnych w produkcję energii odnawialnej są szeroko cytowane prace IUNG-PIB. Priorytet zagwarantowania dostaw żywności determinuje alokację najlepszych zasobów dla tradycyjnych kierunków produkcji rolniczej. Z kolei rozwój produkcji na cele energetyczne łączony jest przede wszystkim z glebami marginalnymi oraz zachowaniem zasady ochrony zasobów przyrodniczych.

Przytoczone w opracowaniu rozwiązania technologiczne w zakresie produkcji biopaliw i towarzyszące im rozwiązania instytucjonalne pokazują prawdopodobne dalsze kierunki rozwoju technologii i ich kluczowe znaczenie dla produktywności tego kierunku produkcji. Dostosowanie technologii do zasobów poszczególnych grup gospodarstw, mimo że jest uwarunkowane otoczeniem instytucjonalnym i infrastrukturalnym, należy traktować jako podstawę zrównoważenia produkcji gospodarstwa rolnego i oceny ekonomicznej efektywności gospodarowania.

1. Zagadnienie produktywności rolnictwa z perspektywy funkcji produkcji żywności i surowców dla energii odnawialnej

Złożony charakter oceny produktywności rolnictwa wynika z wielorakiego wpływu działalności rolniczej na gospodarkę, zasoby środowiska naturalnego i społeczeństwo, zwłaszcza w ujęciu społeczności lokalnych i regionów. Wynika to ze zróżnicowanej roli rolnictwa w zależności od stopnia uogólnienia sfery gospodarczej, społecznej czy też przestrzennej. Gospodarcze znaczenie rolnictwa tradycyjnie postrzegane jest przez pryzmat produkcji żywności i surowców dla pozostałych gałęzi gospodarki. Prawidłowością jest tutaj malejące znaczenie rolnictwa wraz ze wzrostem ogólnogospodarczym. Wskazana prawidłowość ma jednak charakter względny i w ujęciu ogólnym wynika bardziej z relatywnie wyższej dynamiki wzrostu działów pozarolniczych. Popyt na nowe usługi i produkty konsumpcyjne pochodzące z przemysłu jest daleko bardziej elastyczny aniżeli na produkty żywnościowe. W konsekwencji wraz z osiągnięciem stanu względnego zaspokojenia potrzeb żywnościowych czynniki popytowe decydujące o stopie wzrostu w rolnictwie ulegają wygaszeniu. Należy zaznaczyć, że prawidłowość ta ma charakter względny i przede wszystkim odnosi się do ogólnej kwoty wydatków konsumentów. Wraz ze wzrostem dochodów można oczekiwać zmian w strukturze wydatków na żywność, co najczęściej w ogólnym rozrachunku prowadzi do wzrostu popytu na produkty o wyższej wartości dodanej¹. Z kolei zapotrzebowanie przemysłu na surowce pochodzenia rolniczego uzależnione jest od ich konkurencyjności względem alternatywnych surowców najczęściej bazujących na minerałach. W tym przypadku można (upraszczając) mówić, że równowaga ustalana jest z jednej strony przez poziom możliwości produkcyjnych, a z drugiej strony przez potencjał eksploatacji złóż minerałów. Dalej można powiedzieć, że proces produkcyjny o charakterze odtworzeniowym przeciwstawiany jest nieodwracalnemu (z uwagi na niewspółmiernie długi czas) procesowi konsumpcji wytworzonych przez przyrodę zasobów. W przypadku pozyskiwania surowców mineralnych nakłady ponad bieżącą produkcję związane są głównie z poszukiwaniem nowych i doskonaleniem sposobów eksploatacji złóż. Natomiast nakłady ponoszone

¹ Świetlik K., *Ceny żywności w procesie rynkowych przemian polskiej gospodarki (1994-2004)*, Studia i Monografie nr 141, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2008.

w rolnictwie, odpowiadają bieżącej produkcji, jak też nakładom na rzecz działań zmierzających przynajmniej do zachowania przyrodniczego potencjału produkcyjnego zaangażowanego w produkcję.

Zachowanie przyrodniczego potencjału produkcyjnego gospodarstw rolnych oraz interakcje ze środowiskiem naturalnym odzwierciedlają stopień zrównoważenia gospodarstwa rolnego w sferze ekologicznej². Przy czym zrównoważenie w sferze ekologicznej, obok zrównoważenia w sferze ekonomicznej i społecznej, składa się na całościową ocenę stopnia zrównoważenia gospodarstwa rolniczego³. Podstawowym problemem jest tutaj określenie cech gospodarstwa, jakie należy uwzględnić w funkcji celu, oraz wyznaczenia wartości progowych w zakresie tych zmiennych⁴. Wyznaczenie kryteriów progowych odnosi się głównie do celów środowiskowych i społecznych, przy założeniu, że czynniki rynkowe determinują zrównoważenie w sferze ekonomicznej wypierając zrównoważenie w pozostałych sferach. Gospodarstw charakteryzujących się wyższym poziomem zrównoważenia w sferach ekologicznej i społecznej należy więc poszukiwać w formach alternatywnych dla rolnictwa konwencjonalnego, takich jak np. rolnictwo ekologiczne lub integrowane⁵. W pełni zrównoważone formy gospodarowania w rolnictwie partycypują w niewielkiej części produkcji rolnej, co wymusza poszukiwania odpowiedzi na pytanie co do możliwości zwiększenia tej populacji gospodarstw oraz jej możliwości w zaspokajaniu potrzeb żywnościowych i ekonomicznych całego społeczeństwa. Porównanie sprawności gospodarowania zrównoważonych gospodarstw rolnych w zakresie produkcji na cele żywnościowe z gospodarstwami konwencjonalnymi przybliży odpowiedź na to pytanie.

Badanie produktywności różnych form gospodarstw rolnych pozwala na porównanie z jednej strony sprawności ich zarządzania, a z drugiej efektywności wykorzystania zasobów gospodarstwa rolnego⁶. Przy czym ocena produktywno-

² Borys T., *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.

³ Matuszczak A., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w obszarze ekonomicznym, środowiskowym i społecznym*, Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy, nr 2, Bydgoszcz 2009.

⁴ Zegar J. S., *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (11)*, Raport PW nr 3, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011, s. 3.

⁵ Ibidem, s. 8 i 9.

⁶ Floriańczyk Z., Buks J., Toczyński T., *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (14). Zagadnienia produktywności w strategiach rozwoju i jej pomiar w odniesieniu do gospodarstw zrównoważonych*, Raport PW nr 27, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.

ści różnych grup gospodarstw rolnych w ujęciu statycznym ma charakter wstępny. Pozwala to na wskazanie gospodarstw predysponowanych do osiągnięcia najlepszych efektów i ocenę wpływu wybranych elementów polityki rolnej na ich wyniki. Różnice w strukturze i wielkości ponoszonych nakładów, wielkość kapitału gospodarstwa oraz nakłady pracy obrazują zastosowane technologie produkcji zwłaszcza z perspektywy ekonomicznej. W ocenie tej ujmowane są nakłady i efekty będące przedmiotem wyceny rynkowej i bezpośrednio rzutujące na wynik ekonomiczny.

Wysokość nakładów ponoszonych w rolnictwie na odtworzenie zasobów przyrodniczych jest jednym z przejawów jego interakcji ze środowiskiem naturalnym. Powiązania te mają charakter dwukierunkowy, gdyż z jednej strony jakość i ilość użytych zasobów przyrodniczych bezpośrednio determinuje wielkość produkcji rolniczej. Z kolei z drugiej strony rolnictwo gospodarując zasobami przyrodniczymi bezpośrednio wpływa na ich jakość i wielkość. Najczęściej nakłady ponoszone na zachowanie potencjału zasobów przyrodniczych gospodarstwa obciążają bezpośrednio rachunek ekonomiczny. Pozytywne efekty tych działań są z kolei rozłożone w czasie, co utrudnia ich pomiar. Rejestrowane różnice w technologii produkcji pozwalają jednak na uchwycenie możliwości zrównoważenia produkcji poszczególnych gospodarstw. W szczególności porównanie produktywności różnych gospodarstw z uwzględnieniem cech charakteryzujących stopień ich zrównoważenia pozwala na identyfikację gospodarstw problemowych. Kluczowym parametrem w tej ocenie jest zachowanie potencjału produkcyjnego zasobów ziemi rolniczej⁷. Zrównoważeniu produkcji rolniczej, służącej ochronie zasobów ziemi rolniczej w warunkach Unii Europejskiej, służą regulacje wskazujące na pożądane praktyki rolnicze, najczęściej określające warunki brzegowe gospodarowania w rolnictwie. Spełnienie wskazanych warunków brzegowych jest powiązane z reorganizacją produkcji, co negatywnie wpływa na wyniki ekonomiczne gospodarstwa rolnego. Utracone korzyści wynikające z odchylenia od optimum ekonomicznego rekompensowane są transferami bezpośrednimi. Inną ścieżką rozwoju prowadzącą do zrównoważenia są zmiany w technologii produkcji gospodarstwa rolnego. Przy czym założenia technologie zrównoważone powinny charakteryzować się produktywnością pozwalającą na realizację podstawowych funkcji rolnictwa, w szczególności w zakresie produkcji surowców żywnościowych. Technologie

⁷ Buks J., *Czynnik ziemi jako element zrównoważenia rolnictwa*, Roczniki Naukowe SERiA, t. XIV, z. 1, Białystok 2012, s. 82-87.

zrównoważone utożsamiane są z ograniczonym wykorzystaniem czynników produkcji takich jak nawozy mineralne i środki ochrony roślin. Alternatywnie, do intensywnego wykorzystania środków produkcji pochodzenia przemysłowego preferowane są zabiegi agrotechniczne podnoszące naturalną produktywność ziemi rolniczej. Jednym z głównych wskaźników oceny stopnia zrównoważenia produkcji w rolnictwie jest więc stosowanie odpowiedniego płodozmianu, tj. prowadzącego do zachowania naturalnej produktywności ziemi rolniczej⁸.

W ujęciu globalnym działalność współczesnego rolnictwa rozpatruje się w kategorii jego negatywnego wpływu na zasoby środowiska naturalnego. Opinia ta jest uzasadniana między innymi znaczącym udziałem rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych. Poprawa bilansu rolnictwa w zakresie wpływu na efekt cieplarniany upatrywana jest w zaangażowaniu zasobów rolniczych w produkcję biomasy na cele energetyczne. Przy czym konkurencyjny charakter produkcji rolniczej na cele energetyczne i produkcji na cele żywnościowe traktowany jest jako podstawowe ograniczenie w rozwijaniu tego kierunku produkcji.

1.1 Wpływ zaangażowania rolnictwa w produkcję energii odnawialnej na rynek żywności – ujęcie globalne

Analiza rynku biopaliw przeprowadzona przez J.P. Morgan Securities Inc. wskazała na zależność rozwoju sektora biopaliw od cen produktów rolnych⁹. W oparciu o dane pochodzące z audytu przedsiębiorstw zajmujących się produkcją biopaliw i dopuszczonych do obrotu na rynku kapitałowym wskazano na wysoką nieopłacalność inwestycji w ten sektor wraz ze wzrostem cen płodów rolnych. Analiza wyników przeprowadzona na poziomie całego sektora wykazała, że do połowy roku 2008 produkcja bioetanolu charakteryzowała się rentownością brutto na poziomie 70%. Gwałtowny spadek cen produktów rolnych pod koniec tegoż roku spowodował, że rentowność większości przedsiębiorstw była ujemna. Długoterminowa analiza wykazała, że wysoka dynamika rozwoju sektora produkcji biopaliw w Stanach Zjednoczonych stymulowana była przede

⁸ Buks J., *Czynnik ziemi jako element zrównoważenia rolnictwa*. Roczniki Naukowe SERiA, t. XIV, z. 1, Białystok 2012, s. 82-87.

⁹ Sprawozdanie z delegacji na Forum Rolnicze poświęcone transformacji rolnictwa światowego i amerykańskiego (ang.: *Global Agriculture & Rural America in Transition*) oraz wizytacji Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych AP, Waszyngton, 21.02 – 1.03.2009, dokument dostępny w sekretariacie IERiGŻ-PIB.

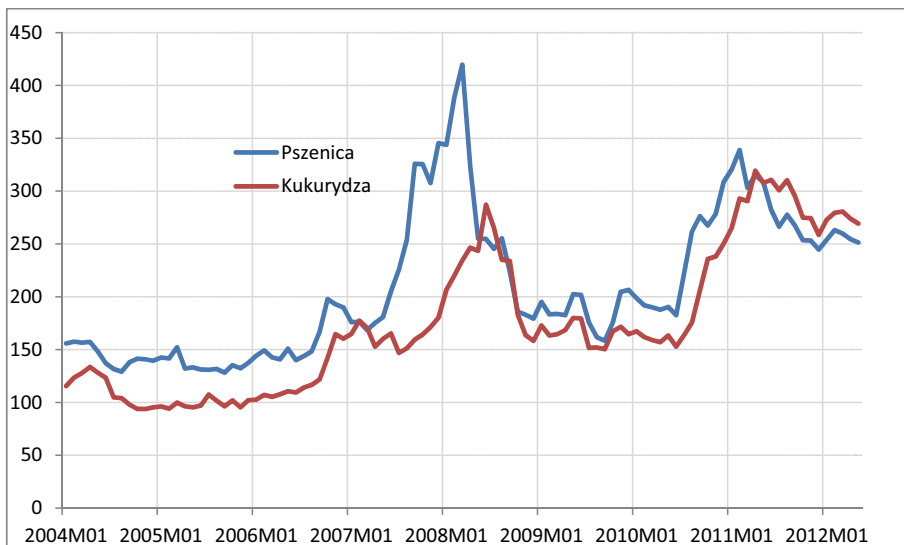
wszystkim trwałym i wyraźnym wzrostem plonowania kukurydzy. Wysokie ceny paliw kopalnianych spowodowały wzrost zainteresowania inwestycjami w sektor biopaliw i dynamiczny wzrost produkcji bioetanolu. Z kolei silny wzrost cen produktów rolnych oraz gazu ziemnego w latach 2007 i 2008 doprowadziły do spadku opłacalności produkcji bioetanolu. Autorzy raportu wskazali za celowe wprowadzenie kwot produkcyjnych. Zapobiegłoby to nadmiernym inwestycjom w sektorze biopaliw w oparciu o krótkoterminowy wzrost koniunktury. Tym samym przyczyniłyby się do stabilizacji tego kierunku produkcji i struktury wykorzystania przestrzeni rolniczej.

Siłę wpływu wzrostu zaangażowania zasobów rolniczych w produkcję biopaliw na rynek żywności obrazuje badanie przeprowadzone przez Harry de Gortera, wskazujące na powiązania między amerykańskim rynkiem biopaliw a wzrostem cen artykułów rolnych w ostatnich latach¹⁰. Przeprowadzone przez badacza porównanie cen nośników energii i produktów rolnictwa wykazało na silną relację między dynamiką cen tych dwóch grup produktów w ostatnich latach. W badaniu wyeliminowano wpływ szoków wpływających na fluktuację cen na rynkach produktów rolnych o charakterze produkcyjnym i spekulacyjnym. Kluczowym determinantem rozwoju rynku biopaliw okazuje się być polityka wsparcia tego kierunku produkcji. W konsekwencji polityki wsparcia biopaliw zaobserwowano szczególnie silny wzrost cen kukurydzy wykorzystywanej do produkcji bioetanolu. Następstwem wzrostu cen kukurydzy były wzrosty cen pszenicy jako produktu komplementarnego dla kukurydzy.

Autor jednocześnie wskazał na zależność wzrostu popytu na energię odnawialną wykorzystującą surowce pochodzenia rolniczego od cen podstawowych nośników energii na rynku światowym. Zdaniem badacza, obok polityki wspierania produkcji bioetanolu, silny wzrost popytu na kukurydżę w ostatnich latach stymulowały rosnące ceny ropy naftowej. W konsekwencji nałożenia się czynników instytucjonalnych oraz rynkowych gwałtowne zainteresowanie wykorzystaniem kukurydzy do produkcji biopaliw skutkowało wzrostem cen podstawowych produktów żywnościowych, zwłaszcza opierających się na kukurydzy i jej bezpośrednich substytutach.

¹⁰ de Gorter H., *Biofuels and commodity markets*, Nitra 2012.

Wykres 1. Dynamika cen kukurydzy i pszenicy w Stanach Zjednoczonych A. P. (USD/tona)



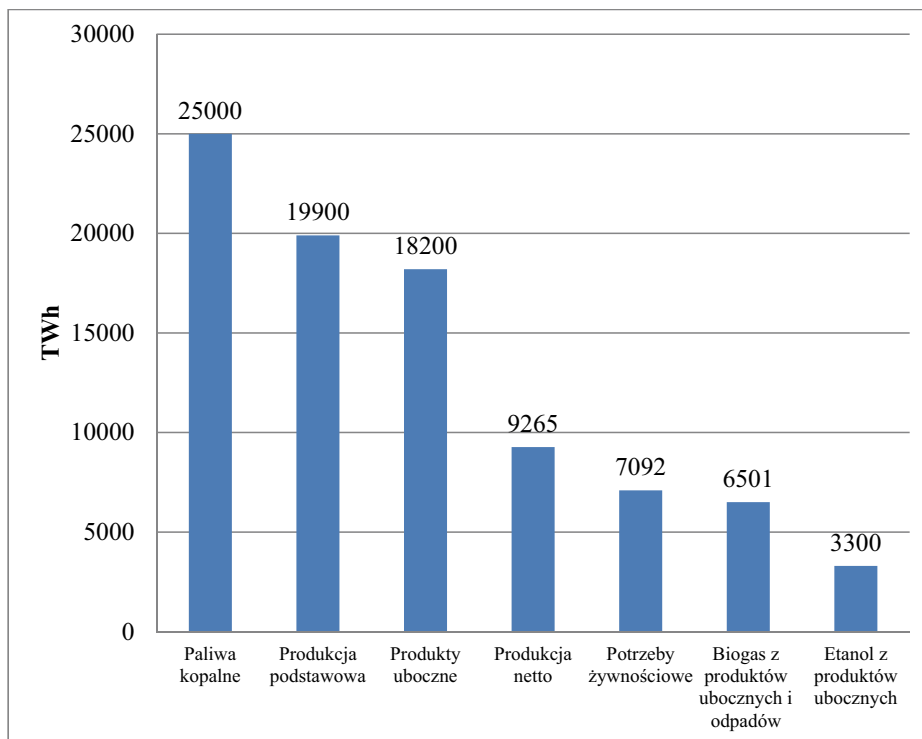
Źródło: Bank Światowy.

Zbliżone wnioski dotyczące ograniczonych możliwości wzrostu produkcji rolnictwa surowców rolniczych w celu pokrycia zapotrzebowania na energię w transporcie sformułowali badacze z zespołu prowadzonego przez Kersti Johanssona¹¹. W badaniu dokonano porównania wielkości globalnej produkcji rolniczej przeznaczonej na produkcję żywności i wyrażonej w ekwiwalencie energii z normatywnym zapotrzebowaniem na żywność. Z kolei wskaźniki konwersji produkcji rolniczej na produkcję etanolu, biodiesla i biogazu wykorzystano do obliczenia potencjalnej wielkości produkcji energii odnawialnej pochodzenia rolniczego. W badaniu uwzględniono straty w produkcji powiązane z transportem i przechowywaniem surowców do produkcji żywności, jak też część produkcji roślinnej będącej nakładem w produkcji rolniczej (nasiona i pasze) do obliczenia wielkości produkcji netto. Porównanie zapotrzebowania na żywność w wyrażeniu energetycznym – 7092 TWh ze scenariuszami optymistycznej – 9262 TWh i pesymistycznej – 7225 TWh wielkości produkcji globalnej wskazało, że mieści się ona w dolnym zakresie wyznaczonego przedziału.

¹¹ Johansson K., Liljequist K., Ohlander L., Aleklett K., *Agriculture as Provider of Both Food and Fuel*, AMBIO (2010) 39, s. 91-99.

Badacze wskazali jednak na możliwość wykorzystania strat i odpadów produkcyjnych na cele produkcji energii odnawialnej.

Wykres 2. Globalna produkcja rolnicza, potencjał produkcyjny biogazu i etanolu w porównaniu z poziomem konsumpcji paliw kopalnianych i popytem na żywność w jednostkach energetycznych dla 2008 roku



Źródło: Johansson K., Liljequist K., Ohlander L., Aleklett K., *Agriculture as Provider of Both Food and Fuel*, *AMBIO* (2010) 39, s. 95.

Według przeprowadzonych szacunków wykorzystanie produktów ubocznych i odpadów produkcyjnych dostarczyłoby około 40% energii dla transportu dotychczas bazujących na surowcu mineralnym. W podsumowaniu przeprowadzonych prac badawczych wskazano na możliwość utrzymania względnej równowagi na rynku żywnościowym przy produkcji energii z surowca niekonkurencyjnego dla produkcji żywności i z wykorzystaniem gleb marginalnych do produkcji biomasy. Istotnym ograniczeniem przeprowadzonej pracy było założenie stabilizacji strony popytowej i struktury zapotrzebowania na produkty

roślinne i zwierzęce. W konsekwencji autorzy badania pominęli prognozy zmian w globalnym spożyciu żywności wskazujące na rosące niezrównoważenie między podażą i popytem żywności w ujęciu globalnym zdeterminowane zarówno zmianami demograficznymi jak też preferencjami konsumentów.

Analizy i projekcje rozwoju globalnego rynku żywnościowego z wykorzystaniem modelu IMPACT (International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade) wskazują na istotne zmiany w strukturze i wielkości popytu na rynku żywnościowym w najbliższych dekadach. W modelu tym wśród podstawowych ograniczeń podaży żywności wyróżniono zmiany klimatyczne, zasoby wody, postęp technologiczny oraz wdrożenia osiągnięć nauk rolniczych. Z kolei dynamika popytu na żywność jest powiązana głównie ze wzrostem liczby ludności i dochodów, procesem urbanizacji społeczeństw oraz zapotrzebowaniem na biopaliwa. W modelu IMPACT ceny żywności ujmowane są w ujęciu rocznym i determinują poziom plonów jako pochodną intensyfikacji produkcji i rozwoju nowych technologii. Wyniki symulacji wskazują na wygasającą dynamikę wzrostu plonów w relacji do wzrostu cen żywności, co wskazuje na potrzebę zwiększania nakładów na badania i poszukiwania bardziej wydajnych technologii produkcji rolniczej¹². Wykazany spodziewany wzrost cen na rynku żywności tłumaczony jest wzrostem popytu na żywność w Indiach i produkty zwierzęce w Chinach. Podobnie polityka wykorzystania produktów rolnictwa na potrzeby energetyczne sprzyja wzrostowi cen żywności na świecie. Co istotne, wprowadzenie roślin energetycznych okazuje się być korzystne dla krajów wysokorozwiniętych. W tym wypadku jednak wzrost korzyści gospodarczych w krajach rozwiniętych bezpośrednio wpłynie na poszerzenie strefy głodu w krajach rozwijających się. Konstrukcja modelu IMPACT pozwala na określenie ilości podstawowych surowców żywnościowych potrzebnych do ustabilizowania cen na rynku żywnościowym, a z drugiej strony wzrost kosztów wyżywienia związanych ze zmianą zachowań konsumentów w ujęciu globalnym (głównie w wyniku wzrostu konsumpcji mięsa). Wyniki badania pokazują, że znaczący wzrost zaangażowania rolnictwa w produkcję surowców na cele energetyczne z wykorzystaniem I generacji technologii jest mało prawdopodobny z perspektywy dążenia do zrównoważenia gospodarki żywnościowej w ujęciu globalnym.

¹² *Agricultural Projections to 2021*, United States Department of Agriculture, Long-term Projections Report OCE-2012-1, February 2012 oraz Westcott R. C. Trostle, *Long-Term Prospects for Agriculture Reflect Growing Demand for Food, Fiber, and Fuel*, Amber Waves, September 2012, Economic Research Service/USDA, www.ers.usda.gov/amber-waves.

W badaniu przeprowadzonym na potrzeby Komisji Europejskiej podjęto kwestie wpływu zaangażowania unijnych gospodarstw rolnych do produkcji surowców dla energii odnawialnej na ich wyniki ekonomiczne i gospodarke obszarów wiejskich¹³. Przeprowadzone badania ankietowe wykazały, że relatywnie najwyższe efekty dochodowe w wyniku zaangażowania w produkcję biomasy osiągają polskie gospodarstwa rolne. Podobnie rozwój tego kierunku produkcji skutkował zwiększeniem produktywności zasobów pracy w gospodarstwach rolnych. Przeprowadzone badanie wskazało na różnice w poziomie dofinansowania inwestycji w zakresie produkcji biomasy na cele energetyczne między regionami UE, głównie z uwagi na różnice w stosowanych technologiach. Większość respondentów wskazała na większe znaczenie gwarancji zbytu wytworzonej energii i surowców odnawialnych po preferencyjnych stawkach aniżeli dofinansowania inwestycji. Zaangażowanie zasobów gospodarstwa rolnego w produkcji biomasy na cele energetyczne jest postrzegane jako dodatkowe, stabilne źródło dochodów z uwagi na preferencyjne stawki zakupu i długoterminowe umowy. Wśród głównych negatywnych efektów rozwoju tego kierunku produkcji wskazano możliwość konwersji trwałych użytków zielonych na potrzeby dedykowanych upraw do produkcji biogazu. Przeprowadzone analizy wskazały, że w perspektywie roku 2020 produkcja energii z odpadów pochodzenia rolniczego powinna zbliżyć się do wielkości energii produkowanej w oparciu o dedykowane gatunki roślin. Raport wskazał na relatywnie najniższą efektywność ograniczania emisji gazów cieplarnianych poprzez produkcję energii odnawialnej w oparciu o biomasę bazującą na tradycyjnych uprawach rolniczych. Równocześnie w raporcie podkreślono, że rośliny dedykowane do produkcji biomasy mają pozytywny efekt na wzrost zasobności gleby w substancje organiczną i niższe zapotrzebowanie na nawozy azotowe. Przeprowadzone symulacje wskazały, że w przypadku maksymalizowania powierzchni upraw dedykowanych do produkcji biomasy na badanym obszarze województwa warmińsko-mazurskiego, jako efekt wzrostu cen, należy spodziewać się zmniejszenia produkcji takich zbóż, jak jęczmienia i żyta oraz zwiększenia wykorzystania gruntów odłogowanych i użytków zielonych na cele produkcji biomasy. Z kolei wraz ze wzrostem cen rzepaku można spodziewać się stopniowego wypierania produkcji roślin dedykowanych do produkcji biomasy. Wykazana prawidłowość wskazuje na wysokie ryzyko podejmowania kierunku pro-

¹³ *Impacts of renewable energy on European farmers creating benefits for farmers and society*, Edycja: Bas Pedroli i Hans Langeveld, AGRI-2010-EVAL-03, Final Report, 2011.

dukcji roślin na biomasę. Uprawy te z uwagi na wieloletni charakter zmniejszają możliwości szybkiego dostosowania struktury produkcji do warunków rynkowych. W tym sensie długookresowa produktywność gospodarstw w zakresie produkcji na biomasę jest uzależniona od stabilności rynków roślin dedykowanych do wykorzystania na cele energetyczne i rynków tradycyjnych upraw rolniczych, które mogą być wykorzystywane do produkcji biopaliw.

Dylematy związane z programowaniem polityki zaangażowania zasobów rolniczych do produkcji energii odnawialnej mają charakter dynamiczny. W dotychczasowym dyskursie poświęconym zagadnieniu rozwoju i interakcji produkcji rolniczej na cele energetyczne i żywnościowe można wyróżnić trzy główne etapy: konsolidacji, modyfikacji i reakcji¹⁴. Na etapie konsolidacji rozwój kierunków produkcji rolniczej na cele energetyczne traktowany był jako integralna część rolnictwa. Takie podejście uzasadniano pozytywnym wpływem rozwoju produkcji na cele energetyczne, rozwój gospodarstw rolnych, wzmocnienie rynku pracy i przedsiębiorczości na obszarach wiejskich. Ponieważ te spodziewane efekty były zbieżne z celami stawianymi przed polityką rolną, polityka rozwoju produkcji rolniczej na cele energetyczne była integrowana z polityką rolną i rozwoju obszarów wiejskich. Na tym etapie programowania polityki produkcji energii odnawialnej w oparciu o zasoby rolnicze podkreślano możliwości rozwoju tego kierunku produkcji i przeciwdziałaniu trwałemu trendowi spadku cen produktów rolnych i degradacji wsi. W tym świetle szersze wykorzystanie produkcji rolniczej miało sprzyjać jego konsolidacji i ekspansji w warunkach spodziewanego wzrostu produktywności. Ekspansja produkcji rolniczej dotyczyć miała zwłaszcza terenów, które zostały wycofane z produkcji rolniczej jak to miało miejsce w krajach Europy Zachodniej pod koniec XX wieku. W nowych warunkach popytowych spodziewano się z jednej strony wzrostu opłacalności tradycyjnej produkcji rolniczej, a z drugiej wskazywano na niższe wymagania produkcji roślinnej na cele energetyczne. Równoległe spodziewany wzrost inwestycji w gospodarstwa rolne napędzałby wzrost produkcji rolniczej na cele żywnościowe, co sprzyjałoby wzmocnieniu bezpieczeństwa żywnościowego. Konsolidacja energetycznego kierunku produkcji z kierunkiem produkcji na cele żywnościowe oznaczała, że decyzje o ostatecznym wykorzystaniu produkcji rolniczej bez względu na jej pierwotne przeznaczenie podlegały regułom rynkowym. Wyróżniony etap modyfikacji programowania polityki

¹⁴ Kuchler M., Linner, B.-O., *Challenging the food vs. fuel dilemma: Genealogical analysis of the biofuel discourse pursued by international organizations*, Food Policy, nr 37, 2012, s. 581-588.

wykorzystania zasobów rolniczych do celów energetycznych był bezpośrednio powiązany z rosnącą świadomością ograniczeń zwiększania produkcji rolniczej, głównie z powodu kurczących się zasobów przyrodniczych. Równolegle wykorzystanie tradycyjnej produkcji rolniczej na cele energetyczne w warunkach spadających cen paliw kopalnianych okazało się być ekonomicznie nieuzasadnione. W takich warunkach konieczna stała się modyfikacja postrzegania produkcji na cele energetyczne, w szczególności poszukiwania nowych bardziej produktywnych technologii dla rolnictwa. Wśród rozpatrywanych zmian kierunków technologicznych podkreślano potencjał roślin genetycznie modyfikowanych w zakresie oszczędniejszych wymagań nawozowych i zapotrzebowania na środki ochrony roślin. Jednocześnie wskazano na konieczność specjalizacji i zwiększania skali produkcji na cele energetyczne. Wraz z koncentracją produkcji następować miała niepożądane skupienie jej pozytywnych efektów, zwłaszcza w zakresie własności ziemi rolniczej i dochodów. W tym świetle konieczne stało się wzmocnienie pozycji gospodarstw mniejszych w łańcuchu produkcji surowców na potrzeby energetyczne. Postępujący rozwój wykorzystania surowców pochodzenia rolniczego na cele energetyczne w obliczu odwrócenia trendu spadku cen surowców żywnościowych zapoczątkował etap reakcji i poszukiwania rozwiązań nie zagrażających bezpieczeństwu żywnościowemu. Na tym etapie dyskursu z jednej strony podtrzymano pozytywny wpływ rozwoju energetyki w oparciu o zasoby rolnicze w długim okresie czasu. Przy czym trwałość negatywnej współzależności produkcji bioenergii i bezpieczeństwa żywnościowego uzależniono od szybkości reakcji inwestorów na wysokie ceny w rolnictwie oraz od rozwoju nowych technologii. Na tym etapie dyskursu dokonano rozgraniczenia między technologią pierwszej i drugiej generacji biomasy tej bazującej na surowcu żywnościowym oraz na roślinach dedykowanych do produkcji biomasy na cele energetyczne. Takie rozgraniczenie stało się podstawą zróżnicowania polityki regulowania produkcji energii w oparciu o surowce rolne wykorzystywane do produkcji żywności i polityki wspierania kierunków produkcji rolniczej dedykowanej do wykorzystania na cele energetyczne. W przypadku technologii drugiej generacji wskazano na większe możliwości uprawy roślin dedykowanych na obszarach nie nadających się do upraw na cele żywnościowe. Obecny etap reakcji należy uznać za przejściowy z uwagi na ugruntowaną pozycję biopaliw pierwszej generacji, a z drugiej strony wczesnorozwojowy charakter technologii drugiej generacji. Wprowadzenie ograniczeń w produkcji energii w oparciu o rośliny wykorzystywane do produkcji żywności prowadziłyby do utraty zaufania inwestorów i wycofania kapitału

niezbędnego do implementacji technologii drugiej generacji. Z kolei wdrożenie rozwiązań nie konkurujących bezpośrednio z produkcją żywności obarczone jest wysokim ryzykiem wynikającym z silnych wahań cen konwencjonalnych nośników energii. W skrajnym przypadku niskie ceny paliw kopalnianych, przy niskim marginesie opłacalności produkcji energii odnawialnej i braku alternatywnego wykorzystania surowca, mogą prowadzić do załamania całego sektora.

1.2. Produkcja rolnicza na cele energetyczne a zasoby przyrodnicze i bezpieczeństwo żywnościowe na poziomie kraju

Powszechna opinia o pozytywnym wpływie produkcji biomasy na cele energetyczne na zrównoważenie rolnictwa w sferze środowiskowej ma charakter warunkowy. Wyróżnione przez A. Fabera¹⁵ obszary oddziaływania upraw roślin energetycznych obejmują zmiany klimatyczne, glebę, gospodarkę zasobami wody, bioróżnorodność oraz krajobraz. Według badacza, argumentacja o korzystnym wpływie produkcji i wykorzystania biomasy na zmiany klimatu ma charakter kontrowersyjny, przy czym uzasadniona w tym względzie jest produkcja drugiej generacji biopaliw. Przytoczone w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu badania wskazują na gorszy wpływ na tę sferę środowiska wykorzystania większości biopaliw w porównaniu z wykorzystaniem benzyny. Analiza pełnego łańcucha produkcji i wykorzystania biopaliw oraz nośników energii bazujących na ropie naftowej wykazała, że te pierwsze produkowane w oparciu o technologię pierwszej generacji emitują więcej gazów cieplarnianych aniżeli benzyna. W tym świetle produktywność wykorzystania zasobów rolnictwa do produkcji biomasy na cele energetyczne uzależniona jest od rozwoju technologii konwersji biomasy.

Z kolei w zakresie oceny wpływu produkcji roślin energetycznych na glebę najważniejszym parametrem jest stopień sekwestracji węgla, prowadzący do przekształcania części zasymilowanego przez rośliny węgla w próchnicę. Przytoczone badania wskazują, że uprawa roślin energetycznych charakteryzuje się dodatnim bilansem węgla, lecz jest on uzależniony od warunków klimatycznych, składu granulometrycznego gleby oraz początkowej zawartości próchnicy w glebie. Podobnie trwałe plantacje roślin energetycznych charakteryzują się

¹⁵ Faber A., *Przyrodnicze skutki uprawy roślin energetycznych*, Studia i Raporty IUNG-PIB, nr 11, Puławy 2008, s. 43-52.

lepszą gospodarką azotem w porównaniu z uprawami tradycyjnymi, co przejawia się mniejszym wymywaniem azotu i wykorzystywaniem trwałych plantacji roślin energetycznych do fitoremediacji zanieczyszczonych wód i gleb. Wśród wieloletnich roślin energetycznych można wyróżnić gatunki charakteryzujące się mniejszą ewapotranspiracją w przeliczeniu na jednostkę wyprodukowanego surowca do produkcji energii odnawialnej. Rośliny te można więc uznać za względnie efektywniejsze pod względem gospodarki wodnej. Konsekwencją uzyskiwania większej ilości biomasy z uprawy wieloletnich roślin energetycznych są jednak przeciętnie większe wymagania wodne w porównaniu z tradycyjnymi uprawami rolniczymi. Uprawy te przyczyniają się więc do zmniejszenia zasilania wód gruntowych przez opady, co wskazuje na ich negatywny wpływ na gospodarkę wodną – w Polsce charakteryzującą się ujemnym klimatycznym bilansem wody. Uprawę roślin energetycznych można natomiast uznać za korzystną w zakresie bioróżnorodności z uwagi na zaobserwowany wzrost ilości gatunków w efekcie zastąpienia tradycyjnych upraw rolniczych roślinami na cele energetyczne. Zdecydowanie negatywny wpływ monokultury wieloletnich roślin energetycznych odnosi się do walorów krajobrazu rolniczego. Wynika to z konieczności zapewnienia wysokiej skali produkcji i integracji znaczących obszarów ziemi pod monokulturę oraz wysokości roślin energetycznych ograniczających otwarty charakter krajobrazu rolniczego. Podsumowując zebrane wyniki badań, A. Faber podkreśla z jednej strony przewagę wieloletnich plantacji roślin energetycznych nad tradycyjnymi uprawami rolniczymi w zakresie bilansu energii i węgla, wpływu na glebę i bioróżnorodność, z zastrzeżeniem dostosowania rodzaju uprawy do warunków lokalnych i właściwej agrotechniki. Z drugiej strony uprawy energetyczne stanowią większe zagrożenie dla gospodarki wodnej i krajobrazu w porównaniu z uprawami tradycyjnymi. Na tej podstawie można sformułować wniosek, że wieloletnie plantacje roślin energetycznych mogą mieć relatywnie, tj. w porównaniu do tradycyjnej uprawy zbóż, pozytywny wpływ na sferę zrównoważenia ekologicznego gospodarstw rolnych. W szczególności poprzez sekwestrację dwutlenku węgla uprawy takie przyczyniają się do zmniejszenia presji na ocieplenie klimatu, co należy rozpatrywać z perspektywy globalnej gospodarki zasobami przyrodniczymi. Pozytywny wpływ na odbudowę i zachowanie zasobności gleby bezpośrednio przekłada się na jej produktywność. W tym sensie plantacje roślin energetycznych pozytywnie oddziałują na sferę ekonomiczną, jednak efekty z tego tytułu mają głównie charakter konserwacji potencjału produkcyjnego ziemi. Z kolei wysokie zapotrzebowanie na wodę plantacji roślin energetycznych, w warunkach polskich

skutkuje pogorszeniem zrównoważenia rolnictwa w sferze środowiskowej. Jedynie gospodarstwa rolne w regionach charakteryzujących się nadwyżkami zasobów wodnych mogłyby zaangażować się w produkcję biomasy na cele energetyczne, aby zminimalizować negatywny wpływ tej produkcji na gospodarke zasobami wodnymi. Nawiązując do badań J. Jadczyzny, A. Fabera i A. Zaliwskiego¹⁶ obok stosunków wodnych efektywność upraw roślin energetycznych uwarunkowana jest jakością gleby, rozkładem temperatury i długością sezonu wegetacyjnego. Przy czym z uwagi na wysokie koszty założenia plantacji spełnienie warunku dopasowania gatunku rośliny do wymagań siedliskowych prowadzi do minimalizacji kosztów uprawy i opłacalności przedsięwzięcia.

W badaniu podjętym przez zespół T. Stuczyńskiego mającym na celu oszacowanie przestrzeni rolniczej na potrzeby produkcji biomasy uwzględniono konkurencyjność różnych kierunków produkcji, jak też postępujący proces zagospodarowywania gruntów na cele nierolnicze¹⁷. Powierzchnie wykorzystywane gospodarczo definiowane są jako zasoby, których optymalne wykorzystanie uwarunkowane jest efektywnością ekonomiczną oraz regulacjami prawnymi w zakresie ochrony środowiska i zasad planowania przestrzennego. Procesy regulujące wielkość rozdysponowania zasobów w różnych kategoriach użytkowania ziemi powiązane w modelu dynamiki systemów (*System Dynamic Modeling – SDM*) odzwierciedlającego sprzężenia pomiędzy mierzalnymi czynnikami opisującymi przestrzeń. Zastosowanie SDM pozwoliło na przybliżenie trendów zmian w strukturze wykorzystania przestrzeni rolniczej Polski w perspektywie 2020 roku, przy założeniu spełnienia ustawowego udziału biopaliw wytworzonego w oparciu o rośliny energetyczne. W badaniu w oparciu o koszty produkcji poszczególnych upraw optymalizowano współczynniki zmiany ich procentowego udziału w strukturze zagospodarowania powierzchni kraju.

¹⁶ Jadczyzn J., Faber A., Zaliwski A., *Wyznaczanie obszarów potencjalnie przydatnych do uprawy wierzby i ślazuwca pensylwańskiego na cele energetyczne w Polsce*, Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy 2008, s. 54-65.

¹⁷ Stuczyński T. i in., *Prognoza wykorzystania przestrzeni rolniczej dla produkcji roślin na cele energetyczne*, Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 11, Puławy 2008, s. 25-42.

Tabela 1. Prognoza zmian powierzchni upraw i ziemiopłodów do 2020 r.

Uprawy lub użytek	Zmiana popytu na biomasę w stosunku do 2006 r. (1000 t) wg scenariusza 2		% zmiana powierzchni w stos. do 2006 r. wg scenariusza			% zmiana ceny w stos. do 2006 r. wg scenariusza		
	tys. t	%	1	2	3	1	2	3
Pszenvica	798	11	-30	-25	-2	117	130	326
Owies i mieszanki	483	11	-14	-14	-1	120	151	223
Pozostałe zboża	1136	11	-22	-20	-8	85	102	50
Rzepak	2820	171	55	165	130	-23	-14	-50
Burak cukrowy	0	0	6	5	-15	54	56	65
Ziemiak	0	0	-11	-12	-29	74	76	59
Rośliny pastewne	0	0	-41	-43	-53	59	63	81
Łąki i pastwiska	0	0	-21	-26	45	165	180	185
Rośliny energetyczne	6600	2868	-14	5735	5726	113	88	588
Odłogi i ugory	-	-	-45	-51	-67	-	-	-

Źródło: Stuczyński T, i in., Prognoza wykorzystania przestrzeni rolniczej dla produkcji roślin na cele energetyczne, Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 11, Puławy 2008, s. 37.

Uzyskane wyniki wskazały na wzmoczenie konkurencji o przestrzeń rolniczą między produkcją na cele żywnościowe a energetyczne w warunkach utrzymania polityki zakładającej wzrost udziału zaangażowania źródeł odnawialnych w zużywanej energii. W zależności od rozpatrywanego scenariusza popytu na żywność i zapotrzebowania na biomasę na cele energetyczne należy spodziewać się wzrostu cen podstawowych ziemiopłodów, w szczególności zbóż.

Autorzy badania wskazali, że wyniki mają charakter wstępnej prognozy wpływu polityki odnoszącej się do biopaliw na strukturę upraw w Polsce z uwagi na rozwijający się rynek roślin energetycznych, co skutkuje problemem kalibracji modelu w oparciu o dane historyczne. Podobnie model nie uwzględnia rosnących wahań w poziomie produkcji rolniczej spowodowanych zmianami klimatycznymi i odnosi się do przestrzeni całego kraju. Pomija więc z jednej strony czynniki kształtujące podaż o charakterze globalnym, a z drugiej strony regionalne uwarunkowania produkcji rolniczej zarówno przyrodnicze, jak też społeczno-ekonomiczne. Autorzy wśród korzystnych następstw stymulowania popytu na rośliny energetyczne wymienili ograniczenie powierzchni ugorów i odłogów, zapobiegające utracie zasobów ziemi z rolnictwa. Równocześnie pomimo wzrostu konkurencyjności o przestrzeń rolniczą nie należy spodziewać się znaczącego spadku powierzchni tradycyjnych upraw na cele żywnościowe z uwagi na spodziewany wzrost cen tych produktów. Czynnikiem, który wpływa na osłabienie powiązań wzrostu cen surowców żywnościowych i cen ropy naftowej w warun-

kach polskich, są też zmienne kursy walutowe¹⁸. W szczególności obserwowane wraz ze wzrostem cen paliw na rynkach światowych osłabienie walut osłabia presję na wzrost cen pszenicy. Tym samym możemy mówić o względnej stabilizacji rynków żywnościowych w warunkach płynnego kursu walut.

Przeprowadzone przez R. Pudełko i A. Fabera badanie z wykorzystaniem GIS (*ang. Geographic Information System*) potwierdza, że w warunkach polskich relatywnie niewielka powierzchnia gruntów może zostać wykorzystana do produkcji biomasy na cele energetyczne¹⁹. W przeprowadzonej analizie uwzględniono przestrzenną zmienność warunków przyrodniczych i produkcyjnych rolnictwa oraz kompleksy glebowe o mniejszej przydatności do produkcji żywnościowej dla upraw wierzby, miskanta i ślazuowca. Uzyskana w ten sposób powierzchnia uprawy została pomniejszona o obszary nieużytkowane rolniczo, obszary górskie, charakteryzujące się opadami poniżej 550 mm oraz zasobach wody gruntowej niedostępnych dla roślin, jak też obszary chronione. Włączenie kryteriów ekonomicznych i uwarunkowań produkcyjnych rolnictwa spowodowało, że potencjalna powierzchnia 1,1 mln ha do wykorzystania na cele energetyczne uległa zmniejszeniu do 1/4. Wskazana powierzchnia jest też istotnie niższa niż wynikająca z opracowań przeprowadzanych przez zagraniczne ośrodki badawcze. W zależności od ośrodka badawczego wskazano, że możliwe jest wykorzystanie od 1 mln do 8,5 mln ha użytków rolnych w Polsce na potrzeby upraw energetycznych w perspektywie kolejnych 10-20 lat. W przedstawionych szacunkach kierowano się zasadą nadrzędności bezpieczeństwa żywnościowego nad produkcją energii. Oznacza to, że grunty przeznaczane na produkcję biomasy na cele energetyczne nie spowodowałyby zmniejszenia produkcji żywności niezbędnego do zaspokojenia potrzeb żywnościowych w skali światowej. Kluczowymi parametrami w przytoczonych modelach były prognozowane zapotrzebowanie na żywność oraz stopa wzrostu produktywności rolnictwa w zakresie wytwarzania surowców żywnościowych i na pasze.

Wśród badań podejmujących problematykę opłacalności produkcji biomasy na cele energetyczne należy wyróżnić zaproponowaną przez E. Krasuską propozycję metody szacowania cen biomasy zapewniającej opłacalność i konku-

¹⁸ Hamulczuk M., Klimkowski C., *Response of the Polish wheat prices to the world's crude oil prices*, Acta oeconomica et informatica 2/2012, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, Nitra, 2012, s. 50-56.

¹⁹ Pudełko R., Faber A., *Dobór roślin energetycznych dostosowanych do uprawy w równych regionach kraju*, [w:] Bocian P., Golec T., Rakowski J. (red.), *Nowoczesne technologie pozyskania i energetycznego wykorzystania biomasy*, Instytut Energetyki, Warszawa 2010, s. 50-68.

rencyjność wieloletnich upraw energetycznych²⁰. Wśród roślin objętych analizą znalazły się wierzba, miskantus, ślazier pensylwański oraz wierzba uprawiana w systemie Eko-Salix na trwałych użytkach zielonych. Przy określaniu kosztów i efektów produkcyjnych poszczególnych upraw uwzględniono różnice w ich plonowaniu w zależności od kompleksów glebowych z wyłączeniem gruntów chronionych i nieodpowiednich stosunkach wodnych. Z wykorzystaniem danych FADN wskazano na typy rolnicze specjalizujące się w uprawach polowych, produkcji mleka, zwierzętach ziarnożernych i o produkcji mieszanej. W badaniu uwzględniono konieczność powiększenia ceny biomasy o wielkość premii rekompensującej ryzyko podjęcia tego kierunku produkcji. Premia ta ma na celu kompensację wzrostu ryzyka podjęcia produkcji biomasy jako alternatywnego kierunku do produkcji rolniczej na cele żywnościowe. Wzrost ryzyka jest tutaj przede wszystkim uzasadniany koniecznością poniesienia wysokich nakładów początkowych związanych z założeniem plantacji i niepewnością co do poziomu dochodowości tego kierunku produkcji w warunkach wysokiej zmienności rynku. Przy czym trudność z oszacowaniem poziomu dochodowości powiązana z rynkiem wynika z niepewności kosztów produkcji, stabilności odbiorców i cen biomasy. Z kolei wysokie ryzyko produkcyjne odpowiada niepewności plonowania oraz pośrednio konieczności poniesienia inwestycji na zakup specjalistycznego sprzętu i nabycia nowych umiejętności. W konsekwencji dopłaty wspierające założenie plantacji oraz potrzeba zagwarantowania zbytu surowca w oparciu o długoterminowe kontrakty mają kluczowe znaczenie w upowszechnianiu tego kierunku produkcji. W badaniu produkcja biomasy na cele energetyczne ma charakter uzupełniający do produkcji na cele żywnościowe i opiera się na glebach marginalnych lub odłogowanych. Powyższe prawidłowości wskazują, że w praktyce produkcja biomasy na cele energetyczne nie jest kierunkiem, który stałby się podstawą tworzenia dochodów większej grupy gospodarstw rolnych w warunkach polskich. W konsekwencji zakładając stabilizację otoczenia rynkowego i wsparcia produkcji rolniczej można spodziewać się, że ten kierunek produkcji nie wpłynie istotnie na poziom produkcji żywności w kraju w średnim okresie. W badaniu przeprowadzonym z wykorzystaniem danych z gospodarstw objętych Polskim FADN, badaczka wyznaczyła poziom premii za ryzyko produkcji biomasy w relacji do takich kierunków produkcji rolnej, jak: uprawy polowe, produkcja wielokierunkowa, chów bydła mlecznego oraz chów trzody chlewnej. Bazując na wyznaczonych w oparciu o dane rze-

²⁰ Krasuska E., *Metoda szacowania cen biomasy dla energetyki z uwzględnieniem premii za ryzyko*, IUNG-PIB, Puławy 2011.

czywiste nadwyżki produkcji dla kierunków produkcji żywnościowych i biomasę na cele energetyczne, wyznaczono pożądane ceny biomasy uwzględniające premię za ryzyko. Istotnym osiągnięciem przeprowadzonego badania było wskazanie zależności między typem produkcyjnym gospodarstwa rolnego a jego potencjalną skłonnością do podjęcia produkcji surowców energetycznych. Uzyskane wyniki wskazały, że gospodarstwa wielokierunkowe utrzymałyby wyniki ekonomiczne na dotychczasowym poziomie przy wdrożeniu produkcji na biomasę przy relatywnie najniższych cenach równowagi. Z drugiej strony wdrożenie produkcji biomasy w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji trzody chlewnej wymagałoby najwyższych cen równowagi. Zależność tą wytłumaczono relatywnie najwyższymi nadwyżkami produkcji rolniczej w tych typach gospodarstw. Warto zauważyć, że w badaniu posłużono się nadwyżkami w przeliczeniu na hektar użytków rolnych, co zdeterminowało lepszą pozycję gospodarstw specjalizujących się w kierunkach produkcji ściśle powiązanych z powierzchnią użytków rolnych. Badanie wykazało, że przeciętne koszty produkcji biomasy we wszystkich typach gospodarstw są na tyle wysokie, że ich cena przekracza średnią cenę na rynku krajowym za biomasę z uwzględnieniem konieczności zakupywania przez energetykę odpowiedniej ilości biomasy na cele energetyczne. Jedynie w wybranych gminach z dominacją gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej oraz wielokierunkowych, jak też relatywnie z większą powierzchnią, istnieje duże prawdopodobieństwo podjęcia tego kierunku produkcji w przypadku uzyskania cen zbliżonych do górnej granicy cen płaconych przez energetykę²¹.

Badanie udowodniło, że przy obecnych warunkach rynkowych i technologiach konieczne jest wsparcie produkcji biomasy celem niwelacji ryzyka oraz określenie dolnej granicy ceny zapewniającej pokrycie średniorocznych kosztów produkcji biomasy. Równocześnie wskazano, że relatywnie mniejsze użycie nawozów i środków ochrony roślin przy produkcji biomasy w porównaniu z uprawami na cele żywnościowe zmniejszają ryzyko związane ze zmiennością cen tej grupy środków produkcji.

²¹ Ibidem, s. 77.

Tabela 2. Poziom premii za ryzyko oraz cen końcowych biomasy dla uprawy wierzby na cele energetyczne w odniesieniu do konwencjonalnych kierunków produkcji rolniczej

Studium	Konwencjonalne kierunki produkcji rolniczej	Premia za ryzyko zł GJ ⁻¹	Cena końcowa zł GJ ⁻¹	Udział premii w cenie końcowej
Clancy i in. 2008b	Pszenica ozima	13,64	42,44	0,32
	Jęczmień jary	-1,28	27,52	-0,05
	Produkcja mleka	61,76	74,98	0,82
	Chów owiec	11,00	39,80	0,28
	Chów cieląt	8,08	36,88	0,22
Wyniki własne	Produkcja roślinna	8,75	22,13	0,40
	Produkcja wielokierunkowa	8,45	19,35	0,44
	Chów bydła	11,50	26,07	0,44
	Chów trzody chlewnej	1,15	24,49	0,05

Źródło: Krasuska E., Metoda szacowania cen biomasy dla energetyki z uwzględnieniem premii za ryzyko, IUNG-PIB, Puławy 2011, tabela 24.

Badania przeprowadzone pod kierownictwem E. Majewskiego potwierdzają wagę wpływu różnych polityk na zaangażowanie polskich gospodarstw rolnych w produkcję na cele energetyczne²². Do wskazania zmian w strukturze gospodarstw rolnych w zależności od poziomu wsparcia produkcji na cele energetyczne wykorzystano optymalizacyjny model programowania liniowego. W celu scharakteryzowania rolnictwa polskiego posłużono się parametrami pochodzącymi między innymi ze zbiorowości gospodarstw rolnych prowadzących rachunkowość rolną w systemie FADN. W badaniu wyróżniono 210 różnych grup gospodarstw rolnych w zależności od typu produkcyjnego, wielkości użytkowanych gruntów, intensywności produkcji oraz jakości gleby²³. Do ustalenia parametrów rynkowych zastosowanych w modelu optymalizacyjnym wykorzystano model równowagi cząstkowej AGMEMOD. Wyliczone przez ten model ceny na podstawowe produkty rolne w tym przypadku uwzględniały egzogeniczne zmienne odzwierciedlające zróżnicowane polityki rolne oraz wpływ cen światowych. W modelu tym ceny krajowe są funkcją cen światowych, instrumentów polityki ekonomicznej (rolnej, handlowej, energetycznej) oraz wewnętrznych relacji popytowo-podażowych na poszczególnych rynkach. Zmiany cen wpływają na alokację zasobów ziemi na poszczególne kierunki

²² Majewski E., Waś A., Hamulczuk M., *Farm level modeling of bio-fuel and bio-power policy scenarios for Polish agriculture*, artykuł zaprezentowany podczas Kongresu International Farm Management Association, Bloomington (Ill.), USA, 19-24 lipca 2009.

²³ Szczegółowy opis modelu zamieszczono w Raporcie PW nr 148, Hamulczuk M., Stańko S., (red), *Zarządzanie ryzykiem cenowym a możliwości stabilizowania dochodów producentów rolnych - aspekty poznawcze i aplikacyjne*, Raport PW nr 148, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.

produkcji, a interakcje między produkcją roślinną a zwierzęcą reprezentowane są poprzez rozdysponowanie produkcji roślinnej na pasze (i ceny produktów roślinnych). W badaniu porównano zmiany w strukturze produkcji gospodarstw rolnych dla scenariusza bazowego (BASE) zakładającego brak produkcji na biopaliwa i scenariuszy alternatywnych polityk rolnych zakładających wzrost udziału rolnictwa w produkcji energii odnawialnej, w szczególności wzrostu zapotrzebowania na zboża i rzepak do produkcji biopaliw (BLINE, BIOF, BIOP) – tabela 3. W badaniu wzięto pod uwagę umiarkowany wzrost efektywności produkcji jako wynik postępu technicznego.

Przeprowadzona symulacja wskazała, że wzrost popytu na biopaliwa, wymuszony regulacjami lub stymulowany dopłatami, spowoduje wzrost cen głównie rzepaku (w zależności od scenariusza o 138 i 129%) i pszenicy (o 133 i 124%). Z kolei prognozowane wzrosty cen produktów roślinnych spowoduje wzrost cen pasz. W konsekwencji należy spodziewać się też wzrostu, jednak relatywnie mniejszego, kosztów produkcji zwierzęcej i cen produktów zwierzęcych. Wyniki modelowania wskazały w przypadku scenariusza bazowego redukcję powierzchni upraw pszenicy i roślin okopowych oraz umiarkowany wzrost powierzchni upraw z przeznaczeniem na biopaliwa. Przedstawione zmiany w strukturze produkcji wyjaśniono wzrostem preferencji dla upraw charakteryzujących się niższą intensywnością w odpowiedzi na silny wzrost cen środków produkcji, głównie nawozów mineralnych. Z kolei umiarkowany wzrost produkcji roślin oleistych powiązano wprost ze wzrostem popytu na te rośliny na cele energetyczne. Wykazana względnie stabilna produkcja roślin paszowych odzwierciedla brak zmian w popycie na produkty zwierzęce w warunkach zwiększonej produkcji na cele energetyczne.

Przeprowadzone obliczenia dla wyróżnionych scenariuszy polityk zwiększania zapotrzebowania surowców pochodzenia rolniczego do produkcji biopaliw wskazały na silny wzrost produkcji pszenicy oraz roślin dedykowanych na cele energetyczne w strukturze produkcji kosztem pozostałych upraw. W przypadku pszenicy jest to efekt spodziewanego bardzo silnego wzrostu jej ceny i wzrostu skłonności do intensyfikacji produkcji.

Tabela 3. Udział głównych roślin w strukturze produkcji roślinnej (w % UR) według grup gospodarstw i według scenariuszy

Produkcja roślinna	BASE 2006	BLINE 2013	BIOF 2013	BIOP 2013	BASE 2006	BLINE 2013	BIOF 2013	BIOP 2013
	do 10 ha				10-30 ha			
Zboża	84,9	88,7	87,1	77,5	69,8	68,9	68,2	60,2
Nasiona oleiste	1,9	2,3	2,9	2,4	7,5	13,6	13,6	13,6
Buraki cukrowe	9,1	4,8	5,7	6,0	10,7	4,2	5,1	5,0
Biomasa roślinna	-	-	-	9,95	-	-	-	9,6
	30-100 ha				powyżej 100 ha			
Zboża	63,4	69,5	69,2	61,5	70,6	75,6	75,1	74,9
Nasiona oleiste	10,5	10,5	10,5	10,5	18,4	18,3	18,3	18,3
Buraki cukrowe	8,8	2,9	4,2	4,4	7,3	3,5	4,5	4,5
Biomasa roślinna	-	-	-	8,6	-	-	-	0,2

Źródło: Majewski E., Was A., Hamulczuk M., Farm level modeling of bio-fuel and bio-power policy scenarios for Polish agriculture, artykuł zaprezentowany podczas Kongresu International Farm Management Association, Bloomington (Ill.), USA, 19-24 lipca 2009.

Według modelu najsilniej na politykę rozwoju produkcji rolniczej na biopaliwa reagują gospodarstwa małe i średnie. Z drugiej strony najmniejsze zainteresowanie tym kierunkiem produkcji zaobserwowano wśród gospodarstw największych. Prawdopodobnie ta jest wyjaśniana wysokim zapotrzebowaniem na nakłady pracy w produkcji biopaliw, które charakterystyczne są dla gospodarstw najmniejszych. Badanie wskazało, że kluczowymi parametrami w podejmowaniu produkcji na cele energetyczne są obok polityki rolnej i energetycznej nadwyżki zasobów pracy w gospodarstwie. Silny wzrost popytu na surowce do produkcji biopaliw spowoduje wyparcie mniej intensywnych kierunków produkcji na rzecz roślin energetycznych, a z drugiej strony wzrost powierzchni upraw intensywnych na cele żywnościowe.

Brak neutralności polityki zwiększania produkcji biopaliw na poziom produkcji rolniczej w obliczu spodziewanego wzrostu globalnego popytu na

żywność może prowadzić do redukcji wsparcia rolnictwa²⁴. Spodziewany wzrost cen żywności prowadzi do wzrostu opłacalności produkcji.

Ocena produktywności sektora rolnego w aspekcie produkcji surowca żywnościowego i surowca do produkcji biomasy na cele energetyczne ma charakter kompleksowy. Kompleksowość ta przejawia się konkurencyjnymi charakterem tych dwóch kierunków produkcji, bezpośrednim w przypadku technologii pierwszej generacji i pośrednim dla produkcji opierającej się na surowcu dedykowanym. Rolnictwo jako zbiór gospodarstw rolnych działając racjonalnie dostosowuje profil produkcji do warunków rynkowych. Suma decyzji producentów rolnych składa się na wielkość produkcji zarówno w zakresie produkcji surowców żywnościowych, jak też produkcji biomasy na cele energetyczne. Rosnący popyt na żywność, ograniczenia środowiskowe, zapotrzebowanie na odnawialne źródła energii wraz z dostępnością do efektywnych technologii są tutaj głównymi determinantami produktywności rolnictwa.

²⁴ Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M., *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, Raport PW nr 29, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011, s. 85.

2. Kwestia udziału rolnictwa w produkcji energii odnawialnej z perspektywy dokumentów strategicznych

W ostatnich latach obserwowany jest wzrost zapotrzebowania na energię, który wynika przede wszystkim z szybkiego rozwoju gospodarczego na świecie. Następuje stopniowy wzrost cen naturalnych zasobów energetycznych, jakimi są paliwa kopalne, a w szczególności ropy naftowej. Groźba wyczerpania paliw kopalnych oraz wzrastający poziom zanieczyszczenia środowiska, a co za tym idzie zmian klimatu, spowodowała konieczność poszukiwania alternatywy dla paliw kopalnych. Cały proces związany z wydobywaniem kopaliny, ich przerobem na energię oraz wykorzystaniem jako paliwo generuje odpady i powoduje emisję gazów cieplarnianych. Alternatywą dla paliw są zatem odnawialne zasoby energii, w skrócie OZE. Kolejną kwestią przemawiającą za wykorzystaniem odnawialnych zasobów energii w energetyce jest fakt, iż ich eksploatacja nie powoduje ich wyczerpywalności. Ubytki spowodowane wykorzystywaniem OZE stopniowo i powtórnie uzupełniają się podczas naturalnie występujących w przyrodzie procesów. Poza tym uważa się, że wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych jest ważną składową zrównoważonego rozwoju, która przynosi wymierne efekty zarówno ekologiczne, jak i energetyczne²⁵. Stopniowy wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym przyczynia się do poprawy zarówno efektywności wykorzystania, jak i oszczędzania kopaliny, wpływa również na poprawę stanu środowiska dzięki redukcji zanieczyszczeń do atmosfery i wód oraz redukcji powstawania odpadów.

Rosnący koszt energii jest jednym z czynników, jaki będzie decydował o przyszłym kierunku rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich. Proces ten związany z wyczerpywaniem się kopaliny prowadzi w rezultacie do wzrostu kosztów produkcji żywności. Powszechnie oczekuje się, że wzrost cen energii ze źródeł konwencjonalnych, tj. kopaliny, w stopniu zapewniającym konkurencyjność źródłom odnawialnym będzie powodował wzrost oczekiwań wobec rolnictwa w zakresie możliwego wkładu w produkcję energii ze źródeł odnawialnych. Przewiduje się, że ich rozwój może być szansą nie tylko na ograniczenie wzrostu kosztów produkcji żywności, ale również na zróżnicowanie pozarolniczej działalności na obszarach wiejskich oraz rozwój samego rolnictwa. Te przesłan-

²⁵ Holger R., *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010.

ki spowodowały, iż wykorzystanie i wspieranie rozwoju OZE w energetyce stało się jednym z priorytetów polityki państw. O popularności odnawialnych źródeł energii świadczyć może również wzrost ich wykorzystania (wykres 3) oraz pośrednie korzyści, jakie płyną z tego dla społeczności lokalnych. Chodzi tu głównie o zwiększanie bezpieczeństwa energetycznego, generowanie nowych miejsc pracy zwłaszcza na obszarach wiejskich, w doradztwie oraz handlu.

OZE, według definicji zawartej w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE, *oznacza energię z odnawialnych źródeł niekopalnych, a mianowicie energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, geotermalną, hydrotermalną, energię oceanów, hydroenergię, energię pozyskiwaną z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych (biogaz).*

Według struktury pozyskiwania energii odnawialnej największym udziałem charakteryzuje się biomasa stała, jej udział w UE-27 w 2010 r. wyniósł 48,5%, w Polsce 85,6%²⁶. Definicja biomasy według Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE oznacza: *ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich.*

Biomasa pochodzenia rolniczego uważana jest za największy rezerwuar energetyczny²⁷. Z tego też względu Polska postrzegana jest jako kraj, który może mieć istotny udział w produkcji biomasy na cele energetyczne w UE²⁸. W zależności od stopnia powiązania z produkcją surowca żywnościowego oraz biorąc pod uwagę różny stopień przetwarzania biomasy można wyróżnić: zasoby pierwotne, które tworzą rośliny powstałe w procesie produkcji rolnej i jednocześnie wpływające na poziom produkcji żywności. Do tej grupy przypisuje się takie rośliny, jak: zboża, rzepak, słonecznik, buraki cukrowe i pastewne, ziemniaki. Kolejną grupę tworzą wieloletnie rośliny uprawiane na cele energetyczne, które tym samym nie wpływają w sposób bezpośredni na poziom produkcji żywności,

²⁶ *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r.*, GUS, Warszawa 2012, s. 24.

²⁷ Faber A. *Uprawa roślin energetycznych a wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce*, Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 11, Puławy 2008.

²⁸ Wyniki Projektu Komisji Europejskiej REFUEL (2007) wskazują, że Polska może dostarczyć 12% potencjału produkcji biomasy na cele energetyczne w UE.

ale oddziałują na nią w sferze zasobów, między innymi poprzez wykorzystanie gleb na inny cel niż produkcja żywności. Do tej grupy zalicza się rośliny, takie jak wierzba, topola, miskant. Dodatkowo do tej grupy można zaliczyć słomę zbożową i rzepakową oraz nadwyżki biomasy z trwałych użytków zielonych, nie wykorzystanych w produkcji zwierzęcej. Do kolejnej grupy zalicza się odpady i pozostałości z produkcji rolnej i przetwórstwa rolno-spożywczego (odchody zwierzęce i pozostałości organiczne)²⁹. Należy mieć na uwadze, że rolnictwo to nie tylko baza surowcowa dla produkcji bioenergii, ale też i zaplecze do produkcji energii odnawialnej. Spodziewany rozwój instalacji przetwarzających energię, takich jak biogazownie, siłownie wiatrowe oraz brykietniarnie, jest szansą na aktywizację ekonomiczną rolnictwa i obszarów wiejskich³⁰.

Z uwagi na wspomniane korzyści wspierania rozwoju odnawialnych zasobów stało się ważnym celem polityki Unii Europejskiej. Strategia opublikowana w 1997 roku w Białej Księdze Komisji Europejskiej, dotycząca rozwoju odnawialnych źródeł energii w krajach UE, jest odzwierciedleniem zaangażowania polityki w tę dziedzinę i tworzy podstawę do działań na poziomie unijnym. Ze względu na znaczący potencjał produkcji biomasy rolniczej w Polsce i możliwość jego wykorzystania w produkcji energii odnawialnej należy spodziewać się, że ten kierunek produkcji będzie miał istotny wpływ na gospodarkę rolną. Wykorzystanie biomasy wpisuje się więc w kluczowe założenia polityki rolnej i gospodarczej naszego państwa. W Polsce ciągle w niewielkim stopniu wykorzystuje się zasoby energii odnawialnej, zwłaszcza biorąc pod uwagę cele wskaźnikowe określone na 2020 rok, co wskazuje na zasadność podjętego zagadnienia. Udział odnawialnych źródeł w produkcji energii na świecie w roku 2010 wynosi ok. 17-18% (ok. 9% z biomasy tradycyjnej³¹, ok. 8% z nowocze-

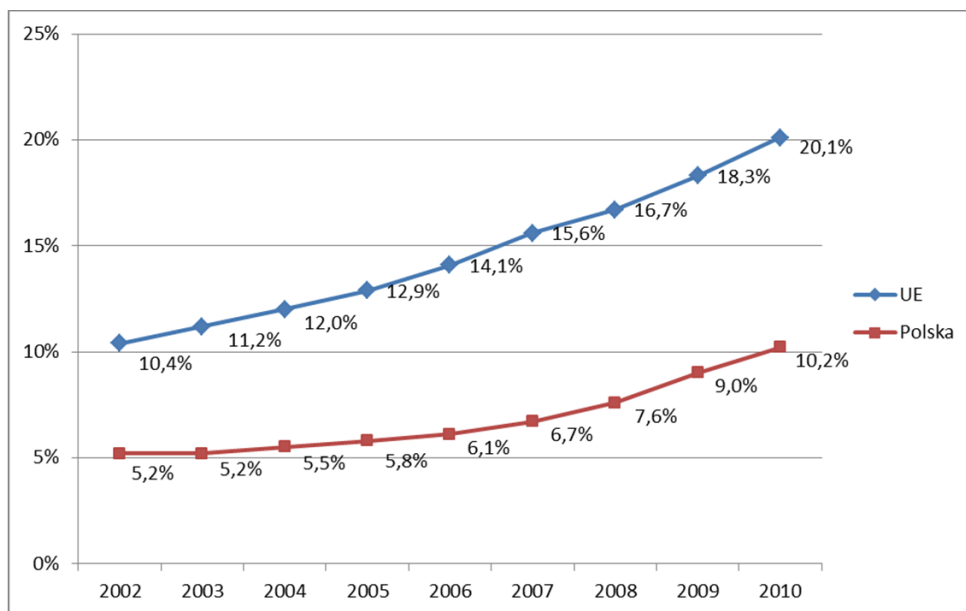
²⁹ Korycińska K., *Stan rozwoju sektora bioenergii*, [w:] *Odnawialne źródła energii nowym wyzwaniem dla obszarów wiejskich w Polsce*, FAPA, Opole 2009.

³⁰ Matyka M., *Rolnictwo a odnawialne źródła energii-szanse i zagrożenia* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [11]*, Raport PW nr 3, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.

³¹ To jest: nieprzetworzona stała biomasa, łącznie z odpadami rolniczymi, odchodami zwierzęcymi, produktami leśnymi.

snych źródeł energii^{32,33}). W przypadku UE-27 wskaźnik ten kształtował się na poziomie 20,1%, podczas gdy w Polsce był o połowę mniejszy – 10,2%³⁴.

Wykres 3. Udział energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii z paliw kopalnych w latach 2002-2010



Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r.* GUS, Warszawa 2012, s. 22.

Gospodarka energetyczna Polski opiera się głównie na rodzimym węglu. Udział węgla w dostawach energii pierwotnej wynosi 55%, a w produkcji energii elektrycznej aż 90%. W Polsce złoża węgla kamiennego ulegają wyczerpaniu. Jego operacyjne zasoby w pokładach możliwych do eksploatacji przy rocznym wydobywaniu 70 mln ton wystarczą na 30 lat. Podobnie rysuje się sytuacja w przypadku węgla brunatnego; szacuje się, że za niespełna 30 lat wyczerpią się

³² To jest: biomasa na cele energetyczne i ciepłownicze, energia wodna, wiatrowa, słoneczna i geotermalna.

³³ Martinot E., *Renewables*, Global Futures Report 2013, REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris 2013, s. 15.

³⁴ *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r.*, GUS, Warszawa 2012.

jego pokłady³⁵. Są to przesłanki, zwłaszcza w dobie wyzwań w zakresie ograniczeń zasobów kopalnianych, zmian klimatu i ochrony środowiska, do poszukiwania pokrycia zapotrzebowania na energię z wykorzystaniem surowców odnawialnych. Uzależnienie energetyki od kopalin sprawia, że Polsce trudno będzie zrealizować zobowiązania w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Równolegle Polska w znacznym stopniu uzależniona jest od importu surowców energetycznych. Z importu pochodzi 95% ropy naftowej i ok 2/3 gazu ziemnego, gdzie większość jest importowana od jednego dostawcy: Rosji. Na tej podstawie dywersyfikacja źródeł energii wydaje się niezbędna³⁶. W Polsce podstawowym źródłem energii odnawialnej jest biomasa oraz w dużo mniejszym stopniu energia wody, ich udział w 2010 r. wynosił odpowiednio 85,6% i 3,7% (GUS 2012). Jeszcze mniejsze znaczenie ma energia wiatru, energia geotermalna, promieniowania słonecznego, co zostało przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 4. Struktura pozyskania energii odnawialnej w Polsce wg źródeł w latach 2005-2010 (w %)

Wyszczególnienie	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Biomasa stała	91,6	90,8	91,6	87,7	86,1	85,6
Energia promieniowania słonecznego	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Energia wody	4,2	3,7	3,9	3,4	3,4	3,7
Energia wiatru	0,3	0,5	0,9	1,3	1,5	2,1
Biogaz	1,2	1,3	1,3	1,8	1,6	1,7
Biopaliwa	2,6	3,5	2,1	5,5	7,1	6,7
Energia geotermalna	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Odnawialne odpady	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r.* GUS, Warszawa 2012.

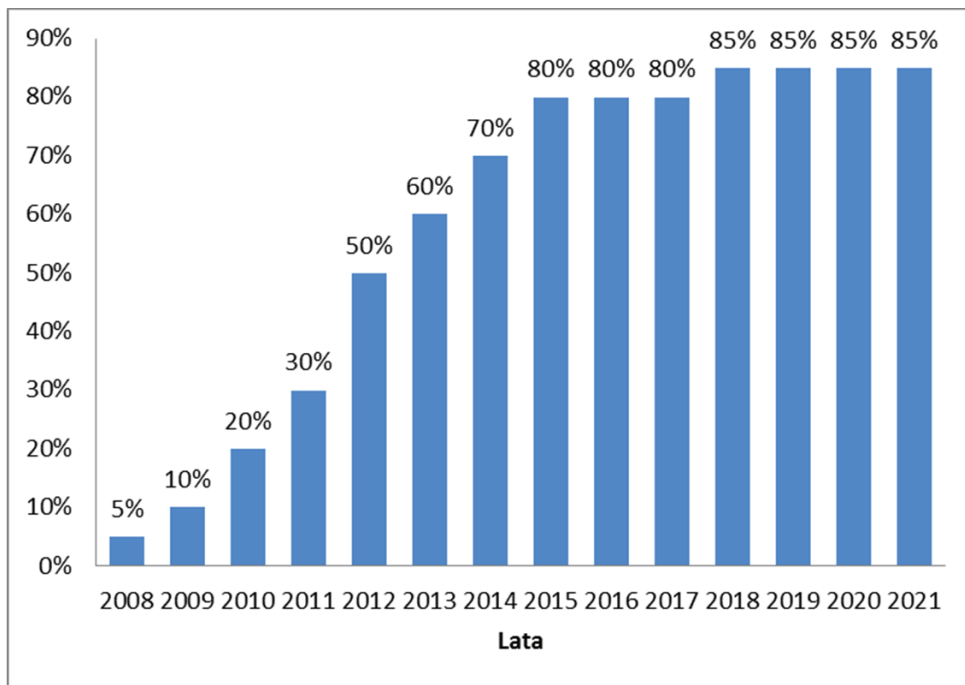
W Polsce wykorzystanie biopaliw w energetyce rozwija się najszybciej, ich udział wzrósł z 2,6% w 2005 r. do 6,7% w 2010 r. Według Rozporządzeń Ministerstwa Gospodarki z dn. 14.VIII.2008 r. oraz projektu rozporządzenia podpisanego w dn. 18.X.2012 r. oczekuje się, że ilość biomasy pochodzenia

³⁵ Nowicki M., *Niewyczerpywalna energia w świecie wyczerpywalnych kopalin*, artykuł dostępny na stronie Centrum Strategii Energetycznych, zamieszczony 07.12.2012 r. http://cse.ibngr.pl/niewyczerpalna_energia_w_swiecie_wyczerpywalnych_kopalin/.

³⁶ *Polityki Energetyczne Państw MAE, Polska 2011 Przegląd*, OECD/IEA, 2011.

rolniczego będzie stopniowo wzrastać. Spodziewany udział biomasy w produkcji energii elektrycznej został przedstawiony na poniższym wykresie.

Wykres 4. Udział biomasy pochodzenia rolniczego przeznaczony na produkcję energii elektrycznej



Źródło: Opracowano na podstawie Rozporządzeń Ministerstwa Gospodarki z 14 sierpnia 2008 roku³⁷ i projektu rozporządzenia Ministerstwa Gospodarki podpisanego 18 października 2012 roku³⁸.

³⁷ Rozporządzenie Ministerstwa 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.

³⁸ Projekt rozporządzenia Ministerstwa Gospodarki 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, Rozporządzenie podpisane przez Ministra Gospodarki w dniu 18 października 2012 r. oraz skierowane w dniu 19 października 2012 r. do publikacji.

Zaangażowanie zasobów rolniczych w produkcję OZE wpisuje się w koncepcję wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich przedstawiono w rządowym dokumencie pt. *Zarys kierunków rozwoju obszarów wiejskich*³⁹. Przyjęto założenie, iż w przypadku rolnictwa, funkcja społeczna i ekonomiczna obszarów wiejskich nie jest już utożsamiana wyłącznie z produkcją surowców żywnościowych i zapewnieniem miejsca dla tej produkcji. W szczególności oczekuje się, że rolnictwo w coraz większym stopniu będzie dostarczycielem innych dóbr i realizacji funkcji znaczących dla całego społeczeństwa. Przy czym nowe działalności powinny zapewnić zrównoważony rozwój społeczny i gospodarczy, tj. z uwzględnieniem zasobów przyrodniczych, krajobrazowych i kulturowych wsi. Istotną rolę pełni również kapitał ludzki i społeczny. Wśród kierunków rozwoju obszarów wiejskich uwzględnia się wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej do produkcji energii ze źródeł odnawialnych. W dokumencie tym podkreślono również, iż ten kierunek wykorzystania biomasy powinien wpłynąć pozytywnie na poprawę gospodarki rolnej.

Ze względu na potencjał rolnictwa i obszarów wiejskich w dostarczaniu surowców do produkcji energii odnawialnej oraz terenu pod inwestycje z tym związane, jak również korzyści płynących dla społeczności rolniczej, uznano za istotne przedstawienie dokumentów strategicznych w tej dziedzinie. Odniesiono się zarówno do prawodawstwa unijnego, jak i polskiego. Analiza dokumentów strategicznych i regulacji wskaże między innymi na sposoby wspierania rozwoju tego kierunku produkcji rolniczej i postulowane zaangażowanie zasobów rolniczych do produkcji OZE oraz zmianę podejścia do problematyki wpływu OZE na sektor żywnościowy. Należy dodać, iż w opracowaniu szczególną uwagę poświęcono potencjalnym interakcjom wzrostu zaangażowania rolnictwa w produkcję surowców do wytwarzania OZE z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywnościowego i potencjalnego wpływu na środowisko, w tym na zasoby gleby i wody.

³⁹ *Zarys kierunków rozwoju obszarów wiejskich*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa, 3.02.2009 r.

2.1. Kwestia produkcji OZE w dokumentach strategicznych i regulacjach prawnych UE

Stopień wykorzystania potencjału biomasy do celów energetycznych jest uzależniony od wielu czynników, tj. sytuacji rynkowej, wsparcia ekonomicznego, relacji kosztów produkcji OZE i energii z paliw kopalnych, czy też aktualnego stanu rozwoju technologii produkcji energii odnawialnej. Wymienione czynniki składają się na unijną politykę dotyczącą OZE i będą determinować rolę i znaczenie biomasy w realizacji celów unijnych w tym zakresie.

Jednymi z pierwszych dokumentów poruszających temat zmian klimatu była Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu (UNFCCC)⁴⁰. Została ona podpisana przez przedstawicieli 154 państw⁴¹ w czerwcu 1992 roku podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro. Głównym celem Konwencji była stabilizacja (a dalej ograniczenie) koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze w celu zmniejszenia oddziaływania na zmianę klimatu. Państwa zobowiązały się do monitorowania antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych, tworzenia krajowych i regionalnych programów redukcji emisji, wsparcia rozwoju technologii i badań naukowych, które pozwoliłyby ograniczyć emisję.

Pod koniec 1997 roku został podpisany Protokół do Konwencji zwany Protokołem z Kioto⁴². O ile Konwencja jedynie zachęcała kraje do redukcji gazów cieplarnianych, to o tyle dokument z Kioto jest dokumentem zobowiązującym (prawnie wiążącym) do ich ograniczania. Zobowiązania dotyczące wszystkich stron protokołu miały na celu redukcję antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych, wyrażonych w ekwiwalencie dwutlenku węgla. Sygnatariusze zobowiązali się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 5 procent poniżej poziomu emisji z 1990 r. w okresie od 2008 do 2012 r. W przypadku Polski zobowiązano się do zmniejszenia ich emisji o 6% w stosunku do roku 1988. Jeżeli chodzi o rolnictwo, to redukcja ta obejmowała m.in. emisję metanu, gospodarkę nawozową oraz dotyczyła zmian pochłaniania CO₂

⁴⁰ Dz.U.96.53.238. Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r. (Dz. U. z dnia 10 maja 1996 r.).

⁴¹ Polska ratyfikowała Konwencję i Protokół z Kioto w 1994 roku.

⁴² Dz.U.05.203.1684. Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r.

przez gleby użytkowane rolniczo. Zmiany w pochłanianiu CO₂ przez gleby były rezultatem ewolucji w sposobie użytkowania ziemi w rolnictwie oraz w gospodarce leśnej. Zobowiązania zawarte w protokole dotyczyły także poprawy efektywności energetycznej gospodarki. Podkreślono promowanie zrównoważonych form rolnictwa i leśnictwa oraz wdrażanie technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii. W ramach protokołu podjęto się likwidacji barier rynkowych utrudniających wdrażanie redukcji emisji w sektorach gospodarczych, jak również zobowiązano się do wspierania działań zmierzających do redukcji i pochłaniania gazów cieplarnianych.

Poza wyżej wspomnianymi, międzynarodowymi dokumentami, Unia Europejska przyjęła także własne dokumenty traktujące o energetyce odnawialnej. Jednym z nich jest tzw. Biała Księga⁴³ „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii” z 1997 roku. Głównym założeniem tego dokumentu było podwojenie udziału OZE w bilansie energetycznym krajów członkowskich, czyli do 12%. Kolejnym założeniem w omawianym dokumencie był udział 2/3 biomasy w produkcji energii odnawialnej. W kolejnych latach Komisja Europejska przyjęła szereg dokumentów, w tym Zieloną Księgę⁴⁴ (listopad 2000 rok), który dotyczył strategii europejskiej w zakresie bezpieczeństwa energetycznego. W dokumencie tym zwrócono uwagę na konieczność dywersyfikacji źródeł energii celem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Założenie podwojenia udziału OZE w ogólnej produkcji energii zostało potwierdzone i dodatkowo wyznaczono cel zwiększenia udziału OZE w produkcji energii elektrycznej z 12 do 24% do 2010 roku. Tu również odwołano się do korzyści ze stosowania biopaliw w związku z mniejszą emisją gazów cieplarnianych o 40-80% w porównaniu do tradycyjnych źródeł energii. Podkreślono również korzystne oddziaływanie na obszary wiejskie rozwoju OZE poprzez tworzenie nowych miejsc pracy i nowe rynki zbytu produktów rolniczych. Stwierdzono, iż potencjał biomasy zarówno pochodzenia rolniczego, jak i leśnego nie jest w pełni wykorzystany i pomimo wysokich kosztów produkcji należy wspierać ten kierunek w rolnictwie. W dokumencie tym również założono 20% udział alternatywnych paliw w sektorze transportu drogowego w roku 2020, jako element

⁴³ Biała Księga Komisji Europejskiej *Energia dla Przyszłości – odnawialne źródła energii*, przyjęta przez Parlament i Radę Europy w listopadzie 1997 r. (COM/97/599).

⁴⁴ Green Paper *Towards a European strategy for the security of energy supply* COM(2000)0769 (29/11/2000).

poprawiający bezpieczeństwo energetyczne poszerzonej UE oraz redukujący emisję gazów cieplarnianych.

Kolejnym dokumentem, w którym odniesiono się do konieczności realizacji postanowień zawartych w Protokole z Kioto była Dyrektywa 2001/77/WE⁴⁵. Zgodzono się ze stwierdzeniem, że potencjał wykorzystania energii odnawialnej nie jest w pełni wykorzystywany na rynku energii elektrycznej. Wspólnota uznała, iż należy wspierać ten kierunek rozwoju, przy czym podkreślono korzystne oddziaływanie nie tylko na ochronę środowiska, ale również to, że jest to kierunek zgodny z koncepcją trwałego rozwoju wsi. Wśród korzyści wymieniono także tworzenie nowych miejsc pracy oraz korzystny wpływ na spójność społeczną, tj. poprawę warunków życia ludności wiejskiej poprzez wzrost jej dochodów. Wytyczne co do udziału energii odnawialnej w całej wyprodukowanej energii zakładały 12% jej udziału w całkowitym zużyciu energii oraz 22,1% OZE w sektorze energii elektrycznej przed końcem 2010 roku. Wsparciu tego kierunku rozwoju miały służyć takie mechanizmy, jak: „zielone certyfikaty”, pomoc w inwestycjach, polityka podatkowa, a także przewidziano zwrot podatku akcyzowego oraz systemy wsparcia bezpośredniego. Tutaj również należy wspomnieć jak istotne było zagwarantowanie sprawnego funkcjonowania powyższych mechanizmów celem zapewnienia stabilnych warunków do inwestowania w OZE.

W 2003 roku weszła w życie Dyrektywa 2003/30/WE⁴⁶ Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2003 roku w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych. Głównym przesłaniem tego dokumentu było zmobilizowanie państw członkowskich do podjęcia działań mających na celu stopniowe zwiększenie udziału biopaliw w transporcie. Tutaj wielokrotnie podkreślano uzyskanie niezależności od importowanej energii, a więc zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego. Uznano, iż zastosowanie biopaliw w transporcie powinno być zgodne z praktykami trwałego rozwoju w rolnictwie i leśnictwie, co przyczyniłoby się do trwałego rozwoju wsi. Pierwszy wymóg Parlamentu Europejskiego dotyczył 2005 roku, gdzie udział biopaliw na rynku paliwowym powinien wynieść 2%. Natomiast do końca roku 2010

⁴⁵ Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.

⁴⁶ Ibidem.

dokument nakazywał, aby udział biopaliw w całkowitej konsumpcji paliw w każdym z państw członkowskich był na poziomie 5,75% wartości energetycznej paliwa. Uznano, iż z biomasy w przyszłości ma pochodzić aż 2/3 energii odnawialnej. Omawiana dyrektywa zobowiązała państwa członkowskie do stworzenia programów zapewniających rozwój biopaliw. W tym celu dozwolono udzielenia pomocy publicznej i wprowadzono ulgi oraz zwolnienia w podatku akcyzowym i podatkach energetycznych dla biopaliw. Wprowadzono też możliwość zwolnień fiskalnych dla samochodów mających silniki przystosowane do wykorzystania biopaliw. Dodatkowo udzielono pomocy na badania i rozwój OZE czy też wspieranie niektórych działów produkcji rolnej. W szczególności wsparcie badań i rozwoju technologicznego przybrało formę programów pilotażowych oraz programów badawczych nad nowymi mieszankami paliwowymi. Wsparcie rolnictwa w tym zakresie polega na zwolnieniach bądź redukcji podatku akcyzowego oraz na obowiązku dodawania biomasy do paliw ciekłych (dowolność dla państw członkowskich). Zgodnie z dyrektywą wszystkie surowce do produkcji biopaliw ciekłych, a więc i biomasa podlegają opodatkowaniu podatkiem akcyzowym. Jednakże obowiązywała zasada, iż Komisja Europejska przed każdorazowym wydaniem zgody bada najpierw, czy taka pomoc nie spowoduje zachwiania konkurencji i będzie zgodna z zasadami udzielania pomocy publicznej na ochronę środowiska. Tutaj istotne jest, że pomoc ta ma na celu jedynie rekompensatę dodatkowych kosztów, jakie wiążą się z produkcją tego rodzaju paliw. Nie mogą one stanowić dla producentów biopaliw dodatkowego zysku.

Kolejnym powszechnie stosowanym systemem jest obowiązek określonego udziału biopaliw we wprowadzanym do obrotu paliwie. W kwestii rolnictwa obowiązek ten zapewnia określony ilościowo rynek zbytu dla biomasy oraz biopaliw. Dodatkową zaletą jest fakt, iż korzystają z niego wszyscy mający udział w produkcji biopaliwa, w tym również rolnicy. Ten system gwarantuje stabilność dla inwestycji w tym sektorze gospodarki i wspiera rolnictwo produkujące surowce na potrzeby paliwowe. W związku z reformą WPR przeprowadzoną w 2003 roku dopłaty bezpośrednio zostały oddzielone od produkcji rolnej, dzięki czemu rolnicy mogli bez utraty subwencji rozwijać produkcję na potrzeby energetyczne. Została równocześnie wprowadzona specjalna pomoc skierowana do rolników uprawiających rośliny energetyczne i utrzymana możliwość przeznaczania gruntów odłogowanych do wykorzystania na cele nieżywnościowe.

Kolejnym dokumentem dotyczącym rozwoju i wykorzystaniu biomasy na cele energetyczne był „Plan działania w sprawie biomasy”⁴⁷ z 2005 roku. Dokument ten był swoistym przeglądem dotychczasowej polityki energetycznej UE. W dokumencie tym postulowano zwiększenie wykorzystania OZE argumentując wysokimi możliwościami rozwoju tej produkcji w UE. Dostrzeżono, iż wprowadzenie zróżnicowania źródeł energii z pewnością przyczyni się do zmniejszenia zależności od importu energii, zwiększy trwałość i przyczyni się do wzrostu gospodarczego oraz zatrudnienia. Podkreślono również znaczącą rolę biomasy w pozyskiwaniu energii, promowaniu regionalnych struktur gospodarczych i dostarczaniu dochodu rolnikom. W niniejszym planie działania określono zadania, które mają służyć zwiększeniu pozyskiwania energii z biomasy pochodzącej z drewna, odpadów i roślin uprawnych, w tym tworzenie rynkowych zachęt do jej wykorzystywania i usuwanie barier dla rozwoju rynku OZE. Posłużyć to miało ograniczeniu zależności Europy od paliw kopalnych, zmniejszeniu emisji gazów cieplarnianych do atmosfery oraz pobudzeniu działalności gospodarczej na obszarach wiejskich.

Kolejnym dokumentem odnoszącym się do kwestii OZE był Komunikat Komisji z 2006 roku pt. „Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej. Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości”⁴⁸. W dokumencie potwierdzono, iż energia odnawialna stanowi istotny element zrównoważonej przyszłości. Dokument ten określa długookresową perspektywę dla źródeł energii odnawialnej w UE. Został zaproponowany cel udziału energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii w UE na poziomie 20% do 2020 roku. W dokumencie zawarto również propozycję nowych ram prawnych dotyczących wspierania i wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Unii Europejskiej, zapewniając tym samym długoterminową stabilność inwestorom. Podkreślono, iż realizacja celu jest możliwa poprzez znaczne zwiększenie udziału OZE we wszystkich państwach członkowskich w sektorach elektryczności, transportu, ogrzewania i chłodzenia. Jeżeli chodzi o sektor energii poddano wątpliwości zrealizowanie 21% udziału OZE w ogólnym zużyciu energii elektrycznej do 2010 roku. Sceptycznie odniesiono się do realizacji celu zawartego

⁴⁷ COM(2005) 628 końcowy Komunikat Komisji: *Plan działania w sprawie biomasy*, Bruksela, dnia 07.12.2005.

⁴⁸ COM(2006) 848 wersja ostateczna *Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej. Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości*, Bruksela, dnia 10.01.2007.

w Białej Księdze, gdzie założono 12% udział OZE w wewnętrznym zużyciu energii brutto jako możliwy do osiągnięcia do 2010 roku. Do głównych przyczyn takiego stanu rzeczy zaliczono: brak możliwości uwzględnienia kosztów zewnętrznych w cenach rynkowych paliw kopalnych, poza tym wymieniono problemy administracyjne związane ze złożonością i zdecentralizowanym charakterem zastosowań OZE. Zwrócono uwagę na brak uregulowań prawnych i brak stabilnych warunków dla inwestorów. Za możliwy do osiągnięcia określono 19% udział energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym zużyciu energii elektrycznej w UE. Jeżeli chodzi o realizację celu dotyczącego biopaliw (2% udziału w zużyciu benzyny i oleju napędowego w 2005 roku i 5,75% w 2010 roku), wskazano na przyczyny wolnego postępu w tym zakresie, a mianowicie brak systemów wsparcia, co również nie pozwoli na zrealizowanie założonych celów dla 2010 roku. Wśród głównych przyczyn niepowodzenia wymieniono brak zachęt politycznych i ekonomicznych. Wskazano, że w warunkach braku pewnych ram politycznych i prawnych oraz wsparcia finansowego trudno oczekiwać wzrostu inwestycji w tym sektorze. Winą za wolny postęp w osiąganiu celów unijnych obarczono również administrację, tj. niejasne i nieprzyjazne procedury uzyskania zezwoleń na planowanie, budowę i obsługę systemów oraz różnice standardów i certyfikacji OZE.

Poza działaniami legislacyjnymi Komisja podejmowała działania polegające m.in. na promowaniu systemu zachęt i wsparcia dla biopaliw. Jednakże Komisja wyraźnie zniechęcała do przekształceń terenów o wysokiej wartości dla bioróżnorodności na cele uprawy surowców do produkcji biopaliw, w tym także do produkcji paliw drugiej generacji. Wskazano na możliwości wykorzystania instrumentów finansowych, a w szczególności funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności w celu wsparcia rozwoju OZE. Zapowiedziano również kontynuację internalizacji kosztów zewnętrznych energii z paliw kopalnych poprzez opodatkowanie energii konwencjonalnej. Podjęto inicjatywę wspierania inwestycji w zakresie nowych bezemisyjnych technologii. Na podstawie powyższej „Mapy drogowej...” zostały sformułowane nowe propozycje długofalowych celów polityki energetycznej, które funkcjonują pod zbiorczym tytułem „Polityka 3x20”, a zostały one przedstawione w dokumencie „Konkluzje Prezydencji – Rada Europejska w Brukseli 8-9 marca 2007 r.”⁴⁹ W dokumencie tym zawarto nowe zadania w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych, a mianowicie

⁴⁹ Konkluzje Prezydencji – Rada Europejska, 8-9 marca 2007 r. (7224/1/07 REV 1).

redukcję ich emisji do 2020 roku o co najmniej 20% w porównaniu do 1990 roku. Celem bardziej racjonalnego wykorzystania energii określono potrzebę zmniejszenia jej zużycia o 20% w porównaniu z prognozami na rok 2020, oraz wyznaczono uzyskanie do roku 2020 udziału energii z OZE w wysokości 20% całkowitego zużycia energii UE. Poza tym Rada przyjęła dodatkowo dążenie osiągnięcia przez wszystkie państwa członkowskie do roku 2020 wiążącego celu minimalnego w postaci 10% udziału biopaliw w ogólnym zużyciu benzyny i oleju napędowego w transporcie. Zaznaczono, iż wszystkie rodzaje energii ze źródeł odnawialnych przyczyniają się do bezpieczeństwa dostaw, konkurencyjności i trwałości sektora energetycznego, jeżeli są wykorzystywane w sposób opłacalny.

Nowe cele dotyczące OZE zostały zawarte w Pakiecie klimatyczno-energetycznym, którego ostateczny kształt uzgodniono w grudniu 2008 r. Dzięki temu energia odnawialna stała się podstawą poprawy bezpieczeństwa energetycznego w UE oraz sposobem redukcji emisji gazów cieplarnianych. Komisja po przeprowadzeniu szacunków zaopiniowała, że osiągnięcie 20-procentowego udziału OZE w 2020 r. będzie wymagało około 33-procentowego udziału energii odnawialnej w sektorze energii elektrycznej. Jednocześnie uwzględniając oddzielny cel dla sektora transportu, Komisja przewiduje coraz większe zapotrzebowanie na biomasę, a tym samym konieczność powiększenia powierzchni uprawy roślin energetycznych. Przeprowadzone w tym zakresie prognozy Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) i szacunki Komisji Europejskiej wykazały, iż możliwy do wykorzystania w celach energetycznych w 2020 r. potencjał biomasy będzie wynosił około 230 Mtoe⁵⁰. Zagospodarowanie tego zasobu sprawi, iż uzyskana w ten sposób biomasa w 2/3 przyczyni się do realizacji 20% celu OZE na rok 2020. W konsekwencji jej zużycie będzie musiało zwiększyć się co najmniej 3-krotnie.

W 2009 r. powstała Dyrektywa 2009/28/WE – Dyrektywa RED „Renewable Energy Directive”, w której instrumentami służącymi do realizacji celu, jakim jest redukcja emisji gazów cieplarnianych oraz spełnienia postanowień zarówno Ramowej Konwencji ONZ w sprawie zmian klimatu oraz realizacja wytycznych zawartych w Protokole z Kioto, będzie kontrola zużycia energii, zwiększenie udziału zastosowania energii odnawialnej oraz oszczędność i efektywność energetyczna. W dokumencie tym powtórzono cele strategiczne zgłoszone w załączniku do „Konkluzji Prezydencji – Rada Europejska w Brukseli

⁵⁰ Miliony ton ekwiwalentu olejowego (1 Mtoe = 41,9 PJ = 1015 kcal).

8-9 marca 2007 r.” (Pakiet 3x20). Przy czym cel 20% udziału OZE został przełożony na wiążące cele krajowe zależne od poszczególnych państw – dla Polski jest to 15% udział OZE. Szczególną rolę związaną z wytwarzaniem energii odnawialnej upatruje się w tym dokumencie dla rozwoju lokalnego, regionalnego, łączy się ją ze spójnością społeczną i możliwościami powstania nowych miejsc pracy. Zaznaczono, iż wykorzystanie lokalnych źródeł energii przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego w skali lokalnej oraz dodatkowej korzyści wynikającej z krótszego transportu, tj. mniejsze straty przesyłowe. Poprzez powstanie nowych miejsc pracy związanych z produkcją OZE zostanie zapewniony dochód lokalnym społecznościom. Możliwość osiągnięcia celów Pakietu 3x20 uzależniono od kosztów, trwałości produkcji, spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju. Spełnienie kryteriów zrównoważonego rozwoju oznacza, iż surowce do ich produkcji nie mogą pochodzić z obszarów cennych pod względem różnorodności biologicznej, takich jak obszary chronione, ani również z obszarów, które wiążą duże ilości węgla (torfowiska, lasy).

Zmienił się również kierunek zainteresowania z biopaliw I generacji w stronę biopaliw II generacji. Podkreślono tu potrzebę oceny oddziaływania produkcji biopaliw na produkcję żywnościową oraz konsekwentne monitorowanie oddziaływania produkcji i stosowania biopaliw na sferę środowiskową i społeczną. W dyrektywie zwrócono uwagę na wykorzystanie oraz rozwój biopaliw drugiej i trzeciej generacji we Wspólnocie oraz na całym świecie, przy jednoczesnym podjęciu działań dotyczących wsparcia kryteriów zrównoważonego rolnictwa w odniesieniu do nich oraz promowanie badań w tym kierunku. Dokonano tego poprzez uwypuklenie w dokumencie korzyści, jakie niesie dla rolnictwa wykorzystanie surowców rolnych, takich jak nawóz pochodzenia zwierzęcego, odpadów organicznych, czyli nie związanych bezpośrednio z produkcją żywności w produkcji biogazu i biopaliw. Korzyści te odnoszą się do oddziaływania na zrównoważony rozwój obszarów wiejskich oraz do poprawy sytuacji materialnej rolników. Jeżeli chodzi o koszty wytwarzania energii, wyrażono potrzebę, aby cena energii odzwierciedlała zewnątrz koszty procesu jej wytwarzania i zużycia oraz koszty środowiskowe, społeczne i koszty opieki zdrowotnej. W związku z tym, iż ceny energii nie zawierają powyższych kosztów, istnieje konieczność wsparcia publicznego wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych.

O ile cel 20% udziału energii odnawialnej jest możliwy do modyfikacji w zależności od zróżnicowania możliwości potencjału poszczególnych państw

członkowskich, to już 10% udział biopaliw w benzynie i oleju napędowym uznano za realny i możliwy do osiągnięcia (uwzględniono import tego paliwa) dla wszystkich krajów członkowskich, przy zachowaniu wymogów środowiskowych, społecznych i ekonomicznych oraz bezpieczeństwa dostaw energii. Sposób osiągnięcia celu, jakim jest zobowiązanie przez państwa członkowskie zaspokojenia 10% energii w transporcie drogowym ze źródeł odnawialnych, w tym ze spalania biopaliw, jest określony w Krajowych Planach Działań w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych, tzw. Plan OZE.

Dokonując podsumowania ewolucji celów dotyczących rozwoju OZE, należy odnieść się do powstania potrzeby wykorzystania OZE w energetyce. Pierwszą przesłanką był wzrost emisji gazów cieplarnianych do atmosfery spowodowanych przez spalanie konwencjonalnych źródeł energii oraz groźba wyczerpywania się kopalni. Wykorzystanie OZE w energetyce stało się sposobem ograniczania uzależnienia od paliw kopalnianych. Równocześnie istotne było osiągnięcie bezpieczeństwa energetycznego państw członkowskich. Zastosowanie OZE zawsze było zależne od zrównoważenia zarówno w sferze środowiska, jak i w sferze społecznej oraz ekonomicznej. Wielokrotnie było to podkreślane w omawianych dokumentach. Jeżeli chodzi o sferę społeczną, podkreślano korzystny wpływ wprowadzenia OZE ze względu na dywersyfikację dochodów w rolnictwie, wzrost zatrudnienia, rozwój obszarów wiejskich. Natomiast opłacalność produkcji OZE nie była już tak istotna, ponieważ zapewniała zaspokojenie pozostałych oczekiwań: środowiskowych i społecznych. Stąd też potrzeba wsparcia rozwoju tego sektora energetyki. W miarę jego rozwoju prowadzone były badania, których wyniki podważały zrównoważenie pod względem środowiskowym oraz uwypuklały niekorzystny wpływ wykorzystania biomasy bazującej na surowcu żywnościowym na bezpieczeństwo dostaw żywności. Stąd zmiana polityki energetycznej w kierunku kolejnych generacji biopaliw i jednocześnie wzrost celów ilościowych związanych z udziałem energii ze źródeł odnawialnych.

2.2. Kwestia produkcji OZE w dokumentach strategicznych i regulacjach prawnych Polski

Zakres wykorzystania energii odnawialnej w Polsce podlega zarówno regulacjom i aktom normatywnym UE, jak też krajowym. W tych pierwszych zawarte są cele oraz wytyczne odnoszące się do sposobu ich realizacji. Wyznaczane są też wskaźniki udziału energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii. Z kolei za najważniejsze cele krajowej polityki energetycznej uznaje się przede wszystkim bezpieczeństwo energetyczne, poprawę konkurencyjności krajowych podmiotów gospodarczych oraz ochronę środowiska przyrodniczego przed negatywnym oddziaływaniem konwencjonalnej gospodarki energetycznej⁵¹.

Pierwsze polskie regulacje dotyczące energii ze źródeł odnawialnych zostały zawarte w Białej Księdze Komisji Europejskiej „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii” (grudzień 1997 r.) oraz w ustawie z dn. 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. 1997 Nr 54, poz. 348). Do dokumentów determinujących rozwój energetyki odnawialnej należy zaliczyć dokumenty strategiczne dotyczące zakresu polityki energetycznej i środowiskowej. Poniżej dokonano ich analizy w sposób chronologiczny, pomijając podział na politykę energetyczną, ekologiczną i środowiskową. Wskazaniu kwestii OZE w strategiach i wieloletnich planach rozwoju kraju towarzyszyło odwołanie do bazowych dokumentów politycznych i uregulowań prawnych w UE.

Pierwsze działania Polski po transformacji gospodarczej w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatycznym rozpoczęły się od ratyfikowania Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu (UNFCCC) w 1994 roku. Wcześniej w Polsce obowiązywała I Polityka Ekologiczna Państwa z 1991 roku. Uważa się, że jej realizacja przyczyniła się do poprawy świadomości ekologicznej społeczeństwa i poprawy stanu środowiska. Natomiast po zmianach społeczno-ekonomiczno-politycznych i gospodarczych, jakie zaszły w kraju, Polska podpisała szereg konwencji dotyczących ochrony środowiska o skali światowej i europejskiej. Wśród tych dokumentów znalazła się również Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych, która zobowiązała Polskę do stworzenia i wdrożenia państwowej strategii redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz wskazała na sposoby jej realizacji za pomocą zarówno mechanizmów

⁵¹ *Polityka energetyczna Polski do roku 2025*, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, 4.01.2005 r.

ekonomicznych, jak i administracyjnych. Konieczna stała się inwentaryzacja emisji pochłaniania gazów dla każdego roku objętego strategią według określonej metodologii celem monitoringu jej zmian. Nakreślono też konieczność wypracowania długookresowych scenariuszy redukcji emisji gazów cieplarnianych dla każdego sektora gospodarki oraz wyznaczono potrzebę prowadzenia badań naukowych nad problematyką zmian klimatu. Polska również ratyfikowała Protokół z Kioto w 2002 roku. Tutaj Polska konkretnie zobowiązała się do zmniejszenia ich emisji o 6% w stosunku do roku 1988. Zobowiązania dotyczące wszystkich stron protokołu miały na celu redukcję antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych, wyrażonych w ekwiwalencie dwutlenku węgla, a dotyczącym okresu zobowiązań od 2008 do 2012 r., o co najmniej 5 procent poniżej poziomu emisji z 1990 r. Zobowiązania zawarte w protokole dotyczyły m.in. poprawy efektywności energetycznej gospodarki. Podkreślono promowanie zrównoważonych form rolnictwa i leśnictwa oraz wdrażanie technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii. W ramach protokołu podjęto się likwidacji barier rynkowych utrudniających wdrażanie redukcji emisji w sektorach gospodarczych, jak również zobowiązano się do wspierania działań zmierzających do redukcji pochłaniania gazów cieplarnianych.

Powyższe ratyfikacje przyczyniły się do powstania i doskonalenia takich dokumentów państwowych, jak: Prawo Ochrony Środowiska, II Polityka Ekologiczna Państwa⁵² z 2000 roku, której celem było zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego państwa przy uwzględnieniu zasady zrównoważonego rozwoju. Przy czym przyjęte zasady zrównoważonego rozwoju odpowiadały wypracowanym podczas Konferencji Narodów Zjednoczonych w Rio de Janeiro w 1992 roku. Oparto się tutaj na takich działaniach, które pozwalają w sposób trwały zachować zasoby oraz stan środowiska, umożliwiając tym samym korzystanie z nich zarówno dla obecnych, jak i przyszłych pokoleń. Uznano, że zrównoważony rozwój koncentruje się wokół człowieka, służąc mu, zaspokajając jego potrzeby zarówno materialne, jak i odnoszące się do jakości otaczającego go świata. W zakresie gospodarki energetycznej przewidziano poprawę efektywności energetycznej, a także stosowanie odnawialnych źródeł energii, w transporcie – wprowadzenie biopaliw. W rolnictwie wskazano na potrzebę wspierania programów wykorzystania gleb, które są silnie zanieczyszczone substancjami toksycznymi w kierunku produkcji roślin przeznaczonych na cele nieżywno-

⁵² *II Polityka Ekologiczna Państwa*, Rada Ministrów, Warszawa, sierpień 2000 r.

ściowe (przede wszystkim roślin przemysłowych i energetycznych). Dostrzeżono powiązanie wzrostu wykorzystania OZE z osiągnięciem celów w zakresie obniżenia emisji zanieczyszczeń odpowiedzialnych za zmianę klimatu oraz to, że zwiększenie udziału OZE w bilansie paliwowo-energetycznym przyczyni się do realizacji zasady zrównoważonego rozwoju. Podkreślono, iż wzrost wykorzystania OZE przyczyni się do oszczędzania zasobów nieodnawialnych i będzie wspomagać prowadzone działania na rzecz poprawy warunków życia ludzi i rozwoju w różnych sektorach gospodarki. Także rozwój OZE zwiększy bezpieczeństwo energetyczne kraju dzięki decentralizacji wytwarzania energii, zróżnicowania ich pochodzenia, wykorzystanie lokalnych zasobów, wprowadzenia elementów konkurencji wobec monopoli w sektorze energetycznym. Również przyniesie pożądane efekty w rozwoju lokalnych rynków pracy i nowych technologii. Wpłynie też korzystnie na stan środowiska i ułatwi realizację międzynarodowych zobowiązań Polski w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń powietrza. Co do celów ilościowych w dokumencie znalazł się zapis o konieczności co najmniej podwojenia wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w stosunku do roku 2000 w ciągu 10 lat. Założenie to odpowiadało celom Unii Europejskiej i jej oficjalnym stanowisku zawartym w Białej Księdze (COM(97)599). Z kolei do roku 2025 przewidywało się uzyskanie przez odnawialne źródła energii znaczącej pozycji w bilansach zużycia energii pierwotnej na poziomie regionów (na terenach o szczególnych predyspozycjach dla rozwoju energetyki odnawialnej) oraz uzyskanie poziomu wykorzystania energii odnawialnej porównywalnego ze średnimi wskaźnikami w państwach Unii Europejskiej. Wyszczególnione w dokumencie działania nakierowane na rozwój OZE polegały na doradztwie, na poprawie efektywności wykorzystania środków publicznych służących realizacji programów celujących w zwiększeniu wykorzystania OZE i intensyfikacji pozyskiwania wsparcia unijnego.

Kolejnym dokumentem odnoszącym się do polityki energetycznej był dokument „Założenia polityki energetycznej Polski do roku 2020”⁵³, w którym to stwierdzono, że wykorzystanie niekonwencjonalnych źródeł energii powinno głównie zapewniać bezpieczeństwo energetyczne w skali lokalnej i korzystnie wpływać na poprawę zaopatrzenia w energię na terenach o słabo rozwiniętej infrastrukturze energetycznej. W dokumencie podkreślono, iż racjonalne wykorzystanie OZE stanowi jeden z komponentów zrównoważonego rozwoju pań-

⁵³ *Założenia polityki energetycznej Polski do roku 2020*, Rada Ministrów, Warszawa, 22 lutego 2000 r.

stwa z uwagi na spodziewane wymierne efekty energetyczne i ekologiczne. W dokumencie określono udział odnawialnych źródeł energii w prognozowanym bilansie energetycznym kraju na rok 2020 na poziomie 6,5%. Należy zaznaczyć, iż nie zostały sformułowane cele ilościowe dotyczące polityki energetycznej w zakresie energii odnawialnej. W zamian zostały wyszczególnione dwa instrumenty, które miały za zadanie wsparcie rozwoju OZE. Pierwszy to obowiązek zakupu energii elektrycznej i ciepła ze źródeł niekonwencjonalnych (w tym również odnawialnych) przez przedsiębiorstwa energetyczne. Instrument ten stał się fundamentem systemu zielonych certyfikatów. Drugi instrument to prawo uwzględnienia w taryfach paliw i energii kosztów współfinansowania przez przedsiębiorstwa z branży energetycznej przedsięwzięć związanych z rozwojem energetyki niekonwencjonalnej.

Uchwała dotycząca „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej”⁵⁴ powstała w związku z koniecznością realizacji zobowiązań na poziomie międzynarodowym, a wynikających z Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu oraz Protokołu z Kioto dotyczącego tej konwencji. W dokumencie tym podkreślono potrzebę racjonalnego wykorzystania odnawialnych źródeł energii jako istotnego elementu zrównoważonego rozwoju. Podkreślono jego znaczenie w ograniczaniu wykorzystania nieodnawialnych źródeł energii, jak również korzystny wpływ na stan środowiska redukcji emisji gazów cieplarnianych i odpadów. Dokument ten był odpowiedzią na cele strategiczne rozwoju OZE, które zostały zawarte w Białej Księdze z 1997 roku. Punktem odniesienia celów ilościowych była zawarta w niej ocena prognoz udziału OZE w bilansie energii pierwotnej, która zakładała udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2010 roku na poziomie 6,4%. Cel zawarty w Strategii został uznany za niewystarczający, wobec czego postulowano, aby udział OZE w bilansie energetycznym z 2,4% w 2000 roku osiągnął poziom 7,5% w 2010 roku i 14% w 2020 roku w strukturze zużycia nośników pierwotnych. Dodatkowo został postawiony cel wzrostu udziału energii elektrycznej produkowanej ze źródeł odnawialnych w całkowitej produkcji energii elektrycznej. Tutaj przedstawiono trzy scenariusze: scenariusz 7,5%, 9,5% i scenariusz 12,5%. Pierwszy scenariusz był zgodny z założeniami projektu rozporządzenia Ministerstwa Gospodarki dotyczącego zakupu energii pochodzenia ze źródeł

⁵⁴ *Strategia rozwoju energetyki odnawialnej*, dokument rządowy przyjęty uchwałą Sejmu RP z dn. 23 sierpnia 2001 r.

odnawialnych, w drugim scenariuszu wzięto pod uwagę projekt dyrektywy UE o promocji wykorzystania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Z kolei trzeci scenariusz odniesiono do udziału zgodnego z bieżącą dyrektywą UE. Analizując koszty energii odnawialnej zwrócono uwagę na konieczność zaangażowania ponad 15% środków publicznych na wsparcie jej rozwoju. Tutaj również zwrócono uwagę, iż rozwój tego sektora będzie miał pozytywny wpływ na rozwój regionalny, stworzy nowe miejsca pracy, przyczyni się do modernizacji infrastruktury czyniąc ją bardziej przyjazną środowisku, jak również przyczyni się do dywersyfikacji i decentralizacji polskiego sektora energetycznego.

Dokument „Polityka ekologiczna państwa na lata 2003-2006”⁵⁵ był aktualizacją wspomnianej „II polityki ekologicznej państwa”. Główne zadania to: osiągnięcie przez Polskę standardów UE w udziale OZE w bilansie energii pierwotnej w perspektywie długookresowej, tj. do 2020 roku (zgodnie z celami zawartymi w Białej Księdze), co najmniej podwojenie do roku 2010 wykorzystania OZE w stosunku do 2010 roku, oraz uzyskanie do roku 2025 poziomu wykorzystania OZE porównywalnego ze średnimi wskaźnikami w krajach UE. W dokumencie tym potraktowano OZE jako element polityki ograniczania energochłonności gospodarki, ujemnego wpływu sektora energetycznego na środowisko oraz element służący zwiększeniu bezpieczeństwa energetycznego. Podkreślono również korzystne oddziaływanie OZE na lokalne rynki pracy oraz korzystny wpływ na rozwój nowoczesnych technologii w tym sektorze. Poza tym polityka ekologiczna przewidywała opracowanie programu wykonawczego do strategii rozwoju energetyki odnawialnej, uwzględniając optymalne wykorzystanie biomasy, ocenę zasobów energii odnawialnej na poziomie regionalnym oraz mechanizmów wsparcia energetyki odnawialnej, tj. zielonych certyfikatów i mechanizmów podatkowych. Wskazano konieczność stworzenia funduszu wspierającego rozwój energii odnawialnych. Dokumentem, który odnosił się również do roli OZE, była „Polityka Klimatyczna Polski”⁵⁶. Głównym celem dokumentu było „*włączenie się Polski do wysiłków społeczności międzynarodowej na rzecz ochrony klimatu globalnego poprzez wdrażanie zasad zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza w zakresie poprawy wykorzystania energii, zwiększenia zasobów leśnych i glebowych kraju, racjonalizacji wykorzystania surow-*

⁵⁵ *Polityka ekologiczna państwa na lata 2003-2006 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2007-2010*, Rada Ministrów, Warszawa grudzień 2002.

⁵⁶ *Polityka Klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003.

ców i produktów przemysłu oraz racjonalizacji zagospodarowania odpadów, w sposób zapewniający osiągnięcie maksymalnych, długoterminowych korzyści gospodarczych, społecznych i politycznych". Wśród jej celów znalazły się zapisy dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz wyszczególniono konieczność wykorzystania w tym celu odnawialnych źródeł energii. W dokumencie tym również podkreślono konieczność wdrożenia zasad zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza w kontekście poprawy wykorzystania energii, zwiększenia zasobów leśnych i glebowych kraju. Zrównoważenie również dotyczyło racjonalizacji wykorzystania surowców nieodnawialnych i produktów przemysłu oraz racjonalizacji zagospodarowania odpadów, przy jednoczesnym uwzględnieniu osiągnięcia maksymalnych, długoterminowych korzyści gospodarczych, zarówno społecznych, jak i politycznych. Do głównych celów polityki zaliczono również promocję i rozwój oraz wzrost wykorzystania nowych i odnawialnych źródeł energii. Stworzyć to miało warunki do realizacji zobowiązań Polski zawartych w Konwencji, czyli redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2010 roku o 6% w stosunku do roku bazowego 1988 i kolejnej 40% redukcji w 2020 roku. Przygotowując dokument wzięto pod uwagę wskaźnik indykatywny dla UE dotyczący wzrostu udziału OZE w produkcji energii elektrycznej do 22% do 2010 r. Celem promocji energetyki odnawialnej zaproponowano działania poprzednio wskazane w „Polityce ekologicznej państwa...”, czyli: świadectwa pochodzenia energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, wprowadzenie „zielonych certyfikatów” i wprowadzenie mechanizmów finansowych wspierających produkcję energii z odnawialnych źródeł. W dokumencie podkreślono konieczność położenia nacisku na rozwój OZE nie tylko w sektorze energetyki, ale również w rolnictwie i leśnictwie. Co do rolnictwa, to ograniczono się do promocji OZE polegającej na upowszechnieniu stosowania niekonwencjonalnych źródeł energii. Jednocześnie stwierdzono, że rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii winien być przede wszystkim nakierowany na szerokie upowszechnianie upraw energetycznych, produkcję biomasowych paliw stałych oraz ciekłych biopaliw silnikowych.

W dokumencie rządowym „Polityka energetyczna Polski do roku 2025”⁵⁷ wśród pierwszych zasad doktryny polityki energetycznej umieszczono wspomaganie rozwoju energetyki odnawialnej przy użyciu mechanizmów rynkowych.

⁵⁷ *Polityka energetyczna Polski do roku 2025*, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, 4 stycznia 2005 r.

Uzasadnieniem takiego podejścia była potrzeba wzrostu bezpiecznego inwestowania w OZE. Jako jedno z długoterminowych działań kierunkowych do roku 2025 zapisano wzrost wykorzystania OZE. W dokumencie zostały zawarte dwa ilościowe wyznaczniki, które już wcześniej znalazły się w strategii rozwoju energetyki odnawialnej. Tak więc zaplanowano uzyskanie 7,5% udziału energii pochodzącej z tych źródeł w bilansie energii pierwotnej oraz 7,5% udziału energii elektrycznej wyprodukowanej z OZE, w łącznym zużyciu energii elektrycznej brutto w 2010 roku. Zapis ten był zgodny z celem ilościowym ustalonym dla Polski w Dyrektywie 2001/77/WE. Za podstawową zasadę rozwoju wykorzystania OZE uznano jej efektywność ekonomiczną, tak, aby nie spowodowało to nadmiernego wzrostu cen energii u odbiorców.

W omawianym dokumencie zaznaczono szczególną rolę biomasy do produkcji energii elektrycznej i ciepła, ale jej wykorzystanie nie powinno przyczyniać się do powstania niedoborów w przemyśle drzewnym. Podkreślono, że wykorzystanie biomasy wpłynie korzystnie na poprawę gospodarki rolnej oraz leśnej i powinno stanowić istotny element polityki rolnej. Jednakże założono, że biomasa w znacznym stopniu pochodzić będzie z upraw energetycznych, ale pod warunkiem, iż stosowanie nawożenia przy ich uprawie nie pogorszy warunków środowiskowych. Przewiduje się również wykorzystanie biomasy spoza produkcji roślinnej i zwierzęcej, a w szczególności zawartej w odpadach przemysłowych i komunalnych. Tutaj też podkreślono korzystne oddziaływanie OZE na rozwój lokalnej przedsiębiorczości. Polityka zagwarantowała zwiększenie udziału biokomponentów na rynku paliw ciekłych poprzez wdrażanie przepisów wspólnotowych. Dostrzeżono również korzystny wpływ rozwoju wykorzystania OZE na aktywizację zawodową na obszarach o wysokim bezrobociu, na rozwój produkcji rolnej oraz rozwój przemysłu i usług na potrzeby energetyki odnawialnej. Celem wsparcia rozwoju OZE przewidziano wdrażanie systemu obrotu certyfikatami pochodzenia energii, niezależnego od jej odbioru, co w rezultacie miało przełożyć się na wzrost potencjału wytwórczego OZE. Zaplanowano również objęcie wszystkich upraw energetycznych systemem dopłat ze środków unijnych.

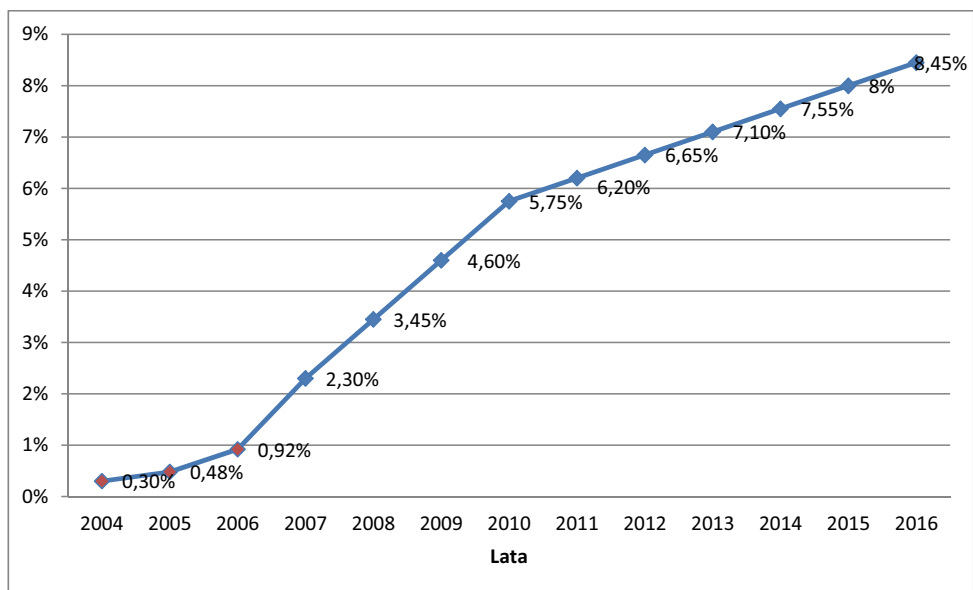
Kolejnym dokumentem dotyczącym rozwoju OZE w Polsce była „Polityka ekologiczna państwa na lata 2007-2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011-2014”⁵⁸. Zadanie rozwoju energetyki odnawialnej zostało tutaj poru-

⁵⁸ *Polityka ekologiczna państwa na lata 2007-2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011-2014*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, grudzień 2006.

szone w kontekście celu strategicznego polityki ekologicznej państwa, jakim jest „zrównoważone wykorzystanie materiałów, wody i energii” oraz celu „ochrona klimatu”. W dokumencie tym zostały potwierdzone cele ilościowe zawarte w „Polityce energetycznej Polski do 2025”. Założono, że dotychczasowe wsparcie rozwoju źródeł odnawialnych będzie kontynuowane, tj. poprzez subwencje do kosztów inwestycyjnych, przepisy regulujące dostęp do sieci energetycznej i obowiązek zakupu przez dystrybutorów energii wyprodukowanej w oparciu o źródła odnawialne, obrót prawami majątkowymi wynikającymi ze świadectw pochodzenia energii elektrycznej, zwolnienie z akcyzy energii elektrycznej pozyskiwanej z OZE oraz dopłaty do upraw energetycznych. W kierunku spełnienia wymagań Protokołu z Kioto w odniesieniu do rolnictwa wymieniono takie instrumenty, jak: wzrost wykorzystania OZE na terenach rolnych oraz rozwój upraw energetycznych zgodnie z zachowaniem różnorodności biologicznej. W odniesieniu do transportu zaproponowano promocję alternatywnych paliw w transporcie, a w odniesieniu do sektora energetycznego – zwiększenie udziału OZE w bilansie energii.

Przyjęta w listopadzie 2006 roku „Strategia rozwoju kraju na lata 2007-2015” nawiązywała do wcześniejszych założeń rozwoju OZE. W dokumencie tym zostały określone cele i priorytety polityki rozwoju w perspektywie najbliższych lat oraz uwarunkowania ich realizacji. Jako główny cel uznano tutaj podniesienie poziomu i jakości życia mieszkańców Polski. W strategii za najważniejsze uznano: wzrost konkurencyjności i innowacyjności gospodarki, poprawę stanu infrastruktury technicznej i społecznej, wzrost zatrudnienia i podniesienie jego jakości, budowa zintegrowanej wspólnoty społecznej i jej bezpieczeństwa, rozwój obszarów wiejskich oraz rozwój regionalny i podniesienie spójności terytorialnej. Do rozwoju energetyki odnawialnej odniesiono się w ramach priorytetu drugiego oraz piątego strategii, czyli „Poprawa stanu infrastruktury technicznej i społecznej” oraz „Rozwój obszarów wiejskich”. W ramach drugiego priorytetu, nawiązując do bezpieczeństwa energetycznego kraju, nakreślono konieczność prowadzenia prac rozwojowych i inwestycyjnych w zakresie energetyki odnawialnej jako jednego z alternatywnych źródeł zasilania gospodarki. Wskazano wzrost udziału energii z OZE w energii pierwotnej z uwzględnieniem uwarunkowań środowiskowych oraz zaplanowano wsparcie finansowe nowych ekonomicznie efektywnych technologii wytwarzania energii.

Wykres 5. Narodowe Cele Wskaźnikowe – procentowy udział biokomponentów w paliwach płynnych*



* dla porównania kolorem czerwonym oznaczono udział biokomponentów w ogólnej ilości paliw zużywanych w transporcie w Polsce w latach 2004-2006.

Źródło: Opracowano na podstawie „Wieloletniego programu promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008-2014”, Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 15 czerwca 2007 r. w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2008-2013.

Wyszczególniono również wskaźnik realizacji zadania dotyczącego OZE w udziale energii elektrycznej w 2010 r. – 7,5%, a w 2015 roku na poziomie 9%. W zakresie rolnictwa zaznaczono, iż dla rozwoju gospodarstw rolnych będzie miała duże znaczenie możliwość realizacji projektów związanych z produkcją biopaliw i biokomponentów, przy jednoczesnym zachowaniu norm środowiskowych.

„Wieloletni program promocji biopaliw i innych paliw odnawialnych w transporcie na lata 2008-2014”⁵⁹ należy postrzegać jako dostosowanie krajowych rozwiązań do realizacji postanowień Dyrektywy 2003/30/WE (5,75% udziału biokomponentów na rynku paliw transportowych w 2010 r.) oraz celu zawartego w ustaleniach z posiedzenia Rady Europejskiej w dniach 8-9 marca 2007 r. (10% udziału w 2020 r.). Obok poprawy bezpieczeństwa energetyczne-

⁵⁹ Wieloletni program promocji biopaliw i innych paliw odnawialnych w transporcie na lata 2008-2014, Rada Ministrów, 24 lipca 2007 r.

go, dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia w paliwa, pozytywnego wpływu na stan środowiska wśród korzyści ze wzrostu udziału biokomponentów na rynku paliw ciekłych wykorzystywanych w transporcie, wymieniono również aktywizację terenów wiejskich. Dokonałoby się to poprzez zwiększenie produkcji rolniczej na cele energetyczne i powiązane z tym utworzenie nowych miejsc pracy na obszarach wiejskich. Na powyższym wykresie przedstawiono drogę dochodzenia do wymaganego udziału biokomponentów na rynku paliw transportowych, co przekłada się na wysokość Narodowego Celu Wskaźnikowego.

Podstawy do stabilnego rozwoju rynku biokomponentów i biopaliw ciekłych zawarto w Ustawie o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw z 2006 roku. Wśród ustawowych rozwiązań znalazły się: możliwość wytwarzania przez rolników biopaliw ciekłych na własny użytek oraz obowiązek zapewnienia określonego udziału biokomponentów na rynku paliw transportowych, wprowadzony od 2008 roku, nałożony na przedsiębiorców. Aby właściwie funkcjonowały powyższe rozwiązania, za konieczne uznano zastosowanie skutecznego mechanizmu wsparcia, np. stabilnego systemu ulg i zwolnień akcyzowych. Jednak pomimo postulowanego wzmocnienia, na podstawie rozporządzenia Ministerstwa Finansów, od 2007 roku obniżono poziom wsparcia OZE, co było uwarunkowane koniecznością dostosowania krajowych przepisów do wymogów unijnych. Na tej zmianie przede wszystkim stracili producenci biopaliw, ponieważ zmniejszeniu uległy kwoty zwolnienia od podatku akcyzowego dla paliw ciekłych z dodatkiem biokomponentów oraz dla biopaliw ciekłych. W konsekwencji koszty dodania biokomponentów nie mogły być w pełni zrefundowane. Równocześnie celem dostosowania do wymogów unijnych opracowano kalkulację kosztów produkcji biokomponentów zgodną z zaleceniami Komisji Europejskiej. Za podstawowy cel uznano określenie rozwiązań, które przyczynią się do opłacalności ekonomicznej całego procesu produkcji biopaliw, tj. od pozyskiwania surowców rolniczych, przez wytwarzanie biokomponentów, produkcję biopaliw ciekłych i paliw ciekłych z dodatkiem biokomponentów, a kończąc na użyciu tego paliwa. Podkreślono konieczność zapewnienia stabilności funkcjonowania wszystkich „ogniw” tego łańcucha. Jako uzasadnienie rekompensat kosztów podano, iż Polska stałaby się jedynie rynkiem zbytu dla biokomponentów wytwarzanych w innych krajach, a tym samym zaprzepaściłoby to szansę na aktywizację obszarów wiejskich związaną z rozwojem całego łańcucha biopaliw. W dokumencie uznano także za zasadne utrzymanie całkowitego zwolnienia od podatku akcyzowego, wprowa-

dzenie ulgi podatkowej, która rekompensowałaby część kosztów produkcji biokomponentów oraz wyłączenie z opłaty paliwowej biokomponentów. Opracowano również wsparcie dla upraw energetycznych jako surowców do produkcji biokomponentów, zakwalifikowano uprawy wieloletnie do płatności obszarowych oraz przewidziano dofinansowanie w wysokości połowy kosztów założenia plantacji roślin energetycznych na obszarach, do których stosuje się pomoc do powierzchni upraw roślin energetycznych⁶⁰. Oznaczało to, że producent może otrzymywać jednocześnie jednolitą płatność obszarową do gruntów rolnych, płatność uzupełniającą (w zależności od gatunku rośliny) oraz płatność do upraw roślin energetycznych. W ramach programu podjęto również działania na rzecz zwiększenia popytu na paliwa ciekłe, przewidziano wsparcie finansowe skierowane na inwestycje w zakresie wytwarzania biokomponentów.

Rada Ministrów, przyjmując 10 listopada 2009 roku „Politykę energetyczną Polski do 2030 roku”⁶¹, zadeklarowała realizację przez Polskę określonej na szczycie UE w 2007 roku zasady „3x20%” do 2020 roku. Oznaczało to zobowiązanie do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do roku 1990, zmniejszenie zużycia energii o 20% w porównaniu z prognozami dla UE na 2020 r. oraz zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 20% całkowitego zużycia energii w UE, w tym zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w transporcie do 10%. Przyjęta polityka energetyczna była odpowiedzią Polski na konieczność realizacji unijnego pakietu klimatyczno-energetycznego z 2008 roku. Jako jeden z kierunków polityki określono „Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw”. W tym zakresie dostrzeżono korzyści płynące z rozwoju OZE, do których zaliczono uniezależnienie od importowanej energii, zwiększenie dywersyfikacji źródeł dostaw, podniesienie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego i zmniejszenie strat przesyłowych. Stwierdzono, iż wytwarzanie energii z OZE charakteryzuje się stosunkowo niewielką bądź zerową emisją zanieczyszczeń, co przyczynia się do wzrostu korzyści ekologicznych. Jeżeli chodzi o biomasę, to pierwszeństwo będą miały rozwiązania najbardziej efektywne energetycznie, a w szczególności biopaliwa II generacji.

⁶⁰ W listopadzie 2008 r. Rada Unii Europejskiej, po dyskusji na temat Wspólnej Polityki Rolnej, podjęła decyzję o zniesieniu od 2010 roku systemu płatności z tytułu uprawy roślin energetycznych.

⁶¹ *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 10 listopada 2009 r.

Ministerstwo Gospodarki w swoich rozporządzeniach określiło, iż ilość biomasy pochodzącej z rolnictwa powinna wynosić 5% ogólnej ilości biomasy wykorzystywanej do celów energetycznych w 2008 r. i stopniowo wzrastać każdego roku o 10%, aż do osiągnięcia poziomu 85% udziału w 2021 r. (wykres 4). Preferowane będzie również wykorzystanie biogazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i innych odpadów. W przyszłości zaplanowano wykorzystanie biomasy przez generację rozproszoną⁶². Nakreślono cele ilościowe służące realizacji rozwoju wykorzystania OZE, przy założeniu, iż nastąpi 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. Oczekiwano również osiągnięcia 10% udziału biopaliw na rynku paliw transportowych w 2020 r. oraz zwiększenia wykorzystania biopaliw II generacji. Zwrócono również uwagę na zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, w tym biopaliw, tak, aby nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy energetyką odnawialną i rolnictwem oraz zachować różnorodność biologiczną. Zaproponowane w dokumencie działania służące realizacji rozwoju wykorzystania OZE obejmowały m.in. kontynuację wsparcia poprzez system świadectw pochodzenia dla producentów energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych oraz obowiązku stopniowego zwiększania udziału biokomponentów w paliwach transportowych. Zagwarantowano wprowadzenie dodatkowych instrumentów wsparcia zachęcających do szerszego wytwarzania ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii oraz utrzymanie zasady zwolnienia z akcyzy energii pochodzącej z OZE. Wśród postanowień szczegółowych założono utworzenie średnio jednej biogazowni w każdej gminie.

W dniu 7 grudnia 2010 roku został przyjęty przez Radę Ministrów dokument pt. „Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”⁶³. W dokumencie zostały określone krajowe cele w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych w odniesieniu do roku 2020. Dokument ten jest realizacją zobowiązania ze strony polskiej wynikającego z art. 4 ust. 1 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE. Uwzględniono przy tym wpływ

⁶² Generacja rozproszona to małe (o mocy znamionowej do 50-150 MW) jednostki lub obiekty wytwórcze, przyłączane bezpośrednio do sieci rozdzielczych lub zlokalizowane w sieci elektroenergetycznej odbiorcy (za urządzeniem kontrolno-rozliczeniowym), nie podlegające centralnemu planowaniu rozwoju i dysponowaniu mocą (Szczerbowski R., *Generacja rozproszona oraz sieci Smart Grid – wirtualne elektrownie*, Polityka Energetyczna, t. 14, z. 2, 2011).

⁶³ *Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010.

innych środków polityki efektywności energetycznej na końcowe zużycie energii oraz wyznaczono środki, które będą niezbędne, aby osiągnąć określony udział OZE w wykorzystaniu energii finalnej. W dokumencie założono, iż w Polsce będzie wprowadzone wsparcie dla producentów energii pochodzącej z OZE. W zakresie rozwoju przewiduje się przede wszystkim rozwój źródeł opartych na energii wiatru i biomasy oraz zwiększenie udziału biopaliw i biokomponentów w paliwach transportowych. W dokumencie tym zawarto również podsumowanie prognozy zamieszczonej w „Polityce Energetycznej Polski do 2030 roku”. Analiza wykazała, iż w perspektywie lat 2006-2020 nastąpi 40,5% wzrost zużycia energii odnawialnej. W podsumowaniu stwierdzono, iż dopiero w latach 2020-2025 należy spodziewać się istotnego zwiększenia produkcji energii z fotowoltaiki, bioetanolu II generacji, biodiesla II generacji i biowodoru. Za ogólny cel krajowy w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu energii brutto w 2005 i 2020 r. wyznaczono odpowiednio 7,2% i 15% (wartości zgodne z Dyrektywą 2009/28/WE). Ustanowiono, że cel, jakim jest osiągnięcie przez Polskę w 2020 r. 15,5% udziału energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu energii końcowej brutto należy realizować w sposób zrównoważony, uwzględniając czynniki, takie jak zasoby odnawialnych źródeł energii i surowców do wytwarzania paliw. Założono również, iż podstawą zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych będzie większe wykorzystanie biomasy oraz energii elektrycznej z wiatru. Jeżeli chodzi o ogólny cel dla biopaliw w zakresie 10% udziału energii odnawialnej w transporcie w 2020 r., będzie on realizowany poprzez stosowanie biokomponentów w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych, przy czym produkcja biopaliw powinna spełniać warunki zrównoważonego rozwoju. Osiągnięcie tych celów powinno być realizowane poprzez stopniowe ograniczanie emisji gazów cieplarnianych w łańcuchu produkcji i samego wykorzystania biopaliw. W nawiązaniu do Dyrektywy 2009/28/WE do końca roku 2016 ograniczenie emisji powinno zmniejszyć się o 35%, a od początku 2017 r. o co najmniej 50%. W przypadku biopaliw i biopłynów wyprodukowanych od początku 2017 roku i później, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych powinno już od początku 2018 roku zmniejszyć się o 60%. Założenia objęły również rozpoczęcie w 2011 roku wykorzystanie olejów tłuszczy odpadowych i zużytych olejów roślinnych, które zaliczają się do surowców wymienionych w Dyrektywie 2009/28/WE. Założono, że od 2017 roku biopaliwa II generacji pozwolą znacząco zwiększyć udział OZE w transporcie. Podobnie jak w Dyrektywie 2009/28/WE, w transporcie

wskaźnik wykorzystania biopaliw II generacji będzie liczony podwójnie w stosunku do biopaliw pierwszej generacji w odniesieniu do celu 10% udziału OZE w 2020 r.

Zadaniem wyznaczonym w „Krajowym Planie...” dla sektora rolnictwa jest zapewnienie wzrostu wytwarzania surowców energetycznych w ilościach maksymalnie pokrywających zapotrzebowanie przemysłu biopaliwowego i paliwowego. Jednocześnie celem tego sektora jest spełnienie kryteriów zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do całej puli surowców dostarczanych do wytwarzania biokomponentów i biopaliw.

Co istotne, najnowsze prawodawstwo UE zaostrza 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 LCA (*ang. Life Cycle Assessment*) dla produkcji i przetwarzania surowców rolnych na biokomponenty, biopaliwa i biopłyny. Do działań zaplanowanych w najbliższym czasie należy opracowanie i uzgodnienie społeczne metodyki liczenia emisji gazów cieplarnianych metodą LCA. Szczególnie istotne z punktu widzenia zwiększania udziału OZE w transporcie, będzie również wspieranie rozwoju nowych technologii w zakresie paliw transportowych (w tym biopaliw II generacji). Wśród działań wspierających należy wymienić zapewnienie odpowiednich warunków do inwestowania w produkcję roślin energetycznych, w tym zagwarantowanie stabilnych mechanizmów wsparcia zakładania plantacji energetycznych oraz stałe monitorowanie stosowanych mechanizmów i doskonalenie ich w miarę potrzeb.

Założona w „Krajowym Planie...” prognoza wykorzystania OZE wskazuje, iż Polska już w 2011 roku osiągnie nadwyżkę energii ze źródeł odnawialnych. W tabeli 5 przedstawiono wymagania minimalnej wartości wynikającej z dyrektywy i ostateczny udział OZE w końcowym zużyciu energii.

Tabela 5. Przewidywany udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii na lata 2011-2020 oraz wymogi Dyrektywy 2009/28/WE (w %)

Wyszczególnienie	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Minimalna wartość udziału OZE wynikająca z dyrektywy	8,76	8,76	9,54	9,54	10,71	10,71	12,27	12,27	x	15,00
Ostateczne zużycie OZE w zużyciu energii finalnej	9,60	10,15	10,66	11,17	11,72	12,50	13,20	13,95	14,70	15,48

Źródło: Na podstawie Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010.

W omawianym dokumencie założono, iż celem nowych regulacji będzie kontynuacja wsparcia dla zrównoważonego rozwoju sektora energetyki odnawialnej. W dokumencie podkreślono duży potencjał w zakresie produkcji biomasy, jakim dysponuje Polska. W związku z tym uznano za oczywiste, iż w pierwszej kolejności Polska powinna wykorzystać własne możliwości produkcyjne roślin na cele energetyczne celem realizacji polityki unijnej w zakresie ochrony klimatu, stabilizacji produkcji rolnej i zróżnicowania dostaw paliw. Stwierdzono konieczność zmiany regulacji krajowej dotyczącej NCW, gdyż maksymalnie dopuszcza ona 5% objętościowy udział biokomponentów w paliwach ciekłych, a na podstawie obowiązującej Dyrektywy 2009/30/WE – 7% obj. estrów w oleju napędowym oraz do 10% obj. bioetanolu E10 w benzynie. Pomimo planów zwiększania produkcji rolniczej na cele energetyczne utrzymano jako priorytetowe dla rolnictwa pokrycie potrzeb żywnościowych. W konsekwencji w pierwszej kolejności zaplanowano wykorzystanie produktów ubocznych i pozostałości z rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego oraz nadwyżki produktów rolnych, które nie będą potrzebne na rynku żywności, na cele energetyczne. W dokumencie określono możliwości pozyskania biomasy z rolnictwa, przy czym zaznaczono, iż wymaga to utworzenia całego systemu obejmującego produkcję, dystrybucję jej wykorzystania. Określono, iż Polska jest w stanie wyprodukować wystarczającą ilość biokomponentów, aby spełnić NCW do roku 2020. Stwierdzono na podstawie analizy zawartej w „Krajowym Planie...”, a przeprowadzonej przez IUNG-PIB, iż struktura zasiewu i poziom zbioru zbóż i rzepaku daje możliwości ich częściowego wykorzystania do wytwarzania

biokomponentów. Według prognoz wzrost plonów pozwoli na ograniczenie powierzchni upraw zbóż bez szkody dla potrzeb żywnościowych i przemysłowych o około 0,7-1,0 mln ha, które to grunty będą mogły być przeznaczone na uprawy roślin energetycznych. Wyniki cytowanych w dokumencie analiz wskazywały, iż bez szkody dla produkcji na potrzeby żywnościowe rolnictwo polskie może przeznaczyć do 2020 r. 0,6 mln ha pod produkcję zbóż na bioetanol, 0,4 mln ha pod produkcję rzepaku na biodiesel oraz ok. 1 mln ha pod produkcję biomasy dla potrzeb energetyki zawodowej. Ponadto wskazano na możliwość uwolnienia znacznego arealu ziem uprawnych w wyniku restrukturyzacji produkcji cukru w UE, który ostatecznie będzie można przeznaczyć pod uprawy energetyczne, w tym pod rzepak.

Realizacją założeń polityki energetycznej, mającą wspierać rozwój odnawialnych źródeł energii w sektorze transportu, będzie uchwalenie przez polski parlament kolejnej nowelizacji ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz ustawy Prawo ochrony środowiska, natomiast w sektorze elektroenergetyki, ciepła i chłodu – ustawy o odnawialnych źródłach energii. Wszystkie powyższe projekty aktów prawnych muszą być zgodne z Dyrektywą 2009/28/WE i powinny służyć promocji rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

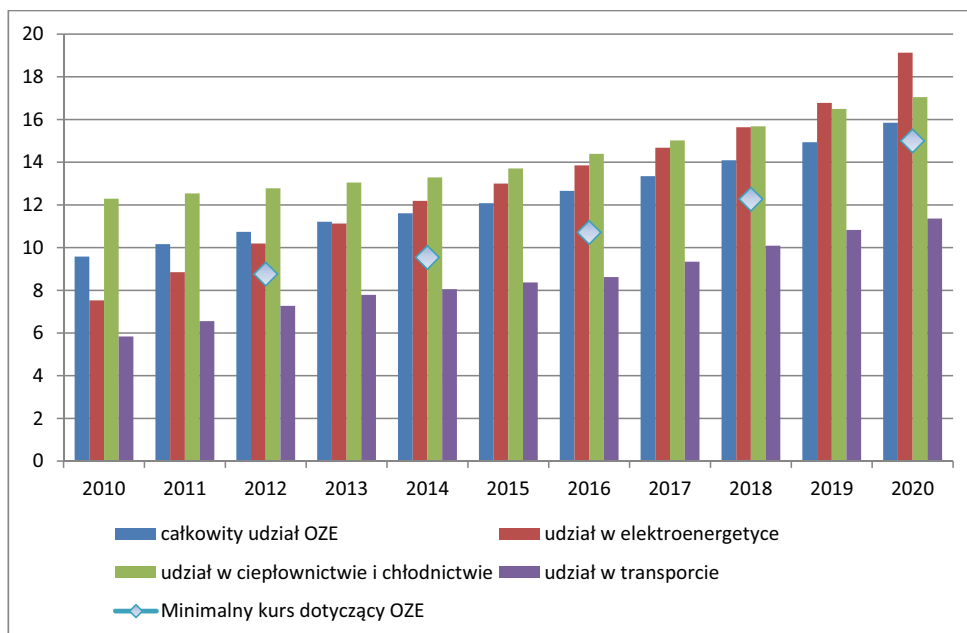
W „Uzupełnieniu do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych z dnia 2 grudnia 2011” zostały zawarte projekcje dotyczące nowej ustawy odnośnie OZE. Przewiduje się, iż ustanowi ona przejrzysty i efektywny kosztowo system promujący stosowanie energii z OZE. Celem, jaki przyświecał opracowaniu tego dokumentu, było zwiększenie wytwarzania energii z OZE poprzez wsparcie rozwoju technologicznego i innowacji. Ponadto ważnym aspektem był rozwój wykorzystania OZE, który przyczynia się do tworzenia dodatkowych miejsc pracy oraz do rozwoju regionalnego, zwłaszcza na obszarach wiejskich i słabo zurbanizowanych, w związku z występowaniem tam bogatych zasobów OZE. Dodatkowo konieczność wypełnienia zobowiązań wynikających m.in. z pakietu klimatyczno-energetycznego „3x20” przemawia za coraz większym stopniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Projekt ustawy ma za zadanie określić zasady wsparcia produkcji energii z OZE w oparciu o ustanowioną politykę energetyczną państwa z uwzględnieniem podjętych zobowiązań międzynarodowych. Ponadto celem ustawy jest zapewnienie warunków optymalnego rozwoju i wykorzystania energii z OZE poprzez

zmniejszenie kosztów jej dystrybucji. Jako istotne przy realizacji tego celu uznano wykorzystanie długotrwałych efektów zewnętrznych, ochrony przyrody i środowiska naturalnego, ochrony zasobów kopalnych i wspieranie dalszego rozwoju technologii w kierunku obniżania kosztów wytwarzania energii z OZE oraz promocję wydajności i oszczędności energetycznej. W nowej ustawie określono cel osiągnięcia co najmniej 15% udziału tej energii w zużyciu energii finalnej brutto w 2020 r. Oprócz osiągnięcia celu przyjęto cele pośrednie (wykres 6) – 8,76% do 2012 r., 9,54% do 2014 r., 10,71% do 2016 r. oraz 12,27% do 2018 r. Projekt nowej ustawy przewiduje również możliwość wsparcia innowacyjnych technologii poprzez: dotacje, pożyczki do inwestycji z możliwością umorzenia oraz kredyty preferencyjne. Kompleksowe wsparcie działań mających na celu rozwój nowych mocy wytwórczych w energetyce odnawialnej powinno przyczynić się w konsekwencji do ograniczenia szkodliwego oddziaływania tradycyjnego sektora energetycznego na środowisko oraz wpłynie korzystnie na poprawę bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Wśród kluczowych celów nowej ustawy wymieniono konieczność wyodrębnienia i usystematyzowania mechanizmów wsparcia dla energii z OZE, zawartych w przepisach ustawy – *Prawo energetyczne*. Uważa się, iż przeniesienie systemu wsparcia dla energii z OZE powinno dotyczyć w pierwszym etapie regulacji ustawowych, z zastrzeżeniem przejściowych okresów obowiązywania rozporządzeń. W szczególności założono wypracowanie nowych zasad wsparcia energii wytworzonej z OZE, które będą zróżnicowane w zależności od nośnika energii odnawialnej, zainstalowanej mocy urządzeń generujących energię oraz daty włączenia do eksploatacji lub modernizacji. Nowe zasady wsparcia też będą rozwój rozproszonych źródeł.

Postulowana ustawa o OZE ma być przejrzysta pod względem istniejącego wsparcia dla energii z OZE, co przyczyni się do zwiększenia inwestycji w nowe moce wytwórcze. Można się spodziewać, iż rozwój energii z OZE będzie oparty na zasadach racjonalnego wykorzystania istniejących zasobów tej energii, co jest jednym z celów pakietu klimatyczno-energetycznego, będącego realizacją konkluzji Rady Europejskiej z marca 2007 r. Na podstawie planowanej regulacji prawnej można wysunąć wniosek, iż kładzie się coraz większy nacisk na większe systemowe wsparcie dla zrównoważonego rozwoju sektora energetyki odnawialnej oraz lepszej implementacji przepisów obowiązującej Dyrektywy 2009/28/WE.

Wykres 6. Krajowy cel na rok 2020 wykorzystanie OZE z uwzględnieniem wykorzystania w ciepłownictwie i chłodnictwie, elektroenergetyce i w transporcie oraz minimalny kurs dotyczący OZE (w %)



Źródło: Opracowano na podstawie Uzupelnienia do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych z dnia 2 grudnia 2011 r.

2.3. Ocena projektów legislacyjnych z perspektywy zrównoważenia produkcji rolniczej na cele żywnościowe i energetyczne

Reasumując rozważania nad regulacjami prawnymi dotyczącymi OZE, należy uwypuklić ich spodziewany wpływ na przyszły rozwój rolnictwa, produkcję żywności, bezpieczeństwo żywnościowe oraz zasoby ekologiczne. Przedstawione regulacje dotyczące OZE wskazują na stopniową zmianę udziału rolnictwa w rozwoju rynku biopaliw. Na pierwszym etapie legislacyjnym OZE główny potencjał do produkcji surowców z przeznaczeniem na wykorzystanie w celach energetycznych upatrywano w rolnictwie. Zakładano, że wraz z upowszechnieniem tego kierunku produkcji rolniczej powstaną nowe miejsca pracy zarówno w rolnictwie, handlu, jak i w doradztwie. Produkcja rolnicza na cele

energetyczne była też swoistym antidotum na wzrost cen paliw kopalnianych, jak też spadającym cenom żywności. Na przestrzeni lat polityka zaczęła się zmieniać wraz z rosnącą świadomością konkurencyjności produkcji biomasy na cele energetyczne z produkcją żywności. Podobnie ujawniły się negatywne konsekwencje produkcji biopaliw dla środowiska naturalnego, w tym w związku ze zużyciem w procesie produkcji dużej ilości nawozów azotowych, co potęguje efekt cieplarniany. W związku z powyższym, w omawianych dokumentach pojawiają się przewidywania co do wyparcia biopaliw I generacji biopaliwami II generacji. Biopaliwa obecne w użyciu są wytwarzane z surowców pozyskiwanych z biomasy pochodzenia roślinnego lub z tłuszczów roślinnych i zwierzęcych, natomiast biopaliwa następnej generacji otrzymywane są z surowców nie nadających się do spożycia ani przez ludzi, ani przez zwierzęta, oraz z substancji odpadowych (słoma, celuloza, algi).

Pomimo kontrowersji Komisja Europejska⁶⁴ z 19 lipca 2011 r. podtrzymała opinię o pozytywnym wpływie biopaliw na środowisko naturalne w porównaniu z paliwami kopalnianymi, pod warunkiem zrównoważenia produkcji. Komisarz ds. energii Gunther Oettinger zaznaczył, iż cały łańcuch produkcji i dostaw powinien być zrównoważony, czyli zgodny z wymaganiami zrównoważonego rozwoju. Proces weryfikacji stopnia zrównoważenia odbywa się na zasadzie spełnienia norm, od których jest uzależnione dofinansowanie ze środków publicznych. Normy te mają za zadanie zapobiec przekształcaniu obszarów o dużej różnorodności biologicznej w obszary produkcji surowców do produkcji biopaliw. Dodatkowo emisje gazów cieplarnianych całego łańcucha produkcji muszą być o co najmniej 35% niższe niż paliw kopalnych.

W warunkach Polski kluczowym jest dochodzenie do obowiązującego celu, zaspokojenia 10% energii w transporcie drogowym ze źródeł odnawialnych. Sposób, w jaki planuje się osiągnięcie tego celu, został zdefiniowany w Krajowym Planie Działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Ustalono, że jedyną możliwością realizacji celów zawartych w dyrektywie jest produkcja biopaliw, która została uznana jako neutralna dla emisji CO₂ wynikającej ze zmian w użytkowaniu gruntów.

Analizy wykonane na potrzeby oceny biopaliw w kierunku spełnienia kryteriów zrównoważenia nie uwzględniały pośrednich zmian w użytkowaniu grun-

⁶⁴ *Zielone światło dla pierwszych unijnych programów zrównoważonego rozwoju biopaliw*, Komunikat prasowy Komisji Europejskiej z dnia 19.07.2011 r.

tów (ILUC – ang. *Indirect Land Use Change* – tj. pośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów wynikające z konieczności powiększania obszarów z zamiarem produkcji na nich biopaliw). Badania przeprowadzone przez Instytut Europejskiej Polityki Ochrony Środowiska (IEEP – Institute for European Environmental Policy)⁶⁵ uwzględniły wzrost zapotrzebowania na biopaliwa i jego wpływ na zmiany w emisji CO₂, jak również użytkowanie gruntów do 2020 roku. Wyniki raportu zostały oparte na planach poszczególnych państw członkowskich UE dotyczących zwiększenia wykorzystania biopaliw. Proces został przedstawiony następująco: w związku z rosnącym zapotrzebowaniem na biopaliwa, czyli realizacją wskaźnikowych celów unijnych, produkcja na stale rosnące potrzeby żywnościowe przenosi się na grunty będące użytkami zielonymi, torfowiskami, lasami. Zajęcie tych gruntów powoduje wzrost emisji gazów cieplarnianych z gleby. Należy uwzględnić, iż zmiany w użytkowaniu gruntów wpływają ujemnie na bezpieczeństwo żywnościowe, ponieważ stale powiększanie powierzchni upraw z przeznaczeniem na cele energetyczne jest czynnikiem ograniczającym podaż żywności i jednocześnie wpływającym na jej ceny. Według przeprowadzonych szacunków przy obecnym zaawansowaniu technologicznym około 92% paliw odnawialnych musiałyby bazować na produkcji wykorzystywanej na cele żywnościowe. Równocześnie, aby spełnić cele dyrektywy dotyczące udziału biopaliw w transporcie, należałoby przeznaczyć na ten cel około 79 000 km² UR. Takie zmiany w użytkowaniu gruntów stworzą większe zagrożenie ekologiczne niż sama produkcja energii w tradycyjny sposób, tj. w oparciu o paliwa kopalne. Oczekiwany efektem wprowadzenia 9,5% udziału biopaliw byłoby, zamiast ograniczenia emisji CO₂ o około 35-50%, jego zwiększenie o średnio 80-167%⁶⁶. Wyniki badania wykazały, iż produkcja biodiesla z rzepaku, soi i palmy olejowej powoduje wyższą emisję gazów cieplarnianych niż w przypadku ropy. Analiza ta również wykazała czterokrotnie wyższą emisję biodiesla od bioetanolu produkowanego ze zbóż, buraków cukrowych, ziemniaków i trzciny cukrowej.

Kolejną analizą przeprowadzoną w celu oszacowania wpływu na środowisko procesu wytwarzania biopaliw była Ocena Cyklu Życia – LCA (ang. *Life Cycle Assessment*). Jest to technika służąca ocenie zagrożeń środowiskowych związanych w tym przypadku z wyprodukowaniem biopaliwa. Polega na identy-

⁶⁵ Bowyer C., Kretschmer B., *Anticipated Indirect Land Use Change Associated with Expanded Use of Biofuels and Bioliquids in the EU – An Analysis of the National Renewable Energy Action Plans*, IEEP marzec 2011, raport dostępny na stronie: www.ieep.eu.

⁶⁶ Ibidem.

fikowaniu oraz na ocenie ilościowej zużytych materiałów, energii i odpadów na środowisko. Taka ocena dotyczy całego procesu, czyli uprawy roślin, zbioru, dystrybucji, użytkowania oraz procedury postępowania z paliwami niespełniającymi norm i odpadami⁶⁷. Na podstawie tej analizy obalono stwierdzenie, iż produkcja biopaliw I generacji ogranicza uwalnianie CO₂, a tym samym przeciwdziała zmianom klimatu.

Zgodnie z powyższym Komisja zaproponowała zmianę przepisów w sprawie biopaliw zapisanych w dyrektywach w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (2009/28/WE) oraz dyrektywie odnoszącej się do jakości benzyny i olejów napędowych (98/70/WE)⁶⁸. Zmiany te odnoszą się do zwiększenia do 60% minimalnego progu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w przypadku nowych instalacji w celu poprawy efektywności procesów produkcji biopaliw. Dodatkowo wskazano na potrzebę monitoringu pośredniej zmiany sposobu użytkowania gruntów. Informacje te byłyby włączane do sprawozdań dotyczących ograniczania emisji gazów cieplarnianych w powiązaniu z produkcją biopaliw i biopłynów. Pod koniec roku 2012 Komisja Europejska wycofała się z preferencji dla produkcji surowców z przeznaczeniem na biopaliwa, które powstają z upraw żywnościowych i paszowych, czyli biopaliw I generacji. We wniosku Komisji znalazł się zapis mówiący o ograniczeniu w skali globalnej przekształceń gruntów na cele produkcji biopaliw. Zweryfikowano też postulat, jakim było osiągnięcie 10% udziału energii odnawialnej do 5%. Zlikwidowanie subsydiowania produkcji biopaliw I generacji ma spowodować obniżenie opłacalności tej produkcji i jednocześnie wzrost konkurencyjności biopaliw II generacji. Przedstawione działania Komisji należy traktować jako sygnał do zaprzestania inwestowania w biopaliwa I generacji. Są one równocześnie sygnałem o zmianie kierunku polityki pozyskiwania surowców do produkcji biopaliw, w szczególności wspierania rozwoju alternatywnych biopaliw II i III generacji. Wsparcie produkcji biopaliw po 2020 roku uzależniono od ich pozytywnego wpływu na ograniczanie emisji gazów cieplarnianych i neutralności względem upraw żywnościowych i paszowych. Przy ocenie biopaliw

⁶⁷ Biernat K., Gis W., Ssamson-Bręk I., *Zastosowanie metody oceny cyklu istnienia LCA do oszacowania wpływu na środowisko wytwarzania biopaliw transportowych na przykładzie paliwa biogazowego*, Combustion Engines, nr 1/2012 (148).

⁶⁸ COM(2012) 595 final. 2012/0288 (COD) *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources*, Brussels, 17.10.2012.

dotyczącej emisji gazów cieplarnianych będzie też brana pod uwagę „pośrednia zmiana sposobu użytkowania gruntu”. Przedstawione rozwiązania wyraźnie wskazują na zmianę priorytetów w sektorze biopaliw, tj. odchodzenie od paliwa pierwszej generacji.

Przedstawione propozycje spotkały się z krytyką branży biopaliwowej i organizacji rolniczych jak Copa-Cogeca⁶⁹. W szczególności wskazano na niewiarygodność zastosowanych wskaźników ILUC oraz na zagrożenie dla zatrudnienia i zielonego wzrostu na obszarach wiejskich UE w wyniku nagłej zmiany polityki. Przedstawiciele Copa-Cogeca argumentowali, że ograniczenie wytwarzania biopaliw z upraw żywnościowych zagraża próbom zwiększenia samowystarczalności UE w produkcji białek na paszę dla zwierząt. Chodziło tutaj o fakt, że tylko część upraw roślin oleistych, zbóż i buraków cukrowych, potencjalnych surowców do produkcji biopaliw, jest rzeczywiście przeznaczana na cele energetyczne. Większość tej produkcji pozostaje w gospodarstwach i jest wykorzystywana jako pasze, co pozwala zmniejszyć unijne uzależnienie od pasz importowanych. Zwrócono również uwagę na prawdopodobne ograniczenie zatrudnienia na obszarach wiejskich oraz na zagrożenie dla inwestycji poczynionych w sektorze biopaliw, szacowane na 14 miliardów euro. Stwierdzono, że fundamentalne zmiany w polityce biopaliwowej przyczynią się do utraty zaufania i wpłyną negatywnie na przyszłe inwestycje w tym sektorze. Podkreślono też rolę, jaką odgrywa produkcja biopaliw w aktywizacji obszarów wiejskich, zmniejszenia dysparytetu dochodowego ludności wiejskiej i pobudzenia gospodarek krajów UE, szczególnie w dobie ogólnoswiatowego kryzysu ekonomicznego.

Pod koniec 2012 roku KE zmieniła stanowisko wobec produkcji biopaliw, rezygnując częściowo z ILUC⁷⁰. Ostatecznie system ten będzie wykorzystany jedynie w celach sprawozdawczych, ale bez możliwości dyskwalifikacji biopaliwa ze względu na uzyskany wskaźnik. Zmianę podejścia należy łączyć z analizami wskazującymi, że biodiesel, który stanowił w 2010 roku 79% zużycia biopaliw ogółem nie spełnia norm wyznaczonych przez ILUC. W efekcie pierwotna propozycja Komisji doprowadziłaby do likwidacji niemal całego przemysłu biopaliwowego w UE. KE opowiedziała się za pozostawieniem 5% limitu

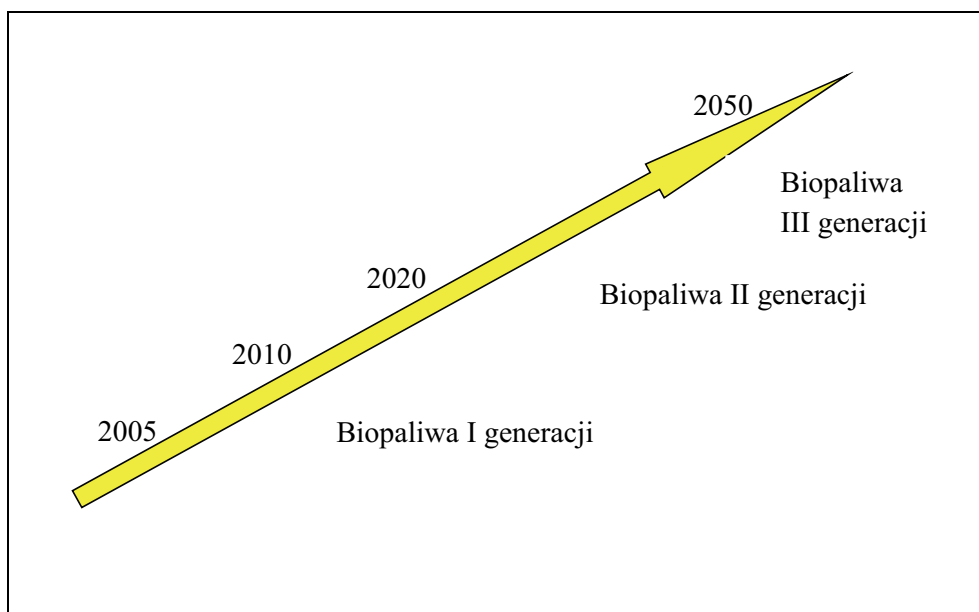
⁶⁹ Komunikat prasowy Copa-Cogeca z dn. 12.10.2012 r. zamieszczony na stronie <http://www.copa-cogeca.eu/Menu.aspx>.

⁷⁰ http://www.raportrolny.pl/index.php?option=com_k2&view=item&id=506:ue-iluc-zostaje-ale-nie-b%C4%99dzie-si%C4%99-liczy%C5%82-czyli-kolejna-zmiana-podej%C5%9Bcia-do-biopaliw&Itemid=464.

dla biopaliw I generacji, co przyczyni się do zablokowania rozwoju paliw ze zbóż, ziemniaków i buraków cukrowych.

Zmiana polityki na przestrzeni lat rysuje się tak jak na wykresie 7, gdzie przedstawiono stopniowe odejście od biopaliw I generacji, tj. z surowców pochodzenia rolniczego, z możliwością przeznaczenia na potrzeby żywieniowe. Obecnie dostrzeżono konflikt między produkcją żywności a produkcją biopaliw i zwrócono się w kierunku biopaliw II generacji. Kolejnym krokiem będzie produkcja zintegrowana – *integrated biorefinery complexes*. Zmiana w tym zakresie świadczy jednak o malejącej roli rolnictwa w związku z zaniechaniem produkcji buraków cukrowych, zbóż i ziemniaków na cele energetyczne.

Wykres 7. Zmiana preferencji wspierania technologii biopaliw w dokumentach strategicznych UE



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010 r.

Podsumowując, rola rolnictwa w produkcji OZE będzie w najbliższych latach ulegała pewnej redukcji w związku z ograniczeniami w wykorzystaniu na cele energetyczne zbóż, buraków cukrowych i rzepaku. Alternatywnie, w coraz większym stopniu na cele energetyczne będą przeznaczane odpady z produkcji

rolniczej, sadowniczej, odpady drewna i przemysłu drzewnego, inne odpady przemysłowe (z gorzelni, cukrowni, zakładów przemysłu spożywczego), odpady komunalne, osady ściekowe i inne odpady pochodzenia organicznego oraz rośliny dedykowane do wykorzystania na cele energetyczne. Na korzyść wyżej wymienionych surowców przemawia ich różnorodność, dostępność na rynkach lokalnych, niska cena (surowce odpadowe), brak konkurencji z produkcją żywności i możliwość zastosowania w energetyce rozproszonej. Także szansą będzie rozwój rozproszonych systemów energetycznych oraz rozwój ruchu prosumentów, tj. producentów będących jednocześnie konsumentami wyprodukowanej energii na własny użytek i sprzedających nadmiar wyprodukowanej energii do sieci. Taki kierunek rozwoju wymaga jednak rozbudowanego systemu małych elektrowni, elektrociepłowni gazowych i biomasowych. Niewątpliwie pobudzi to rozwój gospodarczy, stworzy nowe miejsca pracy i wzmocni bezpieczeństwo energetyczne.

3. Wybrane technologie produkcji energii odnawialnej z perspektywy konkurencji między żywnością a produkcją energii odnawialnej

Sektor energetyczny coraz silniej współpracuje z rolnictwem, dostrzegając jego potencjał w zakresie produkcji odnawialnych surowców do produkcji energii. W świetle rozwoju odnawialnych źródeł energii i przygotowywanych krajowych regulacji prawnych sektor rolny będzie mógł na coraz korzystniejszych zasadach produkować energię do zaspokojenia potrzeb własnych i na sprzedaż. Przy czym przyjęte mechanizmy wsparcia produkcji energii odnawialnej wpływają na rozwój rynku jakiego poprzez zróżnicowanie intensywności wsparcia dla konkretnych technologii i wielkości instalacji. Dotychczas obowiązujący system wsparcia zaowocował rozwojem na dużą skalę współspalania biomasy w obiektach energetyki zawodowej, wspieraniem produkcji biopaliw i budzącym coraz silniejsze społeczne kontrowersje ze względów lokalizacyjnych rozwojem farm wiatrowych i biogazowni. Dotychczasowa rola sektora rolnego polega głównie na dostarczaniu biomasy oraz produkcji surowców do produkcji biopaliw. Równocześnie rolnicy korzystają z opłat za dzierżawę i służebność gruntów oraz czerpią dochody z posiadanych elektrowni wiatrowych.

Obserwowany w Unii Europejskiej kierunek promowania energetyki rozproszonej, składającej się z małych instalacji (mikroinstalacji) w przeciwieństwie do obowiązującego w Polsce modelu scentralizowanego jest bardziej korzystny dla sektora rolnego. Kluczowym elementem jest tutaj włączenie w system indywidualnych odbiorców jako prosumentów, czyli jednocześnie producentów i konsumentów energii elektrycznej, którzy nadwyżki wyprodukowanej energii oddają do sieci elektroenergetycznej. Niedoceniane jest również „zielone ciepło”, które w prosty i efektywny energetycznie sposób może być wytwarzane na potrzeby własne. Jest to segment rynku energetycznego, który rozwija się pomimo mniejszego wsparcia w porównaniu do tego, które jest kierowane do sektora elektroenergetycznego.

W tej części opracowania przedstawiona została ogólna klasyfikacja technologii odnawialnych źródeł energii z perspektywy konwersji biomasy oraz innych technologii, które są niezależne od produkcji żywności, a w różnym zakresie korzystają z rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Przez technologie produkcji OZE rozumie się przetwarzanie energii pierwotnej biomasy na energię elektryczną, ciepło, biopaliwa i biogaz, które są dostarczane i wykorzystywane

przez konsumentów energii. Technologie przetwarzania biomasy bazują na procesach ich konwersji, które dzielą się na konwersję termochemiczną, fizykochemiczną i biologiczną. Ich podział podyktowany jest więc charakterem zachodzących reakcji.

Następnie omówione zostały zagadnienia produkcji energii z biomasy z punktu widzenia rodzaju surowców: upraw wykorzystywanych w produkcji żywności, które są kierowane do produkcji biopaliw, upraw dobieranych pod kątem maksymalnego przyrostu masy i kierowanych w większości do spalania, oraz zagospodarowywanych odpadów sektora rolno-spożywczego.

Rozdział podsumowuje opis technologii OZE niezwiązanych z produkcją żywności, a wykorzystujących naturalne źródła energii, tj. wiatr i słońce. W tej części przedstawiono też zarys problematyki efektywności produkcji i zagadnienia organizacji logistyki dostaw, wraz z opisem obecnie funkcjonującego mechanizmu wsparcia produkcji energii elektrycznej z OZE oraz zagrożenia dla systemu obrotu świadectwami pochodzenia.

3.1. Klasyfikacja technologii przetwarzania biomasy na energię

Sektor rolny może dostarczać biomasę odpadową oraz biomasę pochodzącą z upraw. W drugim przypadku mogą to być uprawy bazujące na produktach żywnościowych, gdy surowce są alternatywnie przetwarzane, oraz uprawy roślin dobranych wyłącznie na cel dalszego ich przetworzenia na energię. Największe ilości biomasy odpadowej stanowi słoma, znaczne ilości stanowią odpady poprodukcyjne, np. z hodowli zwierząt. Każdy z wymienionych rodzajów biomasy może być przetworzony na energię elektryczną, ciepło, biopaliwo lub biogaz w technologii bazującej na procesach konwersji. Ze względu na charakter procesu można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje konwersji: termochemiczną, fizykochemiczną i biologiczną⁷¹.

W przypadku konwersji termochemicznej biomasa ulega chemicznemu rozpadowi pod wpływem wysokiej temperatury. Wyróżnia się tutaj cztery procesy: spalanie, zgazowanie, pirolizę i prażenie. Procesy te różnią się głównie ze

⁷¹ Por. *Bioenergy – a sustainable and reliable energy source. A review of status and prospects*, IEA-Bioenergy, 2009.

względu na występujące zakresy temperatur, szybkość ogrzewania oraz ilość tlenu potrzebnego podczas reakcji. W przypadku biomasy pochodzenia rolniczego najczęściej wykorzystuje się proces spalania i pozyskania energii cieplnej.

Podczas konwersji fizykochemicznej biomasa rolnicza poddawana jest procesom chemicznym w reaktorze (np. ekstrakcja, hydroliza, transestryfikacja⁷²) i przetwarzana jest do paliwa ciekłego. Surowcem są rośliny oleiste, które przetwarza się do estrów. W warunkach Polski powszechnie stosowaną rośliną jest rzepak.

Konwersji biologicznej poddawane są rośliny o dużej zawartości cukrów i skrobi (np. buraki cukrowe i zboża), przetwarzane do biopaliw lub biogazu przy wykorzystaniu mikroorganizmów. Do reakcji biologicznych zalicza się:

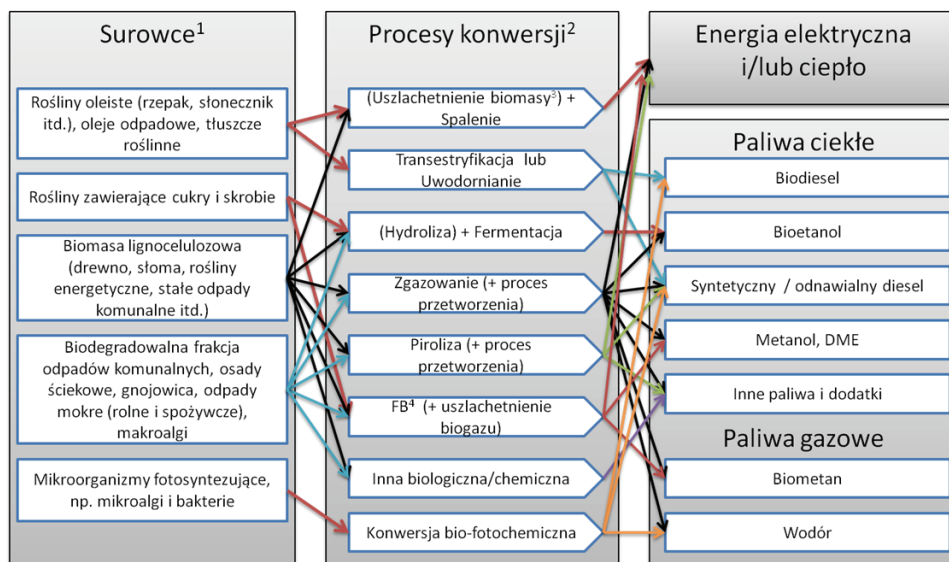
- fermentację cukru (np. z buraków cukrowych, trzciny cukrowej), skrobi (ze zboża, z kukurydzy) i surowców z lignocelulozy (np. trawy, drewna);
- beztlenowy rozkład (głównie z surowców wilgotnych);
- reakcje biofotochemiczne (np. produkcja wodoru przy wykorzystaniu alg), które wymagają światła⁷³.

Rysunek 1 przedstawia schemat możliwych do zastosowania procesów konwersji dla poszczególnych rodzajów biomasy. Współistnienie różnorodnych procesów konwersji odpowiada z jednej strony zróżnicowaniu surowców określanych jako biomasa na cele energetyczne, a z drugiej strony zapotrzebowaniu na produkt finalny, którym są bądź to bezpośrednio formy lub jej nośniki. Dobór procesu konwersji decyduje o efektywności wytwarzania energii z biomasy uwzględniając lokalne warunki podaży surowca i popytu na energię.

⁷² Transestryfikacja to w chemii organicznej proces prowadzący do otrzymania estrów przez reakcję chemiczną innych estrów z alkoholami (alkoholiza), kwasami (acydoliza) lub innymi estrami.

⁷³ Por. *Bioenergy - a sustainable and reliable energy source. A review of status and prospects*, IEA-Bioenergy, 2009 str. 27.

Rysunek 1. Schemat procesów konwersji biomasy



¹ Części surowców mogą być użyte również w innym procesie

² W każdym procesie konwersji powstają również półprodukty

³ Uszlachetnienie biomasy oznacza procesy zagęszczania (peletyzacja, piroliza itd.)

⁴ FB = Fermentacja Beztlenowa

Źródło: Opracowano na podstawie IEA-Bioenergy, 2009.

Kluczowym czynnikiem, który przesądza o kierunkach wykorzystania biomasy są nie tylko koszty jej wytworzenia, ale też system wsparcia. W istocie kluczowymi są: polityka energetyczna państwa i szczegółowe regulacje, a następnie koszty operacyjne danej technologii konwersji oraz koszty surowca. Rachunek ekonomiczny uwzględniający wymienione czynniki przesądza o indywidualnych decyzjach biznesowych dotyczących doboru paliw i ewentualnie wielkości instalacji.

Przy obecnie obowiązującym systemie wsparcia (system zielonych certyfikatów) biomasa wykorzystywana jest głównie jako paliwo do spalania (konwersja termochemiczna) i wytwarzania energii elektrycznej (w przypadku kogeneracji wytwarzane jest również ciepło) do produkcji ciepła w kotłowniach oraz do produkcji biopaliw (konwersja fizykochemiczna) i biogazu (procesy biologiczne).

Na poszczególne rodzaje konwersji składają się konkretne procesy technologiczne, które zostaną opisane jako rozwiązania dojrzałe i stosowane w Polsce.

Wstępne przetworzenie biomasy

Jak już wspomniano, największy udział w wykorzystaniu biomasy stanowi energetyka zawodowa, gdzie w kotłach energetycznych biomasa jest spalana jako paliwo podstawowe lub paliwo uzupełniające. Biomasa jest poddawana procesom przygotowania, co wynika z wymagań technologicznych (jednorodność i stabilne parametry fizyczne) oraz organizacyjnych. Zagęszczona biomasa, która nie podlega gwałtownym procesom biologicznym (gnicie) jest tańsza w transporcie i łatwiej poddawana operacjom logistycznym. Dla odbiorców indywidualnych, natomiast, przetworzona np. jako pelet, może być paliwem wykorzystywanym w komfortowych automatycznych kotłach przydomowych.

Pochodząca z rolnictwa słoma i rośliny energetyczne przetwarzane są do formy brykietu i peletu. Brykiety mogą być także produkowane z rozdrobnionego drewna (trociny, wióry, zrębki) oraz siana⁷⁴. Proces brykietowania wykonywany jest w mechanicznych lub hydraulicznych prasach. Surowiec jest suszony i rozdrabniany do uzyskania jednorodnej frakcji, z której następnie formowane są brykiety. Gotowy brykiet jest kondycjonowany i konfekcjonowany, i trafia do obrotu handlowego. Według obowiązujących w niektórych krajach norm⁷⁵ brykiet powinien mieć ustaloną formę geometryczną (prostokąt, walec itp.). Gęstość brykietu wynosi od 1 ton/m³ do 1,4 tony/m³, wilgotność poniżej 12%, wartość kaloryczna zawiera się w przedziale 17,5-19,5 GJ/t, zawartość popiołu poniżej 1,5%. Brykiety najczęściej produkowane są z odpadów drewna i słomy. Do brykietowania słomy dużym powodzeniem cieszą się specjalnie do tego celu zaprojektowane proste urządzenia.

⁷⁴ Przy produkcji brykietów z drewna nie ma potrzeby dodawania dodatkowych substancji wiążących, zawarta w drewnie żywica spełnia rolę lepiszcza. Przy produkcji brykietów z innym surowców, np. słomy lub siana, konieczne jest stosowanie dodatków.

⁷⁵ W Polsce nie ma obowiązku stosowania norm. Dla ułatwienia obrotu stosuje się np. standardy niemieckie, ponadto świadczone są usługi atestacji brykietu.

Produkcja peletu jest bardziej skomplikowana i droższa od produkcji brykietu⁷⁶. Produkowane z odpadów drzewnych i surowców rolnych pelety mają formę granulatu. Ich produkcja jest podobna do produkcji brykietu. Surowiec w typowym ciągu produkcyjnym jest najpierw rozdrabniany (drobno mielony), przesiewany i suszony. Następnie, po zmieszaniu jest poddawany peletyzacji, która polega na wyłaczaniu pod dużym ciśnieniem w prasie rotacyjnej. Otrzymany pelet jest kondycjonowany i pakowany. Typowy pelet ma postać cylindrycznych granulek o średnicy od 6 do 25 mm i długości do 5 cm. Wartość energetyczna wynosi od 16,5 do 17,5 MJ/kg, wilgotność 7-12%, zawartość popiołu poniżej 1%, ciężar usypowy ok. 650 kg/m³. W produkcji peletu dobór surowców jest ważniejszy niż ma to miejsce w produkcji brykietu i wynika z konieczności uzyskania lepszych efektów sprasowania, gładkości i trwałości produktu końcowego⁷⁷. Pelety nie wymagają natomiast dużej powierzchni składowania, mogą być dostarczane bez opakowania – samochodami ciężarowymi, koleją lub drogą wodną. Ze względu na jednorodność, drobny kształt, który sprawia, że granulaty jest niemal sypki, dobre parametry energetyczne, pelety mogą być również wykorzystywane w domowych kotłach do tego paliwa zaprojektowanych i wyposażonych w zasobnik oraz automatyczny podajnik. Jest to jednak paliwo droższe w porównaniu do brykietu.

Do magazynowania brykietu i peletu wykorzystuje się różnego rodzaju wiaty, silosy, zbiorniki wewnętrzne i zewnętrzne. Surowiec musi mieć zapewnione warunki suche i odpowiednią wentylację. Istotnymi elementami są wagi i infrastruktura pozwalająca na szybki rozładunek. W przypadku dużych ilości biomasy niezbędne jest laboratorium do badania podstawowych właściwości dla celów kontrolno-rozliczeniowych.

Przeprowadzone analizy wybranej technologii produkcji peletów i brykietów z wierzby energetycznej wykazały, że koszty wyprodukowania 1 tony peletów wynosiły 321,4 zł, podczas gdy brykietu – 219,4 zł. Gdy surowiec pochodził z własnych plantacji, koszt samego przetworzenia wyniósł odpowiednio: 10,4 zł/t (pelety) i 4,8 zł/t (brykiety)⁷⁸. Wzrost funkcjonalności produktu

⁷⁶ W sprzedaży jest szeroka gama linii technologicznych do produkcji brykietu. Na rynku oferowane są również mobilne urządzenia do produkcji brykietu ze słomy.

⁷⁷ Zwraca się uwagę na dobór (domieszkę) drewna zawierającego naturalne lepiszcze, np. drewno z drzew iglastych.

⁷⁸ Koszt surowca jest niski, dla peletu cena jest wyższa, gdyż dodawano 10% masy makuch rzepakowych dla poprawy właściwości.

końcowego zasadniczo wpływał na koszty produkcji. Na tej podstawie można twierdzić, że peletyzacja jest bardziej konkurencyjna w zastosowaniach małej skali produkcji energii w porównaniu z brykietami.

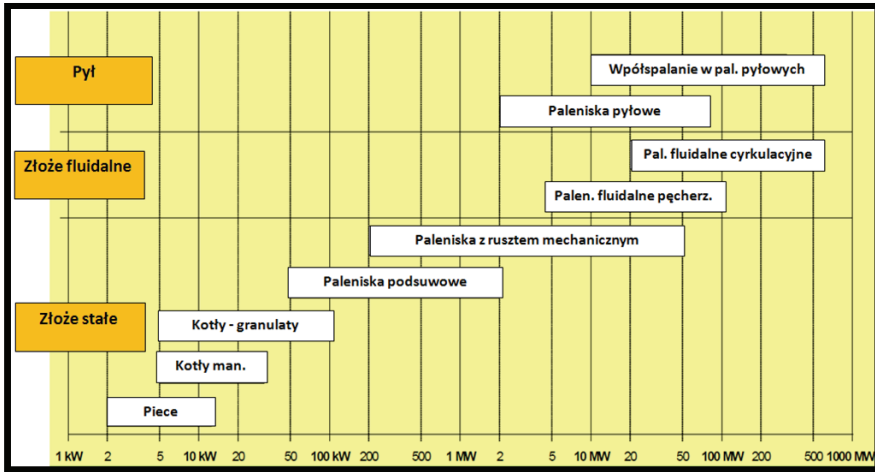
Termochemiczne przetwarzanie biomasy

Najczęściej spotykane procesy rozkładu biomasy to spalanie, zgazowanie i piroliza. Spalanie biomasy polega na reakcji utleniania, podczas której widzialne jest ciepło. W kontekście biomasy pochodzącej z rolnictwa istotna jest wilgotność i skład chemiczny materiału, które to decydują o możliwościach zastosowania konkretnych rozwiązań technicznych.

Wilgotność biomasy oprócz tego, że wpływa na wartość opałową, sprawia problemy w przechowywaniu oraz zagrożenia sanitarne. W rezultacie korzystne jest obniżanie wilgotności i ujednoczenie jej właściwości. Skład chemiczny biomasy wpływa na parametry procesu spalania, emisyjność oraz ilości popiołu. Szczególne problemy związane są z wykorzystaniem słomy z uwagi na wysoką zawartość chloru. Spalanie biomasy dla ogrzewania jest najprostszym i znanym od wieków sposobem jej wykorzystania. Współcześnie biomasa spalana jest w instalacjach energetycznych. Rysunek 2 przedstawia typy palenisk stosowanych do spalania i współspalania. Rozwiązania technologiczne zależą tutaj przede wszystkim od wielkości instalacji. Rozwiązaniami powszechnie stosowanymi w indywidualnych gospodarstwach domowych są kotły i piece. Nowoczesne kotły na pelety osiągają sprawności rzędu 90%, sprawności rzędu 60-70% uzyskują popularne kotły dostosowane do spalania kilku rodzajów paliw. Ich popularność, pomimo uciążliwej obsługi, wynika z niskiej ceny i możliwości spalania paliw, które są najtańsze.

Ogólnie paleniska do spalania biomasy dzielą się na paleniska ze złożami stałymi, fluidalnymi i pyłowymi. Złoża stałe wyposażone są w instalacje od mocy kilku kW (stosowane w gospodarstwach domowych) do mocy kilkudziesięciu MW przy paleniskach z rusztem mechanicznym, stosowanym np. w ciepłowniach, gdzie spalana jest biomasa.

Rysunek 2. Typy palenisk do spalania biomasy



Źródło: Opracowano na podstawie Golec, 2009.

W instalacjach o mocy powyżej 5 MW stosowane są złoża fluidalne, elastyczne pod względem możliwości podawania różnych paliw i mieszanin włącznie ze stosowaniem surowców odpadowych. Paleniska z kotłami fluidalnymi są obecnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem, przy spalaniu i współspalaniu biomasy z węglem.

W paleniskach pyłowych stosowanych w instalacjach o mocy od kilku MW do ponad 500 MW paliwo podstawowe (węgiel) jest rozdrabniany i jako pył podawany do komory spalania. W tych kotłach biomasa jest rozdrabniana i podawana z węglem. Stosowanym rozwiązaniem jest instalowanie specjalnego przedpaleniska tylko dla biomasy, na którym następuje np. zgazowanie surowca, i do właściwej komory paleniskowej kotła trafia palny gaz.

Tabela 6 przedstawia charakterystykę kosztów inwestycyjnych i operacyjnych wytwarzania energii elektrycznej w konwencjonalnych technologiach oraz towarzyszącej emisji. Powszechne wykorzystanie zróżnicowanych pod względem kosztów inwestycyjnych, eksploatacji oraz efektywności ekologicznej technologii odzwierciedla różne oczekiwania, co do końcowego produktu, dostępności do surowca, jak też możliwości finansowania projektów.

Tabela 6. Koszty operacyjne wytwarzania energii elektrycznej w Europie według technologii

Technologia	Efektywność netto	Nakłady inwestycyjne (2008)	Koszty operacyjne bez paliwa (2008)	Emisja CO ₂
	%	EUR/kWh	EUR/kWh	kg/kWh
Spalanie węgla w paleniskach pyłowych	46-47	1380-1880	0,041-0,050	0,73-0,88
Spalanie w paleniskach z cyrkulacyjnymi złożami fluidalnymi	41-43	2040-2490	0,040-0,3048	0,68-0,70
Konwencjonalna elektrownia ciepła – węgiel kamienny	34-37	2810-3430	0,023-0,028	0,95-1,16
Konwencjonalna elektrownia ciepła – węgiel brunatny	32-34	2550-3110	0,037-0,045	0,99-1,21
Technologia bloku gazowo-parowego ze zintegrowanym zgazowaniem paliwa (IGCC)	45-46	2320-2830	0,093-0,113	0,70-0,75
Układ gazowo-parowy	60-61	690-840	0,046-0,056	0,34-0,40
Konwencjonalna elektrownia ciepła – gaz ziemny	50-51	430-530	0,049-0,059	0,46-0,56
Turbina gazowa – gaz ziemny	40-42	560-690	0,131-0,161	0,46-0,58
Konwencjonalna elektrownia ciepła – ropa naftowa	32-33	390-470	0,039-0,052	0,74-0,90
Turbina gazowa – ropa naftowa	35-36	405-475	0,027-0,046	0,65-0,75
Silnik spalinowy spalania wewnętrznego	41-43	630-820	0,022-0,024	0,71-0,86

Źródło: Opracowano na podstawie Tzimas, Moss & Ntagia, 2011.

Rosnący popyt na biomasę potwierdzają oddane do użytku, realizowane i planowane inwestycje sektora energetyki zawodowej w tym zakresie⁷⁹.

Obszary wiejskie charakteryzują się zasobnością w biomasę, która może być w prosty sposób zużyta na miejscu, co ogranicza koszty transportu i tworzy wartość dodaną gospodarstwa i regionu. Znacząca rola technologii współspalania biomasy w scentralizowanych obiektach energetyki zawodowej powoduje wzrost cen biomasy, rosnący jej import, a to w efekcie blokuje rozwój i upowszechnianie technologii małej skali. Zagadnienia nieefektywnego wykorzystywania biomasy opisane zostały szczegółowo w raporcie „O niezrównoważo-

⁷⁹ Jako przykłady mogą posłużyć zrealizowane w ostatnich latach i aktualnie realizowane inwestycje, np. Elektrownia Połaniec, GDF Suez: blok na biomasę 190 MM, 2012 r.; Elektrownia Szczecin, PGE: kocioł na biomasę 64,5 MWel, 2012 r.; Elektrociepłownia Elbląg, Energa Kogeneracja Elbląg: blok na biomasę, 20 MWel, uruchomienie w 2013 r.; Dalkia Polska, inwestycje w Łodzi i Poznaniu: łączna moc 67 MW, 2011 r.; Elektrociepłownia Tychy, Tauron: dostosowanie istniejącego kotła 40 MW do spalania biomasy, 2012 r.; Elektrociepłownia Tychy, Tauron: kogeneracja o mocy 55 MW, do końca 2016 r., Elektrownia Jaworzno, Tauron: kocioł na biomasę 50 MW, 2012 r. (Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., Arcipowska A., 2011).

nym wykorzystaniu odnawialnych zasobów energii w Polsce i patologii w systemie wsparcia OZE”⁸⁰. Zarówno z punktu widzenia obszarów wiejskich, jak i gospodarki energetycznej obowiązujący obecnie system wsparcia jest pod względem energetycznym i ekonomicznym nieefektywny, ponieważ poprzez windowanie cen biomasy blokowany jest rozwój małoskalowych technologii przetwarzania biomasy. Sektor rolny może z powodzeniem dostarczać biomasę w postaci peletów i brykietów ze słomy i roślin energetycznych do produkcji ciepła i energii elektrycznej. Na potrzeby własne gospodarstw biomasa może być przygotowywana i przetwarzana na tyle, na ile wymaga tego zastosowana technika grzewcza i wymogi sanitarne.

Termochemiczny proces zagazowania polega na przeprowadzeniu paliwa stałego lub płynnego w paliwo gazowe na drodze rozkładu termicznego w cyklu przemian z udziałem tlenu, dwutlenku węgla i pary wodnej. Paliwo musi mieć tutaj wysoką zawartość węgla, a proces odbywa się w kontrolowanych warunkach, w reaktorze. Produktem procesu jest gaz syntezowy, który składa się głównie z tlenu węgla, wodoru i metanu. (...)Są dwie korzyści zgazowania w porównaniu do konwencjonalnego spalania paliwa. Po pierwsze zgazowanie jest wysoce wszechstronnym, jeśli chodzi o typ paliwa procesem i każdy rodzaj biomasy może być bardzo efektywnie przekształcony w paliwo gazowe. Po drugie, paliwo gazowe może być wykorzystane bezpośrednio do wytworzenia ciepła i energii elektrycznej, może być również użyte do wzbogacenia gazu syntezowego do produkcji biopaliw (...)”⁸¹.

W małych instalacjach (< 10 MWe) stosowane są proste systemy zgazowania, na ogół z silnikami gazowymi. W instalacjach powyżej 30 MWe z turbinami parowymi. Tego rodzaju instalacje dopiero wchodzi na rynek krajowy i są rozwiązaniem postrzeganym jako innowacyjne⁸². Zgazowanie biomasy z kolei jest procesem dość powszechnie stosowanym w małych kotłach na biomasę⁸³. W tym przypadku spalane drewno w warunkach niedoboru tlenu jest

⁸⁰ Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., Arcipowska A., *O niezrównoważonym wykorzystaniu odnawialnych zasobów energii w Polsce i patologii w systemie wsparcia OZE. Propozycje zmian w podejściu do promocji OZE i kierunków wykorzystania biomasy*, Ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki, 2011.

⁸¹ Por. *Bioenergy – a sustainable and reliable energy source. A review of status and prospects*, IEA-Bioenergy, 2009, s. 32.

⁸² Jak przykład może posłużyć oferta firmy Qenergy (laureata konkursu Greenevo) na kompletną instalację kogeneracyjną o mocy 1 MWe ze zgazowaniem biomasy.

⁸³ O mocach poniżej 100 kW.

zgasowane, a powstały w ten sposób gaz drzewny jest spalany w następnej komorze⁸⁴. Proces zgasowania jest także stosowany przy pośrednim współspalaniu biomasy, tutaj paliwo poddawane jest wstępnemu zgasowaniu w przedpalenisku, skąd palny gaz wprowadzany jest do właściwej komory spalania. Jest to metoda stosowana w energetyce zawodowej z uwagi na możliwość adaptacji kotłów do różnych paliw.

Z kolei piroliza jest termochemicznym procesem rozkładu substancji, poprzez poddanie jej w reaktorze działaniu wysokiej temperatury bez dostępu tlenu. W zależności od temperatury, w której zachodzi reakcja wyróżnia się pirolizę niskotemperaturową (450-700°C), śrędniotemperaturową (700-900°C) i wysokotemperaturową (900-1100°C). Proces pirolizy może być stosowany do wstępnego przetworzenia biomasy, która w postaci płynnej, np. jako olej pirolityczny, może być przetwarzana np. w innym obiekcie do biopaliw drugiej generacji. Zyskiem z pośredniego, kosztownego procesu technologicznego są niższe koszty logistyczne. Proces pirolizy jest uważany za zaawansowaną technologię uszlachetniania surowca i jakkolwiek proces ten jest dobrze poznany i zbadany, to rozwiązania bazujące na pirolizie nie znalazły powszechnego zastosowania.

Podsumowując, należy podkreślić, że procesy konwersji są elementami technologii energetycznego przetwarzania biomasy do produkcji ciepła i energii elektrycznej. W spalaniu biomasy wykorzystuje się procesy wstępnego zgasowania zarówno w małych kotłowniach dla domowych instalacji grzewczych, jak i układach kogeneracyjnych o mocach rzędu kilku MW lub w instalacjach energetyki zawodowej. Z kolei procesy pirolizy należą do rozwiązań rozwijanych i jej szersze zastosowanie uzależnione jest od postępu technologicznego.

Fizykochemiczne przetwarzanie biomasy do biopaliwa

Procesy konwersji fizykochemicznej wykorzystywane są w technologiach produkcji biopaliw ciekłych. Transestryfikacja jest procesem konwersji fizykochemicznej stosowanym w produkcji estrów kwasów metylowych, czyli biodiesla z rzepaku. W praktyce przemysłowej proces transestryfikacji prowadzi się w temperaturze 60-70°C w obecności katalizatora zasadowego. Różnice w technologiach produkcji biodiesla wynikają z parametrów fizycznych,

⁸⁴ Drewno jest suszone i odgasowane, w wyniku czego wytworzony zostaje gaz drzewny. Gaz drzewny spalany jest w oddzielnej komorze i następnie dopalany przez wymiennikiem ciepła.

w których proces jest prowadzony (ciśnienie, temperatura), stosowanego katalizatora oraz metod oczyszczania estrów i gliceryny.

Konwersja z wykorzystaniem hydrolizy odpowiada reakcji między wodą i rozpuszczoną w niej substancją, w wyniku której powstają nowe związki chemiczne. W przetwarzaniu biomasy stosowane są procesy hydrolizy enzymatycznej i hydrolizy chemicznej (kwasowej, zasadowej, ozonowania, utleniania i inne metody). Proces hydrolizy enzymatycznej wspomaga beztlenowy rozkład biomasy z wykorzystaniem enzymów⁸⁵. W hydrolizie chemicznej stosowane są kwasy oraz zasady w odpowiednio dobranych stężeniach i warunkach przebiegu procesu. W hydrolizie może być stosowana tylko woda, ale zmieniają się wtedy warunki przebiegu reakcji. W każdym przypadku hydroliza ma na celu częściową destrukcję struktur surowca, by ułatwić dalsze procesy technologiczne, np. fermentację. Opisane procesy są powszechnie stosowane w skali przemysłowej. Na mocy Ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych z 2006 r. umożliwiono również rolnikom produkcję biopaliw na potrzeby własne. Wtedy też na rynku pojawiły się rozwiązania techniczne umożliwiające gospodarczą produkcję estrów.

Produkcja bioetanolu i biogazu w procesach biologicznych

Fermentacja jest procesem biochemicznym i w kontekście konwersji biomasy wykorzystywana jest fermentacja alkoholowa i metanowa. Fermentacja alkoholowa polega na rozkładaniu węglowodanów pod wpływem enzymów wytwarzanych przez drożdże. Fermentacji alkoholowej poddawane są zboża, buraki, ziemniaki. Produktem fermentacji jest alkohol i jest to baza dla popularnego biopaliwa – bioetanolu. Fermentacja metanowa jest procesem rozkładu przez bakterie substancji organicznych (węglowodanów, białek, tłuszczów i ich pochodnych) w warunkach beztlenowych. Procesowi fermentacji metanowej poddawane są również odpady przetwórstwa spożywczego, biodegradowalna frakcja odpadów komunalnych, osady ściekowe, odchody zwierzęce. Produktem procesu jest biogaz, czyli mieszanina gazów, której głównym składnikiem jest metan i dwutlenek węgla.

⁸⁵ Wiele grzybów i bakterii wytwarza enzymy, które degradują materiał biologiczny w środowisku naturalnym, w związku z tym upatruje się możliwości efektywnej, pod względem ekonomicznym, produkcji biopaliw celulozowych.

Podobnie jak biogaz, bioetanol produkowany jest w procesach fermentacji. Fermentacja beztlenowa jest biologicznym procesem rozkładu substancji biodegradowalnej przez bakterie (beztlenowe) w warunkach braku dostępu tlenu. Podczas procesu ważne jest również utrzymanie stałej, wysokiej temperatury, odpowiedniego pH (>6,8) oraz wysokiej wilgotności. W zależności od temperatury, w której zachodzi proces wyróżnia się fermentację mezofilną (temp. ok. 32-35°C) i termofilną (temp. ok. 55-57°C), odpowiednio dla rodzaju bakterii. Surowce, które poddawane są fermentacji beztlenowej, to odpady organiczne (rolne, pochodzące z przemysłu spożywczego, biodegradowalna frakcja odpadów komunalnych itd.), odpady zwierzęce (gospodarstwa rolne, przemysł spożywczy) oraz osady ściekowe. Powstający biogaz może być wykorzystywany na cele energetyczne lub po dodatkowym uszlachetnieniu włączany do sieci gazu ziemnego⁸⁶. Proces fermentacji beztlenowej wykorzystywany jest na wysypiskach odpadów i w oczyszczalniach ścieków, gdzie odpowiednie instalacje do odgazowania i odzysku biogazu pozwalają na jego wykorzystywanie w celach energetycznych (na ogół do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła).

3.2. Produkcja energii z biomasy bazującej na surowcach żywnościowych

Coraz większa część roślin, tradycyjnie wykorzystywanych do produkcji żywności, jest obecnie przeznaczana na cele nieżywnościowe. Ten alternatywny kierunek wykorzystania produkcji postrzegany jest, jak wykazano wcześniej w opracowaniu jako dodatkowe źródło dochodów.

W produkcji zbóż specjalizują się przede wszystkim regiony Polski centralnej, północno-wschodniej i północno-zachodniej. Z kolei uprawa ziemniaka jest domeną województw pasa centralnego i południowo-wschodniego. Rośliny oleiste są uprawiane głównie w Polsce północno-zachodniej, rośliny przemysłowe, np. tytoń – w przeważającej części w województwach: lubelskim, podkarpackim, świętokrzyskim, kujawsko-pomorskim, małopolskim. Dzięki sprzyjającym warunkom glebowo-klimatycznym i ekonomicznym Polska jest obecnie

⁸⁶ Po uszlachetnieniu biogaz nazywany jest biometanem. W celu wprowadzenia do sieci gazowniczej parametry jakościowe muszą być porównywalne z parametrami gazu ziemnego. Proces uszlachetniania jest kosztowny.

największym producentem ziemniaków i jednym z czterech największych producentów rzepaku na rynku europejskim⁸⁷. Równocześnie znaczący udział w uprawach tradycyjnie związanych z rolnictwem polskim zajmuje burak cukrowy. Głównym obszarem produkcji tej rośliny jest region wielkopolski, kujawsko-pomorski oraz lubelski. Produkcja owoców i warzyw ze względu na warunki glebowe i klimatyczne jest umiejscowiona przede wszystkim w pasie centralnym i południowo-wschodnim. Produkcja zbóż w ostatnich latach charakteryzowała się dużą fluktuacją związaną z niestabilnymi warunkami klimatycznymi. W porównaniu z poprzednią dekadą nastąpił umiarkowany trend wzrostu produkcji przy czym udział zbóż w globalnej produkcji, roślinnej osiągnął poziom 38%⁸⁸.

Jak stwierdzono w Krajowym Planie Działania (KPD) w zakresie odnawialnych źródeł energii przewiduje się, że do 2020 r. w produkcji biopaliw I generacji podstawowymi surowcami dla bioetanolu będą: zboża, melasa i odpady biodegradowalne⁸⁹. W produkcji biodiesla zaś – olej z rzepaku i inne oleje roślinne, w tym oleje importowane. Do produkcji biodiesla mogą również być wykorzystane odpadowe tłuszcze zwierzęce.

(...) Uprawa rzepaku stanowi istotną alternatywę dla części rolników specjalizujących się w produkcji zbóż. Zapotrzebowanie na rzepak do celów konsumpcyjnych od wielu lat utrzymuje się na stabilnym poziomie ok. 1,0-1,2 mln ton rocznie (przy zbiorach całkowitych w roku 2009 na poziomie 2,4 mln ton), co przy plonach 3 t/ha wymaga uprawy na powierzchni około 330-400 tys. ha. Docelowo oznacza to, że zbiory z powierzchni 600-800 tys. ha mogą być przeznaczone na cele paliwowe bez szkody dla rynku żywnościowego⁹⁰.

W raporcie Instytutu Energetyki Odnawialnej⁹¹ jako graniczny areał produkcji rzepaku na cele żywnościowe i paliwowe wskazano 1,10 mln ha. Poziom

⁸⁷ Kowalski A. (red), *Analiza produkcyjno-ekonomicznej sytuacji rolnictwa i gospodarki żywnościowej w 2011 roku*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2012.

⁸⁸ Por. *Program rozwoju obszarów wiejskich na lata 2007-2013*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2011.

⁸⁹ Por. Ministerstwo Gospodarki, 2010, s. 182.

⁹⁰ Por. *Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*, Ministerstwo Gospodarki, 2010, s. 124.

⁹¹ *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 2011.

ten nie powinien być przekraczany ze względów fitosanitarnych. W konsekwencji można spodziewać się, że Polska będzie zmuszona importować znaczne ilości rzepaku lub oleju, jeśli zamierzony cel produkcji biodiesla ma być spełniony. W tym samym raporcie stwierdza się, że wskazane w KPD zapotrzebowanie na zboża na cele produkcji bioetanolu może być w pełni pokryte produkcją krajową⁹².

Podobne oceny utrwalane są w świadomości opinii publicznej. Jednak zdaniem wielu polskich ekspertów, unijne prognozy są raczej nierealne – nawet przy założeniu, że plony roślin uprawnych, głównie zbóż, istotnie się zwiększą. Najbardziej prawdopodobne jest, że w najbliższych latach pod uprawy na cele energetyczne będzie można przeznaczyć maksymalnie 1,7 mln ha gruntów, w tym 0,5 mln ha pod produkcję rzepaku na biodiesel, 0,6 mln ha gruntów ornych pod ziemniaki, przeznaczone na etanol i ok. 0,6 mln ha pod plantacje roślin energetycznych (...)⁹³.

Przytaczane opinie są sprzeczne i ich istnienie świadczy o tym, że problem będzie się nasilał, szczególnie, że wzrasta wymagany udział biokomponentów i paliw płynnych wprowadzanych do handlu detalicznego. Można się również spotkać z krytycznymi opiniami wzrostu dostępnych gruntów dla produkcji biopaliw w konsekwencji wyłączenia ich z produkcji żywności. Są to procesy złożone i w ich ocenie nie można posługiwać się prostymi analogiami, np. do średnich wielkości gruntów rolnych przeznaczonych na produkcję zbóż przypadających na mieszkańca w innych krajach. Bez wątplenia można jednak stwierdzić, że nie jest możliwe istotne zwiększenie udziału rolnictwa w produkcji energii bez wpływu na rynek żywności.

3.3. Uprawa gatunków roślin dedykowanych do produkcji energii

Potencjał teoretyczny dla zrównoważonej produkcji biomasy, według wymagań Dyrektywy 2009/28/WE, dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szacowany jest na poziomie 6.1 milionów ha gruntów (Tabela 7). Jednakże potencjał techniczny, który pozostaje po wyeliminowaniu gruntów leżących na obsza-

⁹² Ibidem.

⁹³ Por. *Zasoby ziemi ograniczają produkcję roślin na cele energetyczne*, WNP, 2011.12.29 <http://www.wnp.pl/wiadomosci/158911.html>.

rach o zbyt niskich opadach, nie gwarantujących dostępności wody gruntowej, chronionych lub cennych ze względu na bioróżnorodność kształtuje się na poziomie 2,18 milionów ha. Aby potencjał ten został wykorzystany, rolnicy muszą uzyskać cenę za biomasę taką, jaką otrzymują za obecną produkcję na cele żywnościowe oraz dodatkowo premię za ryzyko związane z nową produkcją. Warunek ten jest spełniony przy cenie oferowanej przez energetykę na poziomie 21 zł/GJ loco pole i dotyczy około 0,64 milionów ha powierzchni. Jest to aktualny potencjał ekonomiczny produkcji biomasy. Pełne jego wykorzystanie pozwoliłoby wyprodukować 5,91 Mt biomasy w stanie suchym, co pokryłoby 57% zapotrzebowania określonego w KPD. W praktyce, pozostaje otwarte pytanie o sposób zagospodarowania tego potencjału. W świetle obowiązujących regulacji oraz uwarunkowań ekonomicznych, energetyka może płacić za biomasę maksymalnie 23-26 zł/GJ loco pole. Podane ceny dla innych sposobów wykorzystania biomasy, np. do produkcji ciepła, mogą być zbyt wysokie.

Największe potencjały ekonomiczne biomasy zlokalizowane są w województwach: lubelskim, mazowieckim i podkarpackim, najmniejsze zaś w województwach opolskim i lubuskim⁹⁴.

W kontekście przytoczonych szacunków dotyczących areału dostępnych gruntów pod uprawy energetyczne widać, że bardzo wysoki potencjał teoretyczny jest silnie redukowany poprzez ograniczenia techniczne i ekonomiczne. Oznacza to, że grunty rolne powinny być zagospodarowane w sposób zapewniający maksymalnie wysoki uzysk energetyczny, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni.

⁹⁴ Por. *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego 2011.

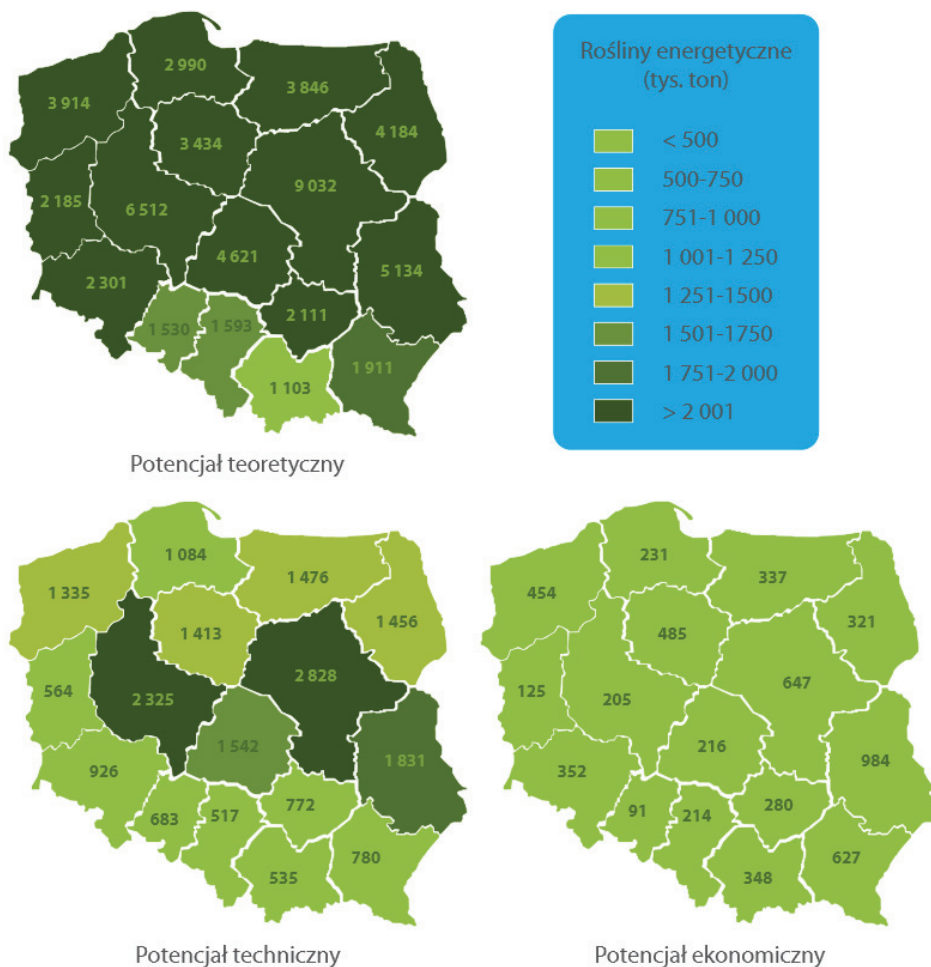
Tabela 7. Potencjał biomasy stałej z wieloletnich plantacji energetycznych

Województwo	Potencjał teoretyczny		Potencjał techniczny		Potencjał ekonomiczny		
	po-wierzchnia (ha)	biomasa (t s.m.)	po-wierzchnia (ha)	biomasa (t s.m.)	po-wierzchnia (ha)	biomasa (t s.m.)	%
Dolnośląskie	250 897	2 300 974	103 714	926 156	36 616	352 460	6,0
Kujawsko-pomorskie	373 956	3 434 026	154 162	1 414 941	51 610	485 051	8,2
Lubelskie	555 447	5 133 825	200 974	1 831 154	104 876	984 259	16,6
Lubuskie	248 632	2 184 800	63 334	564 346	13 975	124 943	2,1
Łódzkie	489 695	462 145	163 839	1 542 268	23 553	216 165	3,7
Mazowieckie	984 526	9 032 029	307 097	2 827 822	72 944	647 053	10,9
Małopolskie	111 118	1 102 847	55 567	535 248	35 136	347 952	5,9
Opolskie	149 607	1 530 104	68 596	682 643	7 922	90 804	1,5
Podkarpackie	203 160	1 911 378	85 862	780 063	70 042	626 662	10,6
Podlaskie	481 188	4 184 227	166 156	1 455 680	40 349	321 327	5,4
Pomorskie	313 280	2 989 896	115 031	1 083 780	23 899	230 890	3,9
Śląskie	162 188	1 593 139	53 283	517 051	22 536	214 446	3,6
Świętokrzyskie	232 218	2 110 721	85 650	771 964	30 708	279 966	4,7
Warmińsko-mazurskie	419 683	3 845 645	162 240	1 476 242	35 751	336 639	5,7
Wielkopolskie	717 666	6 511 796	255 083	2 324 929	24 273	205 450	3,5
Zachodniopomorskie	417 379	3 914 227	144 240	1 335 131	46 534	453 984	7,7
Polska	6 110 641	56 401 092	2 184 828	20 067 419	640 724	5 918 052	100

Źródło: Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego 2011, s. 60.

Ten punkt widzenia stawia w korzystnym świetle technologie OZE, które nie zależą od warunków agroklimatycznych, czyli wykorzystujące zasoby wiatru i słońca. Na obecnym etapie rozwoju rynku w Polsce technologie te mają mały udział, ale aktualny stan ich rozwoju w innych krajach wskazuje, że ich potencjał jest wysoki.

Rysunek 3. Potencjał biomasy stałej z wieloletnich plantacji energetycznych według IUNG-PIB



Źródło: Opracowania IUNG-PIB.

3.4. Wykorzystanie odpadów i pochodnych produkcji żywności

Biomasa odpadowa pochodzenia rolniczego to w pierwszej kolejności słoma (jest również traktowana jako produkt uboczny) oraz odpady z chowu zwierząt i przetwórstwa rolno-spożywczego. Słoma jako produkt uboczny wykorzystywana jest w rolnictwie jako pasza objętościowa dla zwierząt, ściółka,

substrat zwiększający reprodukcję materii organicznej w glebie oraz podłoże do produkcji pieczarek. Wg raportu Instytutu Energetyki Odnawialnej (2011), po odliczeniu zapotrzebowania słomy na wymienione cele, na potrzeby energetyki można by przeznaczyć średnio 5,8 Mt \pm 30% suchej masy słomy. Ponieważ zasoby słomy są zmienne w latach, na ogół przyjmuje się, że energetyka zawodowa może wykorzystać efektywnie 30-50% istniejącego zasobu (Tabela 8). Reszta powinna być wykorzystywana lokalnie. Przyjmując takie założenia energetyka zawodowa mogłaby zagospodarować od 1,74 do 2,90 Mt s.m. słomy.

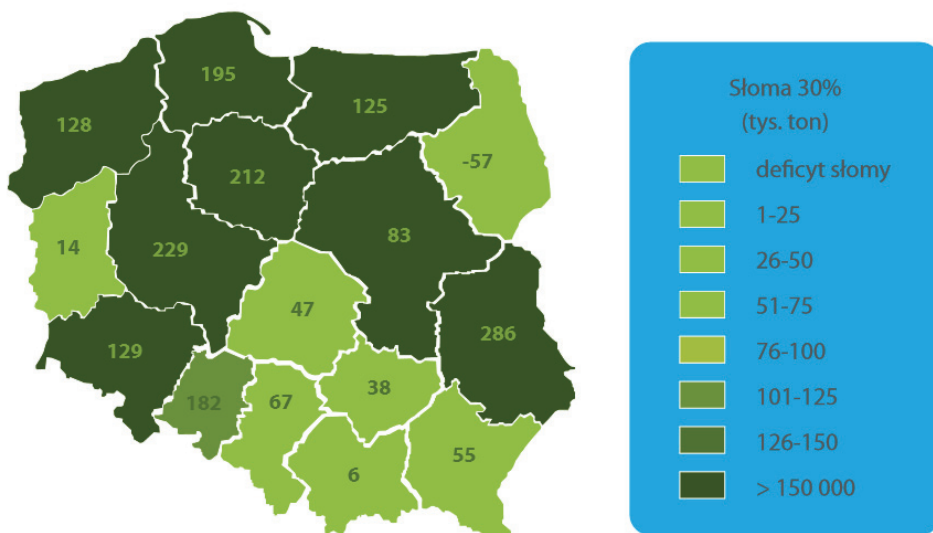
Tabela 8. Potencjał słomy zbędnej w rolnictwie według IUNG-PIB

Województwo	Słoma	Energetyczne wykorzystanie	
	t s.m./r	30%	50%
Dolnośląskie	431433	129430	215716
Kujawsko-pomorskie	707176	212153	353588
Lubelskie	952733	285820	476366
Lubuskie	48323	14497	24162
Łódzkie	156396	46919	78198
Mazowieckie	21244	6373	10622
Małopolskie	275242	82572	137621
Opolskie	608311	182493	304155
Podkarpackie	184420	55326	92210
Podlaskie	-188976	-56693	-94488
Pomorskie	650129	195039	325065
Śląskie	222183	66655	111091
Świętokrzyskie	125662	37698	62831
Warmińsko-mazurskie	417289	125187	208645
Wielkopolskie	762543	228763	381271
Zachodniopomorskie	428309	128493	214154
Polska	5802414	1740724	2901207

Źródło: Kuś J., Madej A., Kopiński J., Bilans słomy w ujęciu regionalnym, [w:] Regionalne różnicowanie produkcji rolniczej w Polsce, Studia i Raporty IUNG-PIB, nr 3, Puławy 2006.

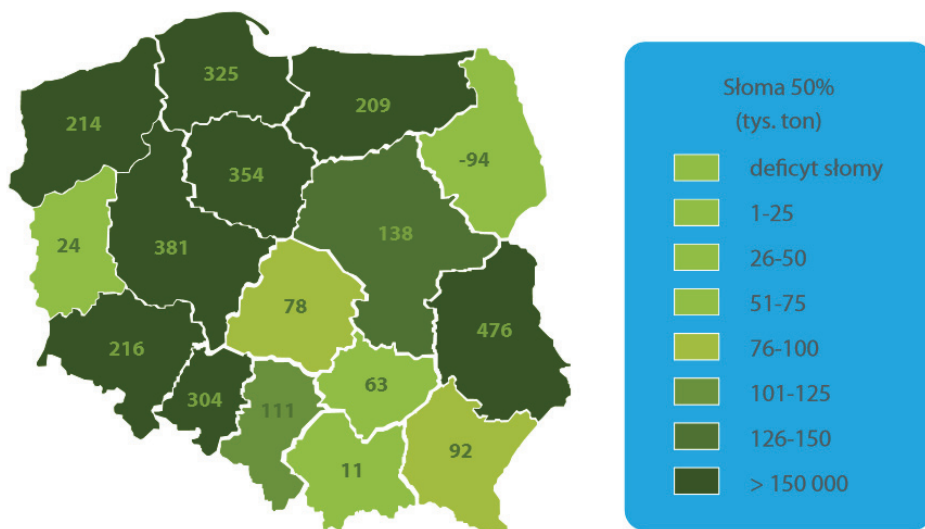
Największe zasoby słomy według badań IUNG-PIB zlokalizowane są w województwach: lubelskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, pomorskim oraz opolskim. Najmniejsze zaś w województwach: podlaskim, małopolskim, lubuskim oraz warmińsko-mazurskim (Tabela 8). Rzeczywiste wykorzystanie słomy nie jest badane statystycznie i dane o zużyciu są agregowane do ogólnej kategorii biomasy. Układ cen i podaży kotłów wykorzystujących słomę wskazuje, że rynek ten systematycznie się rozwija mimo braku znaczącego wsparcia.

Rysunek 4. Ilości słomy dostępnej dla energetyki zawodowej przy 30% wykorzystaniu potencjału.



Źródło: Kuś J., Madej A., Kopiński J., Bilans słomy w ujęciu regionalnym, [w:] Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce, Studia i Raporty IUNG-PIB, nr 3, Puławy 2006.

Rysunek 5. Ilości słomy dostępnej dla energetyki zawodowej przy 50% wykorzystaniu potencjału



Źródło: Opracowano na podstawie tabeli 8.

Wielkość potencjału rynkowego biogazu rolniczego, możliwego do osiągnięcia do 2020 roku, w każdym z województw, obliczono w oparciu o dane z KPD. Według założeń KPD, realny potencjał rynkowy biogazu rolniczego do 2020 roku wynosi 908 MW. Tak określona wartość potencjału jest uzasadniona planowanym przez rząd silniejszym, w stosunku do pozostałych, wsparciem dla tej technologii OZE. W dłuższym okresie planuje się nowe rozwiązania legislacyjne, takie jak np. wprowadzenie w planowanej ustawie o OZE wyższej niż w przypadku innych technologii OZE wartości świadectw pochodzenia dla biogazu. Przyjmując ścieżkę rozwoju biogazu w KPD, jako potencjał rynkowy, i jednocześnie uwzględniając rozkład potencjału w każdym z województw zgodnie z obliczonym wcześniej potencjałem ekonomicznym (z proporcji), w opracowaniu Instytutu Energetyki Odnawialnej⁹⁵ obliczono potencjał rynkowy (inwestycyjny) dla każdego z województw.

W efekcie przyjętych założeń i wykonanych analiz, największy udział w implementacji przyjętych założeń posiadają województwa: wielkopolskie – 216 MW oraz warmińsko-mazurskie – 106 MW i mazowieckie – 103 MW.

Tabela 9. Potencjał rynkowy dla biogazu rolniczego w MWe

Województwo	Potencjał do 2020
	MWe
Dolnośląskie	26
Kujawsko-pomorskie	73
Lubelskie	55
Lubuskie	14
Łódzkie	47
Mazowieckie	9
Małopolskie	103
Opolskie	29
Podkarpackie	9
Podlaskie	84
Pomorskie	44
Śląskie	26
Świętokrzyskie	13
Warmińsko-mazurskie	106
Wielkopolskie	216
Zachodniopomorskie	52
Polska	908

Źródło: Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 2011.

⁹⁵ Ibidem.

Zestawienie to wskazuje także na silną pozycję województw: podlaskiego – 84 MW oraz kujawsko-pomorskiego – 73 MW. Zgodnie z powyższą analizą powoli wyczerpie się natomiast potencjał dotychczasowego lidera inwestycji biogazowych – województwa pomorskiego⁹⁶.

3.5. Rozwiązania OZE niezwiązane z produkcją żywności

Jak wykazano we wcześniejszych podrozdziałach, wykorzystanie energii wiatru i słońca może być atrakcyjną alternatywą dla zagospodarowania powierzchni rolniczej – podstawowego czynnika produkcji w rolnictwie. Potwierdza to rozwój wykorzystania technologii OZE w gospodarstwach rolnych w innych krajach. W szczególności dotyczy to krajów rozwiniętych, które są zaawansowane w rozwoju nowoczesnych technologii.

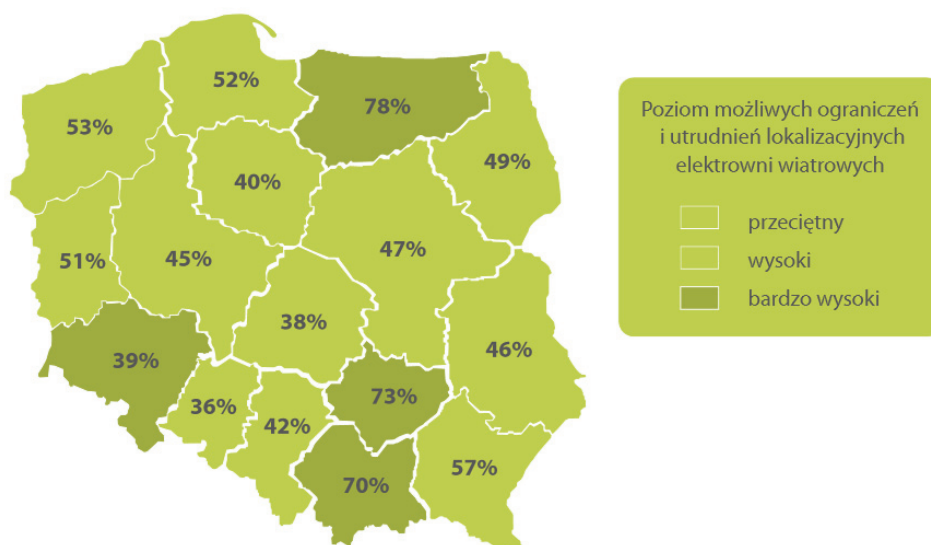
Energia wiatrowa

Obok energetycznego wykorzystania biomasy najszybciej rozwijającym się sektorem OZE jest energetyka wiatrowa. Do roku 2012 najpowszechniejsze były siłownie wiatrowe dużej mocy, powyżej 1 MW, grupowane w farmy wiatrowe. Wg KPD rola energetyki wiatrowej w technologiach OZE będzie znacząca, przy czym dotychczasowy rozwój lądowych farm wiatrowych zostanie uzupełniony rozwojem morskiej energetyki wiatrowej oraz małej energetyki wiatrowej. Z punktu widzenia rolnictwa, szczególnie instalacje małej energetyki wiatrowej mogą być rozwiązaniem interesującym i przynoszącym gospodarstwom dodatkowe przychody. Dla przypadku instalacji większej mocy bariera wejścia związana z finansowaniem inwestycji i koniecznością przeprowadzania kosztownych specjalistycznych badań i procedur administracyjnych powoduje/spowodował, że najaktywniejsze były wyspecjalizowane firmy, a udział gospodarstw rolnych związany był z dzierżawą gruntów. W przypadku małych elektrowni wiatrowych nakłady inwestycyjne są niższe i przeprowadzenie inwestycji, przy założeniu sprzyjających regulacji prawnych, jest prostsze. Pomimo niższej wydajności instalacje małej mocy, wg założeń KPD, będą dynamicznie

⁹⁶ Ibidem.

rozwijane⁹⁷. Jak podaje Instytut Energetyki Odnawialnej⁹⁸, można stwierdzić, że ok. 4% terenów użytków rolnych w Polsce z punktu widzenia technicznego może być wykorzystane na potrzeby energetyki wiatrowej. Do dalszych oszacowań przyjęto (wg EWEA), że zapotrzebowanie na przestrzeń we współczesnej energetyce wiatrowej wynosi 10 ha na 1 MW mocy zainstalowanej. Wskaźniki te obowiązują dla lądowych farm wiatrowych.

Rysunek 6. Udział obszarów, na których lokalizacja elektrowni wiatrowych na powierzchni gruntów rolnych województwa może być ograniczona



Źródło: *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 2011.*

Autorzy raportu stwierdzają, że istotnym ograniczeniem przestrzennym dla rozwoju energetyki wiatrowej, a w szczególności lądowych farm wiatro-

⁹⁷ Jak już wspomniano we wstępie, punktem zwrotnym dla rozwoju małych technologii OZE będzie wprowadzenie taryf gwarantowanych i ustalenie większego priorytetu dla mikroinstalacji.

⁹⁸ *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 2011.*

wych, jest występowanie i powiększanie się obszarów chronionych, w tym terenów należących do sieci NATURA 2000, wraz z ich otulinami. Z tego względu tylko dla połowy powierzchni użytków rolnych, potencjalnie przydatnych dla energetyki wiatrowej mogą być realizowane tego typu inwestycje. Wskaźnik ten jest bardzo zmienny w regionach i waha się od 36 do nawet 78%.

Najwięcej ograniczeń występuje w północnej i południowej części kraju, co wynika z jednej strony z pokrywania się obszarów o wysokiej prędkości wiatru z obszarami podlegającymi ochronie (małopolskie, warmińsko-mazurskie, świętokrzyskie), z drugiej zaś z rozdrobnienia gospodarstw rolnych i trudności w mikrolokalizacji turbin, związanych z rozproszoną zabudową siedliskową (np. podkarpackie).

W odniesieniu do obszarów wiejskich dostrzegany jest ich znaczący potencjał i rola związana z energetyką prosumencką. W praktyce wiąże się to ze znaczącymi zmianami w kierunku tworzenia nowego modelu energetyki, co z kolei wymaga przeprowadzenia szeregu trudnych regulacji prawnych.

Energia słoneczna – ciepła

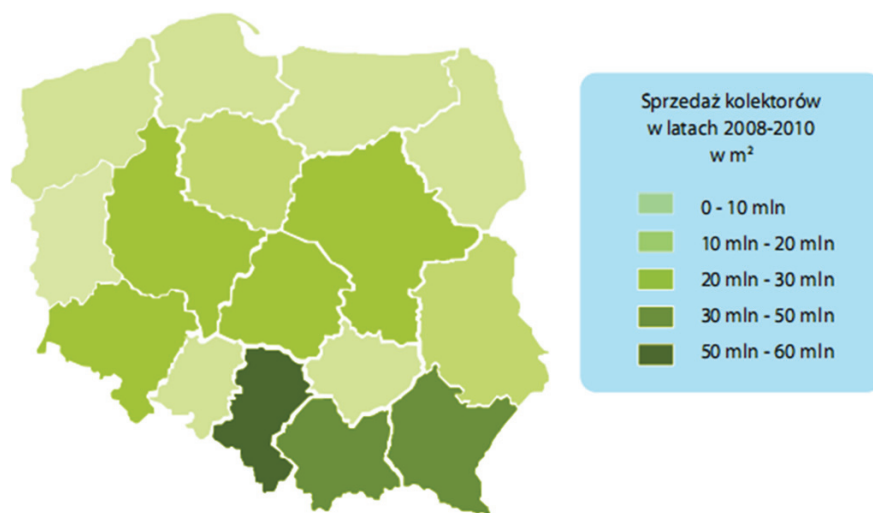
Ogromne zasoby promieniowania słonecznego stanowią dostępne dla każdego źródło ciepła. Problem techniczny dotyczy efektywności pozyskania tej energii i jej przetworzenia na ciepło użytkowe oraz jej magazynowanie. W przypadku ciepła podstawowy problem wynika z rozbieżności w profilach zapotrzebowania na ciepło i podaży energii słonecznej. Dla najpopularniejszego przypadku wykorzystania kolektorów słonecznych do podgrzewania wody użytkowej wyzwaniem jest magazynowanie energii w ciągu dnia i wykorzystanie wtedy, gdy jest ona potrzebna. Obecne rozwiązania techniczne (stosowanie odpowiednio dobranych zbiorników buforowych) realizują te funkcje. Należy również pamiętać, że kolektory słoneczne muszą być uzupełnione innym źródłem ciepłej wody użytkowej, którego udział rośnie szczególnie w ciągu zimy.

Zmiany nasłonecznienia w ciągu roku są szczególnie widoczne w kontekście wykorzystania zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń. Wprawdzie kolektory słoneczne mogą pozyskiwać ciepło w miesiącach zimowych, ale są to ilości niewystarczające.

Rynek kolektorów słonecznych rozwija się w Polsce bardzo dynamicznie. Wdrożony przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

program dopłat w skuteczny sposób pobudził w Polsce rynek odbiorców indywidualnych.

Rysunek 7. Sprzedaż kolektorów słonecznych w Polsce w latach 2008-2010 w podziale na województwa



Źródło: Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020, Instytut Energetyki Odnawialnej Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 2011.

W związku z rosnącym zapotrzebowaniem, dynamicznie rozwija się krajowa produkcja kolektorów i systemów słonecznych. Ten nowy rynek obejmuje część branży grzewczej i instalacyjnej, do którego, oprócz producentów, weszły firmy handlowe i instalacyjne.

W kontekście rolnictwa obecne możliwości wykorzystania kolektorów słonecznych leżą przede wszystkim w ich zastosowaniu do podgrzewania wody użytkowej. Atutem w tym przypadku są większe zazwyczaj możliwości korzystnej lokalizacji kolektorów. Potencjał tkwi również w działalności rolniczej, która wymaga zwiększonych ilości ciepła, np. do suszenia⁹⁹, podgrzewania

⁹⁹ W przypadku suszenia rozwiązania techniczne są konstruowane w taki sposób, by zapewnić jak największe pozyskanie ciepła niskim kosztem. Mniejsze znaczenie ma magazynowanie energii.

wody dla pracowników sezonowych¹⁰⁰ oraz w gospodarstwach agroturystycznych. Czynnikiem stymulującym, obok programów dofinansowujących zakup instalacji, są rosnące ceny innych paliw.

Energia słoneczna – PV

Podstawowym wyzwaniem dla wykorzystania energii słonecznej do generowania energii elektrycznej jest ekonomiczna efektywność instalacji fotowoltaicznych. Czynniki, które wpływają na efektywność tych rozwiązań to koszt zakupu (nakład inwestycyjny), wydajność instalacji oraz uwarunkowania geograficzne. W dokumentach PEP 2030 i KPD udział systemów fotowoltaicznych był nieznaczny w skali kraju (3 MW zainstalowanej mocy przewidywanej na rok 2020). Dzięki większemu – niż zakładano – spadkowi cen oraz systemom wsparcia, instalacje fotowoltaiczne stały się bardzo popularną technologią w krajach europejskich o zbliżonych warunkach geograficznych do tych, które są w Polsce. Warunkiem upowszechnienia technologii w kraju są daleko idące zmiany prawne, np. system taryf gwarantowanych. Według Instytutu Energetyki Odnawialnej (2011)¹⁰¹ można sądzić, że trwałe efekty w zakresie rozwoju fotowoltaiki może przynieść nowa ustawa dotycząca OZE, gdzie dla instalacji fotowoltaicznych proponowane są gwarantowane taryfy i relatywnie wysokie, na tle innych technologii OZE, współczynniki korekcyjne. Planowane są również ułatwienia związane z przyłączaniem instalacji do sieci energetycznej do pracy w trybie „on-grid”¹⁰².

Sektor rolny byłby w takim scenariuszu beneficjentem. Instalacje fotowoltaiczne wymagają dużych powierzchni (liczonych w hektarach na instalacje o mocy 1 MW i wyższych). W przypadku gospodarstw rolnych można zagospodarować nachylone dachy budynków gospodarczych o korzystnej ekspozycji (południowej). Wytworzona energia elektryczna może być zużywana na miejscu

¹⁰⁰ Pracownicy sezonowi na ogół są angażowani do prac polowych wykonywanych latem, gdy dociera najwięcej energii słonecznej.

¹⁰¹ *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wniosek dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020*, Instytut Energetyki Odnawialnej Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 2011.

¹⁰² Proponowane ułatwienia polegają m.in. na umożliwieniu, bez zbędnych procedur administracyjnych, podłączenia do sieci na poziomie równym maksymalnej mocy zamówionej.

oraz oddawana do sieci w części nadmiarowej lub całej. W tym pierwszym przypadku gospodarstwa są bardzo dobrym przykładem koncepcji prosumenta.

3.6. Problematyka efektywności produkcji energii z biomasy a zagadnienia logistyczne

Problematyka organizacji logistyki dostaw jest zagadnieniem praktycznym i inżynierskim. Stan obecny w Polsce cechuje się:

- wysokim udziałem współspalania jako dominującego sposobu wykorzystania biomasy oraz nadpodażą świadectw pochodzenia i w konsekwencji hamowaniem rozwoju innych OZE w Polsce;
- największym udziałem biomasy pochodzenia leśnego, przy systematycznie rosnącym udziale biomasy pochodzenia rolniczego¹⁰³;
- bilansowaniem podaży surowców do produkcji bioetanolu oraz przewidywanym deficytem krajowej produkcji rzepaku przeznaczanego do produkcji estrów;
- importem biomasy z zagranicy (do współspalania) oraz importem spoza Polski biopaliw i biokomponentów;
- planowaniem wprowadzenia systemu certyfikacji pochodzenia biomasy oraz dokumentacji kryteriów zrównoważonej produkcji.

Problematyka logistyki dostaw w warunkach polskich sprowadza się do optymalizacji już funkcjonujących łańcuchów. W przypadku zmiany paradygmatu systemu wsparcia OZE z preferencji produkcji scentralizowanej (współspalanie) na rzecz wspierania mikrogeneracji, organizacja łańcuchów dostaw będzie przebudowana. W takim przypadku łańcuchy dostaw ulegną skróceniu i uproszczeniu, ze względu na ograniczenia wolumenu biomasy transportowanej na duże odległości, włącznie z importem.

Na podstawie przeglądu literatury można wskazać najważniejsze problemy. Przy czym należy podkreślić, że w przypadku Polski, problemy te są już rozwiązane, o czym świadczy wysoki udział biomasy w OZE. Należy jednak zastanowić się, czy są to rozwiązania w pełni efektywne.

¹⁰³ Chodzi o wymagany rosnący udział „biomasy agro” w miejsce ograniczenia współspalania biomasy leśnej.

Wykorzystanie biomasy stałej w sektorze energetyki zawodowej było przedmiotem rozprawy doktorskiej „Uwarunkowania logistyczne wykorzystania biopaliw stałych do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych”¹⁰⁴. Autorka, w oparciu o m.in. przeprowadzone badania (wywiady otwarte) w sposób szczegółowy opisała problematykę spalania biomasy w elektrowni, czyli zagadnienia sezonowości podaży biomasy, jej transportu i magazynowania, kontraktacji i rozliczeń z dostawcami. Ponadto zaproponowała autorski model optymalizacji łańcucha dostaw.

Problem logistyki dostaw biomasy dla agorafinerii w raporcie Międzynarodowej Agencji Energii, IEA, naświetlony jest od strony barier przy przechodzeniu od biopaliw pierwszej generacji do biopaliw drugiej generacji. Autorzy wskazują, że *brak jest modelowych rozwiązań, w jaki efektywny kosztowo sposób dostarczyć surowiec do dużej wielkości zakładów produkcyjnych. Obecnie funkcjonujące systemy zbioru, magazynowania i transportu surowca dla skali umożliwiającej produkowanie dużych ilości biopaliwa są za mało wydajne. Brak doświadczeń funkcjonowania dużej skali biorafinerii wymagającej dostarczenia dużych ilości surowca stwarza problem potrzeby rozwoju kosztownej infrastruktury, gdy obecnie stosowane obiekty są niewystarczające. Gdy popyt na surowiec/biomasę będzie widoczny, zaczną rozwijać się infrastruktura, na dzień dzisiejszy można powiedzieć, że jest to problem „jajka i kury”. Wyprodukowanie i dostarczenie surowca wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych w całym łańcuchu zaopatrzenia, procesów konwersji i dystrybucji. Wiele doświadczeń może być przyjętych z przemysłu cukrowego*¹⁰⁵.

Według raportu projektu RENEW¹⁰⁶, *koszty logistyki surowca zależą od odległości transportowych, infrastruktury drogowej i ładowności ciężarówek. Zatem duży wpływ na koszty ma potencjalne zagęszczenie biomasy obejmujące plony surowca na hektar gruntów, zagęszczenie obszarów produkcji. Na obszarach o obiecującym potencjalne produkcji surowca koszty logistyki szacowane są na poziomie 1-2 Eur/GJ.*

Opracowanie modeli produkcji i zagospodarowania biomasy dla rolnictwa są wyzwaniem interdyscyplinarnym i wymagającym współpracy specjalistów

¹⁰⁴ Duda-Kękuś A., *Uwarunkowania logistyczne wykorzystania biopaliw stałych do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych*, Rozprawa doktorska, Kraków 2011.

¹⁰⁵ Por. IEA-Bioenergy, *Technology Roadmap. Biofuels for Transport*, 2011.

¹⁰⁶ *Biomass provision costs*, Final report, RENEW, raport D.5.3.6. 2007.

z zakresu agrotechniki, ekonomiki rolnictwa, planowania przestrzennego i technologii energetycznych. Na podstawie studiów literatury można jedynie nakreślić zarysy w oparciu o ogólne założenia odniesione do aktualnej sytuacji formalno-prawnej w Polsce. Przy opracowaniu modeli produkcji i zagospodarowania biomasy w sektorze rolnym warto wziąć pod uwagę wielkość produkcji i system wsparcia. Modelowa wielkość produkcji będzie wynikać bardziej z systemu wsparcia, niż z mechanizmu obniżania kosztów ze względu na efekt skali. Jak wspomniano, biomasa ma relatywnie niską gęstość energetyczną i w rezultacie wysokie jednostkowe koszty logistyki, co sprawia, że odległości transportowe, czyli dostępność biomasy w otoczeniu przedsiębiorstwa, mogą być podstawowym kryterium wyznaczania wielkości produkcji. Innymi słowy, lokalizacja obiektu na terenie zasobnym (produktywnym) w biomasę umożliwi zwiększenie wielkości produkcji.

W rezultacie należy rozważać systemy produkcji: scentralizowanej wymagającej dużych ilości biomasy i zdecentralizowanej, która bazuje na zasobach lokalnych. Ten drugi system, połączony ze wsparciem dla produkcji energii elektrycznej, może uczynić z gospodarstw rolnych nie tylko dostawców biomasy, ale również aktywnych uczestników rynku energii. Jest to niewątpliwie szansa dla gospodarstw rolnych, która jest zgodna i wpisuje się w koncepcję zrównoważonego rozwoju i rolnictwa wielofunkcyjnego.

3.7. Mechanizmy wsparcia i zagrożenia dla rozwoju produkcji biomasy pochodzenia rolniczego w aspekcie rynku świadectwami pochodzenia

Obecnie obowiązujący w Polsce mechanizm wspierania wywarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, tzw. „zielone certyfikaty”, *polega na obowiązkowym zakupie wytworzonej energii elektrycznej przez sprzedawcę z urzędu (z wyłączeniem zakupu energii elektrycznej wytworzonej z biogazu rolniczego) oraz wydawaniu przez Prezesa URE świadectw pochodzenia (OZE), które mogą być przedmiotem obrotu na Towarowej Gieldzie Energii SA.*

Mechanizm wsparcia przedsiębiorstw wytwarzających energię elektryczną z wysokosprawnej kogeneracji (CHP) polega na obowiązkowym odbiorze, przesyłce lub dystrybucji energii elektrycznej wytworzonej przez operatora systemu dystrybucyjnego, z zachowaniem niezawodności i bezpieczeństwa KSE oraz wydawaniu

przez Prezesa URE świadectw pochodzenia OZE oraz świadectw pochodzenia z kogeneracji CHP, które mogą być przedmiotem obrotu na TGE SA¹⁰⁷.

Podstawowym rodzajem certyfikatów są tzw. świadectwa pochodzenia energii elektrycznej wyprodukowanej w OZE, czyli zielone certyfikaty. Wartość zielonego certyfikatu koresponduje z wartością opłaty zastępczej ustalonej przez prezesa URE, co roku najpóźniej do dnia 31 marca. Podstawą do wyznaczenia wartości opłaty zastępczej jest kwota 240 zł/MWh. W 2010 roku wartość opłaty zastępczej odpowiadającej zielonemu świadectwu wynosiła 267,95 zł/MWh i została wyznaczona na podstawie wartości podstawowej aktualizowanej adekwatnie do wzrostu wskaźnika inflacji¹⁰⁸. System świadectw pochodzenia premiuje dodatkowo wytwórców energii wytworzonej w kogeneracji, którym przysługują dodatkowo żółte, czerwone lub fioletowe certyfikaty.

Żółtymi certyfikatami mogą być wynagradzani operatorzy jednostek kogeneracji o łącznej mocy nie przekraczającej 1 MWe. Wartość opłaty zastępczej odpowiadającej żółtemu certyfikatowi musi mieścić się w przedziale 15-110% średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej z roku poprzedzającego ustalenie jego wartości¹⁰⁹. Certyfikaty czerwone mogą otrzymywać wytwórcy energii w skojarzeniu w biogazowniach o mocy zainstalowanej przekraczającej 1 MW. Jednostkowa opłata zastępcza odpowiadająca czerwonemu certyfikatowi musi ustawowo mieścić się w przedziale 15-40% średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej. Fioletowe certyfikaty przyznawane są wytwórcom energii w jednostkach kogeneracyjnych opalanych metanem, pozyskiwanym w kopalniach lub biogazem. Cena opłaty zastępczej odpowiadającej certyfikatowi fioletowemu musi mieścić się w przedziale 30-120%.

¹⁰⁷ Por. *Sprawozdanie z działalności Prezesa URE w 2010*, Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, 2 (76), URE, 2011 s. 53-54.

¹⁰⁸ <http://gramwzielone.pl>.

¹⁰⁹ W 2010 roku cena opłaty zastępczej dla kogeneracji w jednostkach o mocy poniżej 1 MWe wynosiła 128,8 zł/MWh.

Tabela 10. Średnioważone wolumenem ceny praw majątkowych w latach 2005-2010

Rok	Instrument PMOZE*, PLN/MWh	Instrument PMOZE_A**, PLN/MWh
2005	175,00	instrument nienotowany
2006	221,26	instrument nienotowany
2007	239,17	instrument nienotowany
2008	240,79	instrument nienotowany
2009	247,28	267,10
2010	255,51	274,49

* Instrument PMOZE – dla praw majątkowych wynikający ze świadectw pochodzenia, będących potwierdzeniem wytworzenia energii elektrycznej w OZE w okresie do 28 lutego 2009

** Instrument PMOZE_A – dla praw majątkowych wynikający ze świadectw pochodzenia, będących potwierdzeniem wytworzenia energii elektrycznej w OZE w okresie od 1 marca 2009 r. Umorzenie praw majątkowych w instrumencie PMOZE_A umożliwia zwrot podatku akcyzowego w wysokości 20,00 PLN/MWh

Źródło: Opracowano na podstawie: Ministerstwo Gospodarki, 2011, za TGE S.A.

Dodatkowymi zachętami dla rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii są:

- obniżenie o 50% rzeczywistych kosztów przyłączenia do sieci dla OZE do 5 MW,
- obowiązek zapewnienia przez operatora systemu elektroenergetycznego pierwszeństwa w świadczeniu usług przesyłania energii elektrycznej z OZE,
- zwolnienie przedsiębiorstw energetycznych wytwarzających energię elektryczną w oparciu o odnawialne źródła energii o mocy poniżej 5 MW z opłat za udzielenie koncesji oraz opłat związanych z uzyskaniem i rejestracją świadectw pochodzenia potwierdzających wytworzenie energii elektrycznej w OZE,
- zwolnienie od podatku akcyzowego energii wytworzonej w OZE.

W celu zobrazowania kosztów wynikających z funkcjonującego systemu wsparcia w tabeli 10 przedstawiono średnioważone wolumenem ceny praw majątkowych (za 1 MWh) w latach 2005-2010. Ceny zostały wyliczone z transakcji sesyjnych na Rynku Praw Majątkowych Towarowej Giełdy Energii S.A. (TGE S.A.).

Tabela 11. przedstawia wielkość opłaty zastępczej.

Tabela 11. Wielkość opłaty zastępczej w latach 2006-2010

Wyszczególnienie	2006	2007	2008	2009	2010
Wielkość opłaty zastępczej w PLN	1 958 654	88 990 383	286 267 290	470 333 755	441 063 448

Źródło: Na podstawie opracowań Ministerstwa Gospodarki, 2011, s. 19 za NFOŚiGW.

Tabela 12. Wartości opłaty zastępczej dla poszczególnych certyfikatów

Rok	Certyfikat zielony		Certyfikat żółty		Certyfikat czerwony		Certyfikat fioletowy	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
2008	7,0	248,46	2,7	117,00	19,0	17,96	x	x
2009	8,7	258,89	2,9	128,80	20,6	19,32	x	x
2010	10,4	267,95	3,1	128,80	21,3	23,32	x	x
2011	10,4	274,92	3,3	127,15	22,2	29,58	0,4	59,16
2012	10,4		3,5	128,80	23,2	29,30	0,6	60,00

(1) zakres obowiązku, %; (2) wartość opłaty zastępczej, zł/MWh

Źródło: Informacje zebrane i opublikowane przez firmę doradczą P4B, <http://www.p4b.com.pl/j/>.

Sektor energii odnawialnej wspierany jest też na poziomie dofinansowania inwestycji w energetyce między innymi poprzez wspieranie finansowe nowych instalacji ze środków unijnych (np. Program Infrastruktura i Środowisko) i krajowych (np. Program dopłat do kolektorów słonecznych NFOŚiGW).

Rynek biopaliw rozwija się w Polsce dzięki nałożonym na przedsiębiorstwa paliwowe obowiązkowym celom realizacji NCW z towarzyszącymi mechanizmami wsparcia. Obowiązki wynikają z podpisanych zobowiązań pakietu energetyczno-klimatycznego, dla Polski udział biopaliw, w tym biokomponentów, w bilansie paliwowym ma wynieść 10% w roku 2020. Wg wyznaczonych Narodowych Celów Wskaźnikowych, NCW¹¹⁰, udział biokomponentów w paliwach płynnych ma systematycznie wzrastać do 8% w 2015 roku i wspomnianych wyżej 10% w roku 2020.

Biomasa produkowana przez sektor rolny podlega zjawisku nadpodaży świadectw pochodzenia. Wielkoskalowe instalacje energetyki zawodowej współpalające biomasę są klientem generującym duże – punktowe zapotrzebo-

¹¹⁰ NCW, przyjęty na mocy Rozporządzenia z dnia 15 czerwca 2007 w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2008-2013, wynosi 3,48% dla roku 2008, dla roku 2013 – 7,10%. NCW wyznaczany jest na kolejne lata.

wanie na biomasę pochodzenia rolniczego. W obowiązującym kształcie systemu wsparcia, w którym następuje obrót świadectwami pochodzenia niesie to zagrożenia dla tych elektrowni. W ekspertyzie Instytutu Energetyki Odnawialnej, przygotowanej na zamówienie Ministerstwa Gospodarki, stwierdzono już w 2011 r., że z uwagi na rodzaj technologii OZE, większość skutków negatywnych związanych ze świadectwami dotyczyło będzie sektora energetyki wiatrowej i biogazu rolniczego. Obie te technologie, łącznie z nowymi instalacjami kogeneracyjnymi na biomasę, przy obecnym poziomie kosztów wytwarzania energii (z uwzględnieniem w szczególności kosztów bankowych) nie przetrwają na rynku bez dodatkowego wsparcia takiego jak np. świadectwa pochodzenia. Przy czym zasadna jest korekta ich definicji i znacznie bardziej przewidywalna wartość niż wynika to z mechanizmów obecnego rynku. Czynnikiem ryzyka jest tu także, zwłaszcza w przypadku energetyki wiatrowej, fakt, że inwestycje te obciążone są koniecznością spłaty kredytów zaciągniętych w bankach komercyjnych przy założeniu przychodów z dwóch źródeł – sprzedaży energii oraz świadectw pochodzenia. Zachwianie rynku OZE spowodowane brakiem możliwości zbycia świadectw pochodzenia lub spadkiem ich ceny do trudnego do oszacowania poziomu mogłoby doprowadzić do załamania sektora i powiększania się tym samym nieściągalnych kredytów. W konsekwencji instytucje finansujące mogą uznać energetykę odnawialną za sektor o wysokim ryzyku, i w efekcie wystąpiłby brak kapitału niezbędnego do realizacji inwestycji.

Autorzy ekspertyzy¹¹¹ rekomendują m.in. wprowadzenie w Ustawie o odnawialnych źródłach energii oraz przepisach wykonawczych współczynników korekcyjnych wiążących ilość wydawanych świadectw pochodzenia z ilością wyprodukowanej energii, w tym uwzględniające uzasadnione koszty produkcji energii z OZE. Zasadne jest wprowadzenie ograniczeń wsparcia dla współspalania, w postaci wprowadzenia współczynnika korekcyjnego w wysokości nie większej niż 20%, co odpowiada przeciętnym kosztom produkcji energii w tej technologii. Ponadto zaleca się wyłączenie małych źródeł energii odnawialnej (poniżej 5 MW) z systemu świadectw pochodzenia i objęcie ich mechanizmem stałych cen (z możliwością korekt uwzględniających stan rozwoju danej techno-

¹¹¹ Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., Arcipowska A., *O niezrównoważonym wykorzystaniu odnawialnych zasobów energii w Polsce i patologii w systemie wsparcia OZE. Propozycje zmian w podejściu do promocji OZE i kierunków wykorzystania biomasy*, Ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki, 2011.

logii) na okres 15 lat. Przytoczne rekomendacje znalazły odzwierciedlenie w procedowanym projekcie Ustawy o odnawialnych źródłach energii.

Reasumując powyższe rozważania, należy podkreślić istotność procesu konwersji jako elementu technologii energetycznego przetwarzania biomasy do produkcji ciepła i energii elektrycznej. W spalaniu biomasy wykorzystywane są procesy wstępnego zgazowania i ma to miejsce zarówno w kotłach małej mocy, stosowanych w domowych instalacjach grzewczych, jak i w instalacjach energetyki zawodowej. Procesy konwersji fizykochemicznej w produkcji estrów i procesy biologiczne w produkcji bioetanolu mają natomiast zastosowanie w skali przemysłowej. W zakresie arealu przestrzeni rolniczej do zagospodarowania na produkcję biomasy liczne publikacje zawierają rozbieżne opinie. Świadczy to o złożoności zagadnienia i konieczności wypracowania rozwiązania we wdrażanych systemach związanych z jakością, pochodzeniem biomasy i efektem środowiskowym (kryteria zrównoważonej produkcji). Nie jest jednak możliwe istotne zwiększenie udziału rolnictwa w produkcji energii bez wpływu na rynek żywności. Grunty rolne powinny być zatem zagospodarowane w sposób zapewniający maksymalnie wysoki uzysk energetyczny, w odniesieniu do powierzchni. Stawia to w szczególności korzystnym światło technologii OZE, które nie zależą od warunków agroklimatycznych, czyli wykorzystujące zasoby wiatru i słońca. Możliwości wykorzystania kolektorów słonecznych w rolnictwie i na obszarach wiejskich postrzegane są głównie przez pryzmat zastosowania do podgrzewania wody użytkowej, szczególnie w działalności, która wymaga zwiększonego ciepła, np. do suszenia oraz w gospodarstwach agroturystycznych. W przypadku rozwoju prosumenckiego modelu energetyki sektor rolny (gospodarstwa) stałby się aktywnym uczestnikiem produkującym energię elektryczną w rozproszonych mikroinstalacjach fotowoltaicznych i wiatrowych. Rozwiązania logistyczne dostaw funkcjonują dla obecnego modelu wsparcia OZE, czyli dominacji scentralizowanego wykorzystania biomasy. Zmiana akcentów wsparcia technologii OZE na rzecz mikrogeneracji wymusi zmianę istniejących rozwiązań, które powinny ulec uproszczeniu. Potwierdzeniem konieczności zmian są zagrożenia wynikające z dominacji jednej technologii i nadpodaży świadectw pochodzenia, co świadczy o wysokim prawdopodobieństwie większego wsparcia dla mikroinstalacji.

Podsumowanie i wnioski

Kompleksowa ocena zrównowazenia rolnictwa obejmuje szereg elementów w sferze ekonomicznej, ekologicznej i społecznej. Zakres tej oceny ma charakter dynamiczny i uzależniony jest między innymi od funkcji przypisanych gospodarstwom rolniczym i całemu sektorowi rolnemu. Nowe wyzwania dla rolnictwa nie mogą jednak podważać jego głównego zadania, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego. Kluczowym parametrem zrównowazenia rolnictwa jest więc poziom produktywności w zakresie surowców żywnościowych postrzegany z perspektywy długookresowej. Utrzymanie zdolności produkcyjnych dla przyszłych pokoleń połączone z pozytywnym wpływem na stan środowiska naturalnego odzwierciedla tutaj stopień zrównowazenia gospodarstwa rolnego w sferze ekologicznej. Zrównowazenie ekonomiczne odpowiada z kolei efektywności wykorzystania zasobów rolniczych w zakresie odpowiedniej wielkości produkcji rolniczej i satysfakcjonujących dochodów producentów rolnych. Podobnie zrównowazenie społeczne odnosi się do efektywności wykorzystania zasobów wiejskich, w tym zwłaszcza pracy, co ma kluczowe znaczenie dla społeczności lokalnych i równowagi społecznej.

Zróżnicowanie gospodarstw rolnych należy traktować jako jeden z elementów zrównowazenia rolnictwa. Gospodarstwa charakteryzujące się różnym poziomem zasobów i potencjałem wytwórczym dążąc do optymalnej organizacji produkcji mogą efektywnie wypełniać często kolidujące ze sobą zadania stawiane rolnictwu. Ocena całkowitej produktywności różnych form gospodarstw rolnych odpowiada więc optymalnemu, z punktu widzenia społeczeństwa, rozdysonowaniu zasobów do poszczególnych kierunków produkcji.

Szeroko pojęty rozwój zrównoważony obejmuje zagadnienie bezpieczeństwa dostaw energii i odnawialny charakter jej źródeł. Wyzwanie zrównowazenia sektora energetycznego oraz wysoki potencjał rolnictwa w zakresie produkcji odnawialnych źródeł energii spowodował włączenie bezpieczeństwa energetycznego do puli zadań przypisanych rolnictwu. Synergiczny charakter tej współpracy doprowadził do dynamicznego rozwoju produkcji biomasy na cele energetyczne, przy czym kompleksowa ocena produktywności i efektywności tej działalności nie jest jednoznaczna.

Przytoczone w opracowaniu wyniki badań interakcji między produkcją rolniczą na cele żywnościowe i na cele energetyczne wskazują na ograniczone możliwości zaangażowania zasobów rolniczych do poprawy bezpieczeństwa

energetycznego, zwłaszcza w skali globalnej. Dynamiczny rozwój produkcji biopaliw w oparciu o rośliny tradycyjnie wykorzystywane do produkcji żywności wpływa na silny wzrost cen surowców do produkcji żywności. Efektywność produkcji pierwszej generacji biopaliw była uwarunkowana trwałym i wyraźnym wzrostem plonowania kukurydzy i wysokimi cenami paliw kopalnianych.

Szybszy wzrost sektora biopaliw od (wygasającej) dynamiki plonowania roślin wykorzystywanych do produkcji energii doprowadził do gwałtownego wzrostu cen żywności. Oczekiwany wzrost popytu na surowce do produkcji żywności dodatkowo potęguje nieefektywność produkcji biopaliw pierwszej generacji. Większe możliwości zrównoważenia związane są z roślinami dedykowanymi do produkcji biomasy na cele energetyczne z wykorzystaniem gleb marginalnych.

W warunkach polskiej gospodarki żywnościowej i uwarunkowań produkcji rolniczej zrównoważenie w sferze ekologicznej ma zasadniczy wpływ na ograniczanie energetycznych kierunków produkcji. Przytoczne w opracowaniu wyniki badań wskazują, że uprawa roślin energetycznych korzystnie wpływa na proces sekwestracji węgla w glebie, lecz ten korzystny efekt jest uzależniony od warunków klimatycznych, składu granulometrycznego gleby oraz początkowej zawartości próchnicy w glebie. Podobnie uprawy roślin energetycznych charakteryzują się wysokimi wymaganiami wody, co ogranicza ich stosowanie do obszarów charakteryzujących się silnie dodatnim klimatycznym bilansem wody. O ile rośliny energetyczne pozytywnie wpływają na bioróżnorodność, to z uwagi na ich właściwości fizyczne i wielkoobszarowy charakter uprawy mają negatywny wpływ na wartość krajobrazu obszarów wiejskich. Bezspornie korzystny wpływ roślin energetycznych powiązany jest z zagospodarowaniem ugorów i odłogów, co zapobiega utracie zasobów ziemi z rolnictwa. Przytoczone ograniczenia w sferze ekologicznej jednoznacznie wskazują, że w warunkach Polskich relatywnie niewielka powierzchnia gruntów może zostać wykorzystana do produkcji biomasy na cele energetyczne.

Wśród cech gospodarstw rolnych predysponowanych do produkcji roślin energetycznych wskazuje się gospodarstwa wielokierunkowe. W tej grupie gospodarstw uprawy te są najbardziej konkurencyjne do tradycyjnych kierunków produkcji. Z uwagi na wyższe nakłady pracy przy produkcji roślin energetycznych jest ona wskazana w gospodarstwach dysponujących nadwyżkami siły roboczej. W tychże gospodarstwach należy spodziewać się szczególnie silnego wzrostu produktywności czynników produkcji.

Obecne uwarunkowania rynkowe, zwłaszcza takie jak ceny nośników energii oraz koszty produkcji biomasy na cele energetyczne, skutkują brakiem zrównoważenia tego kierunku produkcji w sferze ekonomicznej. Przytaczane w opracowaniu wyliczenia premii za ryzyko są w istocie miarą braku efektywności ekonomicznej tego kierunku produkcji. W skrajnym przypadku wymuszony regulacjami lub stymulowany dopłatami wzrost popytu na biopaliwa doprowadzi do silnego wzrostu cen głównie rzepaku i pszenicy. Paradoksalnie można się spodziewać, że doprowadzi to do wzrostu konkurencyjności produkcji na cele żywnościowe i potrzeby zwiększenia wsparcia dla produkcji na cele energetyczne. Swoisty wzrost konkurencyjności o przestrzeń rolniczą doprowadzi więc do wzrostu z jednej strony cen żywności, a z drugiej – wsparcia dla produkcji na cele energetyczne. Przeczy to podstawowym celom stawianym zrównoważonemu rolnictwu. Niezaprzeczalnie wysokie ryzyko związane z wieloletnim charakterem upraw na cele energetyczne w obliczu fluktuacji cen na rynku nośników energii jest dodatkowym czynnikiem osłabiającym zrównoważenie tego rodzaju inwestycji.

Brak zrównoważenia produkcji rolniczej na cele energetyczne powoduje, że rozwój tego kierunku jest głównie uzależniony od decyzji politycznych i rozwoju technologicznego. Początkowo rozwój kierunków produkcji rolniczej na cele energetyczne traktowany był jako integralna część rolnictwa, gdyż przyczyniał się do aktywizacji rolnictwa i obszarów wiejskich. Optymistyczne założenia co do możliwości pogodzenia tych dwóch kierunków produkcji sprzyjało wyznaczaniu ambitnych celów pokrycia zapotrzebowania na energię z rolnictwa. Dynamiczny rozwój sektora biopaliw ujawnił jego negatywny wpływ na rynek żywności i wątpliwości związane z pozytywnym wpływem na sferę ekologiczną i społeczną. Wymusiło to konieczność weryfikacji strategii wspierania energetycznego kierunku produkcji w rolnictwie, w szczególności konieczność kompleksowej oceny jej wpływu na sferę ekologiczną i ekonomiczną inwestycji. Brak uzasadnienia dla dalszego wspierania produkcji biopaliw pierwszej generacji otworzył drogę do rozwoju drugiej generacji biopaliw. Z uwagi jednak na poczynione inwestycje w sektorze zaproponowane początkowo drastyczne rozwiązania promujące transformację technologiczną w sektorze biopaliw zostały częściowo złagodzone. Krajowe regulacje w sektorze biopaliw odzwierciedlają kierunki polityki unijnej w tym zakresie. W ocenie produktywności energetycznego kierunku produkcji wskazano na jego korzystne oddziaływanie na obszary wiejskie poprzez tworzenie nowych miejsc pracy i nowych rynków

zbytu produktów rolnictwa. Najnowsze rozwiązania stwarzają szanse dla rozwoju rozproszonych systemów energetycznych oraz kierunku prosumenckiego. Gospodarstwa rolne charakteryzujące się wysokim zapotrzebowaniem na energię, jak specjalizujące się w produkcji warzyw, są optymalną grupą docelową tego typu projektów.

Promowanie wykorzystania na cele energetyczne odpadów z produkcji rolniczej, przemysłu spożywczego czy gospodarki komunalnej nie stanowią konkurencji dla produkcji żywności i odpowiadają technologiom stosowanym w energetyce rozproszonej. Szeroka gama sprawdzonych procesów konwersji biomasy na różne formy energii sprzyja procesowi decentralizacji sektora. Podobnie przyjęcie zróżnicowania mechanizmów wsparcia produkcji energii odnawialnej pozwoli na optymalizację wykorzystania zasobów gospodarstw rolnych do produkcji energii, w tym w oparciu technologie bezpośrednio wykorzystujące energię słoneczną czy też wiatrową. Niemniej należy sądzić, że relatywnie niewielka grupa gospodarstw rolnych zaangażuje się w produkcję energii w obliczu rosnącego popytu na surowce żywnościowe.

Aneks 1. Charakterystyka biomasy pochodzenia rolnego, z przetwórstwa rolno-spożywczego oraz biomasy odpadowej z przemysłu

A1.1. Biomasa z rolnictwa

Biomasa z rolnictwa oznacza rośliny uprawiane obecnie na cele pozarolnicze, np. do produkcji zboża, do produkcji bioetanolu, lub rzepak do produkcji estrów. Coraz większe znaczenie zyskują nowe gatunki roślin uprawianych na potrzeby energetyczne, których podstawowym atutem jest jak najwyższy roczny przyrost masy. Gatunki są dobierane do warunków agroklimatycznych.

Zapewnienie pokrycia potrzeb żywnościowych jest podstawowym zadaniem sektora rolnego. Dlatego na cele energetyczne przeznaczane będą w pierwszej kolejności produkty uboczne i pozostałości z rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego oraz nadwyżki produktów rolnych, które nie będą potrzebne na rynku żywności. Dane za 2009 r. wskazują, że w Polsce produkcja roślin energetycznych kształtuje się na poziomie około 500 tys. ha, co stanowi 3,2% ogółu użytków rolnych. Największy udział w tej produkcji mają rośliny oleiste przeznaczone do produkcji biopaliw (ok. 310 tys. ha). Kukurydza i zboża zajmują powierzchnię 56 738 ha. Zboża zajmują powierzchnię ok. 150 tys. ha, natomiast plantacje trwale zajmują powierzchnię ok. 5 tys. ha.

Powierzchnia upraw roślin energetycznych, do których w 2008 r. udzielono wsparcia w ramach dopłat, kształtowała się na poziomie 44 791 ha, co stanowiło 0,28% ogółu użytków rolnych. W roku 2009 powierzchnia ta zmniejszyła się do poziomu 16 122 ha. Największy udział w tej produkcji miały rośliny oleiste (rzepak) – 15 302 ha. Kukurydza i zboża zajęły w tym okresie powierzchnię 459 ha. Natomiast plantacje trwale, trawy, rośliny okopowe i inne uprawy – powierzchnię 459 ha.

Do oszacowania dostaw biomasy pochodzącej z rolnictwa w 2006 r. przyjęto następujące założenia:

- *na potrzeby przemysłu biopaliwowego przeznaczono ok. 453,3 tys. ton zbóż i ok. 378 tys. ton rzepaku,*
- *przyjęto średni plon z plantacji roślin wieloletnich na poziomie ok. 10 ton/ha,*

- założono, że słoma pozyskana na cele energetyczne stanowi 5% słomy ogółem w 2006 r.¹¹².

Kolejnym surowcem pochodzącym z rolnictwa, o dużym znaczeniu jest słoma, która bywa również zaliczana do surowców odpadowych z rolnictwa. W Polsce potencjał słomy jest duży, należy jednak pamiętać o tym, że jedynie część może być wykorzystana na cele energetyczne, oraz że jest to surowiec sprawiający trudności technologiczne (mniej korzystny skład chemiczny).

(...)W Polsce całkowita roczna produkcja słomy szacowana jest na 25-28 mln ton, z czego na cele energetyczne można przeznaczyć od około 4 do ponad 10 mln ton rocznie. Ilość ta uwzględnia zapotrzebowanie produkcji zwierzęcej na paszę i ściółkę oraz przeorywanie słomy celem utrzymania zrównoważonego bilansu substancji organicznej. Ilość słomy, jaka może być realnie pozyskana do celów energetycznych, zależy od wielu czynników, dlatego też do oceny potencjału energetycznego polskiego rolnictwa przyjęto, iż na te cele można pozyskać rocznie około 4-5 mln ton słomy rocznie. Słoma na cele energetyczne może być wykorzystana jako paliwo stałe lub substrat do wytwarzania biogazu. Z nadwyżek słomy, alternatywnie wykorzystanej energetycznie w procesie gazyfikacji można wytworzyć około 1,0-1,5 mld m³ biogazu (...)¹¹³.

A1.2. Odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego

Odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego to pozostałości z przetwórstwa surowców typowo rolnych przetwarzanych na żywność lub paszę. Część tych surowców znajdowała zagospodarowanie, np. wysłodki z produkcji cukru są wartościową paszą i wykorzystanie energetyczne może stanowić interesujące pod względem ekonomicznym rozwiązanie.

Wilgotne odpady z przemysłu rolno-spożywczego (tzw. odpady mokre) są często dobrym substratem podstawowym lub wspomagającym (tzw. kosubstratem) do produkcji biogazu. KPD wymienia następujące rodzaje odpadów¹¹⁴: surowce uboczne i odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego i rybołówstwa, odpady z przygotowania i przetwórstwa produktów spożywczych pochodzenia

¹¹² Por. *Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*, Ministerstwo Gospodarki, 2010.

¹¹³ Por. Op. cit.

zwierzęcego, odpady pochodzenia roślinnego, w tym odpady z owoców, warzyw i olejów jadalnych, odpady z przemysłu cukrowniczego, odpady z przemysłu mleczarskiego, odpady z przemysłu piekarniczego i cukierniczego, odpady z produkcji napojów alkoholowych i bezalkoholowych.

A1.3. Odpady przemysłowe i komunalne

Do kategorii odpadów przemysłowych zalicza się m.in. odpady z przemysłu drzewnego. Z odpadów komunalnych surowiec odnawialny stanowi biodegradowalna frakcja tych odpadów, która może być wykorzystywana np. do produkcji biogazu.

Drewno w postaci trocin, zrzynów i zrębków defibracyjnych, powstających w trakcie przerobu mechanicznego drewna okrągłego, jest równorzędnym zarówno w sensie jakościowym, jak i ilościowym, surowcem dla przemysłu płytowego i celulozowego, jak drewno pozyskiwane bezpośrednio w lesie. Według analiz Instytutu Technologii Drewna, potencjał techniczny drewna odpadowego z przemysłu drzewnego oraz innych źródeł szacować można na ok. 58,1 PJ (8,3 mln m³).

O ilości odpadów przemysłowych decyduje głównie skala produkcji poszczególnych przemysłów przerobu drewna oraz specyficzne uwarunkowania ich procesów technologicznych. Ocenia się, że w zakładach przemysłów przerobu drewna powstaje ok. 7,5 mln m³ drzewnych odpadów przemysłowych, co stanowi 27% całego pozyskania surowca drzewnego. Jest to znacząca baza surowcowa zarówno dla celów przemysłowych, jak i energetycznych.

Drzewne odpady przemysłowe są w Polsce od wielu lat wykorzystywane powszechnie w produkcji przemysłowej oraz jako nośniki energii. Omawiając problem ich zagospodarowania, należy podkreślić, że przemysły wyznaczające ich podaż generują jednocześnie zapotrzebowanie na te odpady. Jest ono zróżnicowane i dotyczy zarówno odpadów własnych, jak i powstających w innych branżach drzewnych. Przeznaczone mogą być na cele przemysłowe (produkcyjne) oraz energetyczne. Część drzewnych odpadów, powstających w przemysłach przerobu drewna, przeznaczona jest także na eksport (trociny, odpady kawalkowe w postaci zrębków) do wykorzystania w rolnictwie i ogrodnictwie (kora) oraz do przerobu przez drobnych wytwórców, np. galanterii drzewnej lub w innych przemysłach przetwórczych, np. garbarstwie.

Szacuje się, że w przemysłach przerobu drewna zagospodarowuje się ok. 6,4 mln m³, tj. 87% ogółu powstających drzewnych odpadów przemysłowych. W celach przemysłowych największe ilości odpadów drzewnych są wykorzystywane do produkcji płyt drewnopochodnych (płyt aglomerowanych – wiórowych i pilśniowych), a w celach energetycznych – przez przemysł tartaczny i meblarski. Drzewne odpady przemysłowe, wykorzystywane w produkcji grupy płyt aglomerowanych, stanowią 44% zużywanego surowca drzewnego ogółem. Na cele przemysłowe wykorzystywane są głównie odpady kawałkowe (85%), natomiast na cele energetyczne – trociny i wióry (15%) oraz kora (27%). Jest ona przeznaczana w znacznych ilościach również na inne cele, tj. na rolnictwo i ogrodnictwo.

Ważnym elementem odpadów drzewnych są odpady użytkowe. Istnieje wiele czynników dodatkowych, zmiennych i trudno wymiernych, które wpływają na ilość i jakość drzewnych odpadów użytkowych. Są to przede wszystkim: jakość gotowego wyrobu, warunki eksploatacji wyrobu, możliwość substytucji, poziom zamożności społeczeństwa, poziom kultury społecznej, wzorce konsumpcji i moda. Zgodnie z istniejącymi informacjami, ilość drewna użytkowego możliwa do odzyskania wśród użytkowników wyrobów i materiałów drzewnych (budownictwo, komunikacja, energetyka, telekomunikacja, rolnictwo, transport, handel, konsumenci bezpośredni) wyniosła w 2002 r. prawie 5 mln m³, tj. 2,8 mln ton. Największą pozycję w całkowitej masie drewna użytkowego, możliwej do odzysku, stanowiło drewno, pochodzące z budownictwa (prawie 60%) oraz powstałe wśród bezpośrednich konsumentów wyrobów drzewnych (25%). W bazie drewna użytkowego, powstającego w budownictwie, największy odsetek stanowiło drewno pochodzące z wyrobów drzewnych, służących do wyposażania wnętrz (46%), przy czym 53% odzysku w tej grupie to drewno z wyeksploatowanych okien i drzwi. Z potencjalnej masy drewna użytkowego, powstającego wśród konsumentów, 75% stanowią odpady pochodzące ze zużytych mebli. Drzewne wyroby gotowe, które zakończyły cykl życia, są znaczącym źródłem surowca wtórnego ¹¹⁵.

¹¹⁵ Por. Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki, 2010, s. 179-181.

Literatura

1. *Agricultural Projections to 2021, Long-term Projections Report OCE-2012-1*, (September 2012) United States Department of Agriculture February 2012.
2. *Analiza realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii w latach 2009-2010, z uwzględnieniem szerszej perspektywy czasowej*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011.
3. Ansolabehere S., Beer J., Dutch J., & Ellerman A. D., *The future of coal*, Massachusetts Institute of Technology, 2009.
4. *Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko Perspektywa 2020*, Strategia Ministerstwo Środowiska, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011.
5. Biała Księga Komisji Europejskiej *Energia dla Przyszłości – odnawialne źródła energii* przyjęta przez Parlament i Radę Europy w listopadzie 1997 r. (COM/97/599).
6. Biernat K., Gis W., Samson-Bręk I., *Zastosowanie metody oceny cyklu istnienia LCA do oszacowania wpływu na środowisko wytwarzania biopaliw transportowych na przykładzie paliwa biogazowego*, Combustion Engines, nr. 1/2012 (148), 2012.
7. *Bioenergy – a sustainable and reliable energy source, A review of status and prospects*, IEA-Bioenergy, 2009.
8. *Biomass provision costs. Final report*, RENEW, raport D.5.3.6. (2007).
9. Borys T., *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.
10. Bowyer C., Kretschmer B., *Anticipated Indirect Land Use Change Associated with Expanded Use of Biofuels and Bioliquids in the EU – An Analysis of the National Renewable Energy Action Plans*, IEEP, 2011.
11. Bukowski M., Śniegocki A., *Mix energetyczny 2050. Analiza scenariuszy dla Polski*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011.
12. Buks J., *Czynnik ziemi jako element zrównoważenia rolnictwa*, Roczniki Naukowe SERiA, t. XIV, z. 1, Białystok 2012.
13. COM(2005) 628 końcowy Komunikat Komisji *Plan działania w sprawie biomasy*. Bruksela z dnia 07.12.2005.
14. de Gorter H., *Biofuels and commodity markets*, Nitra 2012.

15. Dobrowolski J., Łepecki A., Łepecki Ł., *Propozycja organizacji systemu przetwórstwa biomasy rolniczej na terenie województwa lubelskiego*. Barometr Regionalny (3(25)), 2001.
16. Duda-Kękuś A., *Uwarunkowania logistyczne wykorzystania biopaliw stałych do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych*, Rozprawa doktorska, Kraków 2011.
17. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/77/WE z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.
18. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
19. *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r.*, GUS, Warszawa 2012.
20. *Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 r.*, GUS, Warszawa 2010.
21. *Ethanol transportation backgrounder – Expansion of U.S. corn-based ethanol from the agricultural transportation perspective*, United States Department of Agriculture, 2007.
22. Faber A., *Uprawa roślin energetycznych a wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce*, Studia i Raporty IUNG – PIB, z.11, Puławy 2008.
23. Faber A., *Przyrodnicze skutki uprawy roślin energetycznych*, Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 11, Puławy 2008.
24. Floriańczyk Z., Buks J., Toczyński T., *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (14). Zagadnienia produktywności w strategiach rozwoju i jej pomiar w odniesieniu do gospodarstw zrównoważonych*, Raport PW nr 27, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
25. Golec, T. *Podstawowe technologie i urządzenia energetycznego wykorzystania biomasy*, [w:] *Energetyczne wykorzystanie biomasy*, Instytut Energetyki, 2009.
26. *Green Paper, Towards a European strategy for the security of energy supply*, COM(2000)0769 (29/11/2000).
27. Hałasiewicz A., *Rozwój obszarów wiejskich w kontekście zróżnicowań przestrzennych w Polsce i budowania spójności terytorialnej kraju*, Ekspertyza dla Ministerstwa Rolnictwa, 2011.

28. Hamulczuk M., Klimkowski C., *Response of the Polish wheat prices to the world's crude oil prices*, Acta oeconomica et informatica 2/2012, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, Nitra 2012.
29. Hamulczuk M., Stańko S., (red), *Zarządzanie ryzykiem cenowym a możliwością stabilizowania dochodów producentów rolnych - aspekty poznawcze i aplikacyjne*, Raport PIB nr 148, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.
30. Henrich, E., *The status of the FZK concept of biomass gasification*, 2007.
31. Hryniewicz M., Grzybek A., *Energochłonność skumulowana uprawy miskantusa*, Problemy Inżynierii Rolniczej nr 2/2010.
32. Holger R., *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010.
33. *Impacts of renewable energy on European farmers creating benefits for farmers and society*, Edycja: Bas Pedroli i Hans Langeveld, AGRI-2010-EVAL-03, Final Report, 2011.
34. Jadczyżyszyn J., Faber A., Zaliwski A., *Wyznaczanie obszarów potencjalnie przydatnych do uprawy wierzby i ślazuwca pensylwańskiego na cele energetyczne w Polsce*, Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy 2008.
35. Johansson K., Liljequist K., Ohlander L., Aleklett K., *Agriculture as Provider of Both Food and Fuel*, AMBIO, 2010.
36. KOM(2006) 848 wersja ostateczna *Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości*, Bruksela, dnia 10.1.2007.
37. *Konkluzje Prezydencji – Rada Europejska w Brukseli 8-9 marca 2007 r. (7224/1/07 REV 1)*.
38. Korycińska A., *Stan rozwoju sektora bioenergii*, [w:] *Odnawialne źródła energii nowym wyzwaniem dla obszarów wiejskich w Polsce*, wyd. FAPA, Opole 2009.
39. Kowalski A. (red), *Analiza produkcyjno–ekonomicznej sytuacji rolnictwa i gospodarki żywnościowej w 2011 roku*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2012.
40. *Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010.
41. Krasuska E., *Metoda szacowania cen biomasy dla energetyki z uwzględnieniem premii za ryzyko*, IUNG-PIB, Puławy 2011.
42. Kuchler M., Linner, B.-O., *Challenging the food vs. fuel dilemma: Genealogical analysis of the biofuel discourse pursued by international organizations*, Food Policy, nr. 37, 2012.

43. Kurek J., *Badania nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwach rodzinnych*, Problemy Inżynierii Rolniczej nr 2/2011, 2011.
44. Majewski E., Waś A., Hamulczuk M., *Farm level modeling of bio-fuel and bio-power policy scenarios for Polish agriculture*, artykuł zaprezentowany podczas Kongresu *International Farm Management Association*, Bloomington (Ill.), USA 2009.
45. Matuszczak A., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w obszarze ekonomicznym, środowiskowym i społecznym*, Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy, nr 2, Bydgoszcz 2009.
46. Matyka M., *Rolnictwo a odnawialne źródła energii-szanse i zagrożenia [w:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [11]* nr 3, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
47. *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020*, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2011.
48. Paska J., Sałek M., Surma T., *Koszty wytwarzania energii elektrycznej i ciepła według Unii Europejskiej*, Rynek energii, 2010.
49. Pawlak J., *Efektywność nakładów energii w rolnictwie polskim*, Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, T.99 z.1. 2012.
50. *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku. Załącznik 2 do Polityki energetycznej Polski do roku 2030*, Ministerstwo Gospodarki. Warszawa 2009.
51. II Polityka Ekologiczna Państwa, Rada Ministrów, Warszawa 2000.
52. *Program rozwoju obszarów wiejskich na lata 2007-2013*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2011.
53. *Polityka ekologiczna państwa na lata 2007-2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011-2014*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, grudzień 2006.
54. *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 10 listopada 2009 r.
55. *Polityka energetyczna Polski do roku 2025*, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, 4 stycznia 2005 rok.
56. *Polityka Klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, 2003.

57. *Polityki Energetyczne Państw MAE, Polska 2011 Przegląd*, OECD/IEA, 2011.
58. Projekt rozporządzenia Ministra Gospodarki 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, Rozporządzenie podpisane przez Ministra Gospodarki w dniu 18 października 2012 r. oraz skierowane w dniu 19 października 2012 r. do publikacji.
59. Projekt Rozporządzenia Rady Ministrów z dn. 19.05.2011 w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2011-2016
60. Pudełko R., Faber A., *Dobór roślin energetycznych dostosowanych do uprawy w równych regionach kraju* [w:] Bocian P., Golec T, Rakowski J. (red.) *Nowoczesne technologie pozyskania i energetycznego wykorzystania biomasy*, Instytut Energetyki, Warszawa 2010.
61. Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Dz.U.05.203.1684. Kioto 1997.
62. *Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu*, sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r., Dz.U.96.53.238, Dz. U. z dnia 10 maja 1996 r.
63. Rentizelas A. A., Tolis A. J., Tatsiopoulos I. P., *Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain*, *Renewable & Sustainable Energy Reviews* (13), 2009.
64. Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M., *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, Raport PW nr 29, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
65. 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.
66. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 czerwca 2007 r. w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2008-2013.

67. Seremak-Bulge, J., *Rynek rolny. Analizy, tendencje, oceny*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
68. *Sprawozdanie z działalności Prezesa URE w 2010*, Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 2 (76), URE, 2011.
69. *Strategia rozwoju energetyki odnawialnej*, Dokument rządowy przyjęty uchwałą Sejmu RP z dn. 23 sierpnia 2001 r.
70. Stuczyński T., i in. *Prognoza wykorzystania przestrzeni rolniczej dla produkcji roślin na cele energetyczne*, Studia i Raporty IUNG - PIB, z. 11, Puławy 2008.
71. Szczerbowski R., *Generacja rozproszona oraz sieci Smart Grid –wirtualne elektrownie*, Polityka Energetyczna, tom 14, zeszyt 2, 2011.
72. Świetlik K., *Ceny żywności w procesie rynkowych przemian polskiej gospodarki (1994-2004)*, Studia i Monografie nr 141, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2008.
73. *Technology Roadmap. Biofuels for Transport*, IEA-Bioenergy, 2011.
74. Tzimas E., Moss R., Ntagia P., *Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan)*, 2011.
75. *Uzupełnienie do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych z dnia 2 grudnia 2011 r.*
76. van Vliet O. P., Faaji A. P., Turkenburg W. C., *Fischer-Tropsch diesel production in a well-to-wheel perspective: A carbon, energy flow and cost analysis*, Energy Conversion and Management (50), 2009.
77. Westcott R., Trostle C., *Long-Term Prospects for Agriculture Reflect Growing Demand for Food, Fiber, and Fuel*, Amber Waves, Economic Research Service/USDA, <http://www.ers.usda.gov/amber-waves/2012-september/long-term-prospects-for-agriculture.aspx#.UVGiAFdUaUM>
78. *Wieloletni program promocji biopaliw i innych paliw odnawialnych w transporcie na lata 2008-2014*, Rada Ministrów, 24 lipca 2007 roku.
79. Wilkin J., *Uwarunkowania rozwoju polskiego rolnictwa w kontekście europejskim i globalnym. Implikacje teoretyczne i praktyczne*, Kongres: Polska w gospodarce światowej - szanse i zagrożenia rozwoju, 2007.
80. Wilkin J., *Wielofunkcyjność wsi i rolnictwa - konceptualizacja, znaczenie i powiązania z polityką rolną*, Uniwersytet Warszawski oraz Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN, Warszawa 2010.

81. Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., Arcipowska A., *Analiza skutków wystąpienia nadpodaży świadectw pochodzenia na sektor energetyki odnawialnej*, Ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki, 2011.
82. Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., Arcipowska A., *O niezrównoważonym wykorzystaniu odnawialnych zasobów energii w Polsce i patologii w systemie wsparcia OZE. Propozycje zmian w podejściu do promocji OZE i kierunków wykorzystania biomasy*, 2012.
83. Wójcicki Z., *Postęp technologiczny i energochłonność produkcji rolniczej w Polsce*, Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego, t.15:95-103, 2006.
84. *Wpływ energetyki odnawialnej na europejskich rolników. Tworzenie korzyści dla rolników i społeczeństwa obszarów wiejskich*, Final Raport, Alterra Wageningen UR i in., 2011.
85. *Założenia polityki energetycznej Polski do roku 2020*, Rada Ministrów, Warszawa, 22 luty 2000 r.
86. *Zarys kierunków rozwoju obszarów wiejskich*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2009.
87. Zegar J. St., *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (11)*, Raport PW nr 3, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
88. *Zielone światło dla pierwszych unijnych programów zrównoważonego rozwoju biopaliw*, Komunikat prasowy Komisji Europejskiej z dnia 19.07.2011.

EGZEMPLARZ BEZPŁATNY

*Nakład 700 egz., ark. wyd. 6,84
Druk i oprawa: EXPOL Włocławek*