

PIOTR SULEWSKI
EDWARD MAJEWSKI

DOI: 10.30858/zer/82989

ADAM WAŚ
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Warszawa

MIEJSCE I ROLA ROLNICTWA W PRODUKCJI ENERGII ODNAWIALNEJ W POLSCE I UE

Abstrakt

W opracowaniu podjęto próbę oceny znaczenia rolnictwa w procesach rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce i UE. Wskazano, że w wielu krajach, w tym w Polsce, pomimo dużego potencjału produkcyjnego udział rolnictwa w produkcji energii odnawialnej jest stosunkowo niewielki. Podkreślono, że szczególną rolę w procesie zwiększania znaczenia rolnictwa w rozwoju energetyki odnawialnej mogą odegrać biogazownie rolnicze. Produkcja biogazu rolniczego stanowi nie tylko sposób na pozyskiwanie energii odnawialnej, ale przekłada się też na ograniczenie emisji metanu powstającego w trakcie przechowywania nawozów organicznych, co jest szczególnie istotne z punktu widzenia unijnej polityki klimatycznej. Doświadczenia wielu krajów wskazują, że wzrost znaczenia energetyki odnawialnej, zwłaszcza w początkowych fazach rozwoju poszczególnych technologii, uzależniony jest od wsparcia środkami publicznymi. Dostępne dane statystyczne wskazują, że poszczególne państwa UE prowadzą bardzo różną politykę w zakresie wsparcia sektora energetyki odnawialnej. W niektórych krajach UE (w tym w Polsce) znaczną część środków publicznych kierowano na wsparcie energetyki bazującej na paliwach kopalnych.

Słowa kluczowe: odnawialna energia, rolnictwo, wsparcie OZE.

Kody JEL: O13; Q16, Q22, Q42.

Wstęp

Problematyka odnawialnych źródeł energii stanowi w ostatnich latach jedno z częściej dyskutowanych zagadnień odnoszących się zarówno do kwestii środowiska naturalnego, jak i gospodarki. Wdrażany w krajach Unii Europej-

skiej tzw. pakiet klimatyczno-energetyczny zakłada w perspektywie roku 2020 m.in. przeciętnie zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do roku 1990 oraz zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w całkowitym zużyciu energii o 20 % (Directive 2009/28/EC). Ustalono w 2014 roku ramy polityki klimatyczno-energetycznej UE na kolejne lata zakładają dalsze ograniczanie emisji gazów cieplarnianych o 40% względem roku 1990 oraz zwiększanie udziału energii ze źródeł odnawialnych do poziomu co najmniej 27% w całkowitym jej zużyciu w perspektywie roku 2030 (European Commission, 2014). W przypadku Polski zakładany udział energii z OZE zgodnie z przywołaną dyrektywą powinien wynosić w 2020 roku co najmniej 15%. Należy jednak dodać, że wobec zbyt powolnego tempa redukcji emisji Komisja Europejska przygotowała wniosek rozporządzenia (European Commission, 2016), który ustanawia w perspektywie roku 2030 dodatkowe cele w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych z sektora non-ETS¹. Dla Polski oznacza to redukcję emisji o 7% względem roku 2005. Biorąc pod uwagę, że do sektora non-ETS zalicza się m.in. rolnictwo, można oczekiwać, że zagadnienia związane z problematyką emisji z rolnictwa będą w najbliższych latach nabierały coraz większego znaczenia. Według danych Eurostat (2016), udział odnawialnych źródeł energii w jej łącznym zużyciu w UE w 2014 roku kształtował się przeciętnie na poziomie 12,5%, chociaż można obserwować w tej kwestii dość duże różnice między poszczególnymi krajami członkowskimi (od 36,2% na Łotwie i 35,8% w Szwecji do 2% na Malcie) (Eurostat, 2015). Przyjęte na międzynarodowym forum cele polityki klimatyczno-energetycznej wynikają z dominującego znaczenia sektora energetycznego w emisji gazów cieplarnianych, które uznawane są za główną przyczynę globalnego ocieplenia i zmian klimatycznych. Według danych *World Resources Institute*, wytwarzanie energii w 2012 odpowiadało za ponad 70% globalnej emisji tych gazów (33 563,82 Mt ekwiwalentu CO₂). Znaczący udział sektora energetycznego w emisji gazów cieplarnianych sprawia, że również poszukiwanie sposobów na jej ograniczenie odnosi się w zasadniczej części do obszaru energetyki. Coraz częściej podkreśla się jednak, że w skali świata za około 13,5% emisji gazów cieplarnianych odpowiada rolnictwo (po przeliczeniu na ekwiwalent dwutlenku węgla) (IPCC, 2007). W UE wskaźnik ten szacowany jest na 9,8% (Eurostat, 2012). Spośród całej emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa blisko połowa jest bezpośrednim skutkiem chowu zwierząt, a około połowa wynika z prowadzonej produkcji roślinnej. Do podstawowych elementów składających się na emisję gazów z produkcji zwierzęcej należy zaliczyć fermentację jelitową w organizmach zwierząt (głównie przeżuwaczy) oraz gospodarkę powstającymi w cyklu produkcyjnym nawozami organicznymi. Główne gazy cieplarniane emitowane przez rolnictwo to metan i podtlenek azotu, których wpływ na efekt cieplarniany jest odpowied-

¹ ang. *Emission Trading Scheme* – system handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.

nio 23 i 310 razy silniejszy niż oddziaływanie dwutlenku węgla (Mirosz i in., 2015). Problematyka wpływu rolnictwa na efekt cieplarniany nie była dotychczas przedmiotem intensywnej debaty publicznej, lecz pojawiające się coraz częściej doniesienia prasowe na ten temat sugerują, że zagadnienie to w najbliższych latach może nabierać na znaczeniu, a krytyka rolnictwa jako działalności szkodzącej środowisku ulegnie prawdopodobnie nasileniu (Teraz Środowisko, 2014; www.wyborcza.biz.pl 2016). Rola rolnictwa w tym zakresie staje się szczególnie istotna, biorąc pod uwagę przywołane wcześniej wymogi w zakresie redukcji emisji z sektora non-ETS. Ich spełnienie będzie wymagało zmian w technologiach produkcji lub ograniczenia skali działalności w niektórych gałęziach produkcji rolnej.

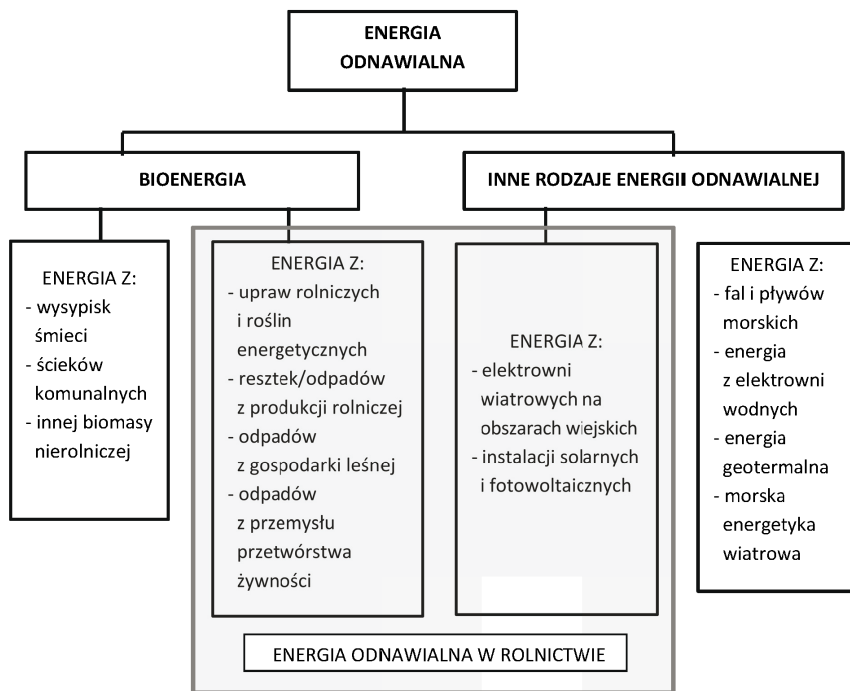
Rolnictwo jest znaczącym konsumentem energii (w przypadku Polski pozyskiwanej głównie ze źródeł kopalnych), którego udział w całym bilansie energii w Polsce szacowany jest na ok 6% (<http://ozerise.pl/>). Sektor rolnictwa jest nie tylko emitentem gazów cieplarnianych i konsumentem energii, ale ma jednocześnie potencjał do wytwarzania energii odnawialnej. Co więcej, niektóre rodzaje instalacji OZE (biogazownie rolnicze) mogą stanowić zarówno źródło odnawialnej energii, jak też w pewnym stopniu wpływać na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa dzięki bardziej efektywnemu wykorzystaniu odchodów zwierząt będących źródłem emisji metanu (Mirosz i in., 2015). Z raportu przygotowanego na zlecenie DG Agri (Pedroli i Langeveld, 2011) wynika, że rolnictwo w UE jest sektorem gospodarki, który produkuje z OZE więcej energii niż jej zużywa i ma jednocześnie znaczący wkład w realizację unijnych celów polityki klimatyczno-energetycznej.

Biorąc pod uwagę złożoność problematyki dotyczącej wytwarzania energii i jej wpływu na środowisko naturalne, głównym celem artykułu było określenie najważniejszych czynników kształtujących możliwości rozwoju energetyki odnawialnej w rolnictwie.

Rolnictwo a produkcja energii

W polskim systemie prawnym odnawialne źródła energii² definiuje się jako *odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów* (Ustawa, 2015). Istniejące rodzaje energii odnawialnej ze wskazaniem źródeł o charakterze rolniczym przedstawiono w schematycznym ujęciu na rysunku 1.

² Odnosząc się do kwestii definicyjnych, warto podkreślić, że bardzo często pojęcie „źródła” energii odnawialnej jest utożsamiane z jej zasobem, chociaż w precyzyjnym ujęciu zasadnym wydaje się odróżnienie zasobów energii odnawialnej od jej źródeł. Zasób należy wiązać raczej z nośnikiem energii (np. woda), podczas gdy źródło energii odnosi się do urządzeń przetwarzających tę energię na formy bardziej użyteczne (np. elektrownia wodna).



Rys. 1. Rodzaje zasobów energii odnawialnej z uwzględnieniem roli rolnictwa.

Źródło: Burrell, 2010.

Głównym źródłem energii odnawialnej na ziemi jest promieniowanie słoneczne. Docierająca do Ziemi energia słoneczna znacznie przewyższa dostępne w skali roku zasoby pozostałych rodzajów energii odnawialnej, a także całkowite rezerwy wszelkiego rodzaju paliw kopalnych (Leszczyński, 2010). Szacunkowo, docierająca na ziemię ilość energii słonecznej przekracza zapotrzebowanie ludzkości na energię ponad 5 tysięcy razy (Michalski, 2006). W skali świata jednak jedynie około 0,02% docierającej do ziemi mocy promieniowania słonecznego jest wykorzystywane do wytworzenia energii w elektrowniach solarnych (Swatowska, 2016), czego przyczyną jest niska efektywność dostępnych rozwiązań technologicznych. Słońce jest nie tylko źródłem promieniowania słonecznego wykorzystywanego w kolektorach słonecznych i ogniach fotowoltaicznych, ale także źródłem energii wykorzystywanej w przyrodzie do takich zjawisk, jak procesy parowania, opady, przepływy powierzchniowe wód czy przemieszczanie się mas powietrza (Klugmann-Radziemska, 2008). Słońce stanowi też źródło energii w procesach fotosyntezy, stąd jest też pierwotnym źródłem energii zawartej w różnego rodzaju biomasie. Wykorzystywanie biomasy stanowi zatem biologiczną metodę konwersji energii pochodzącej z promieniowa-

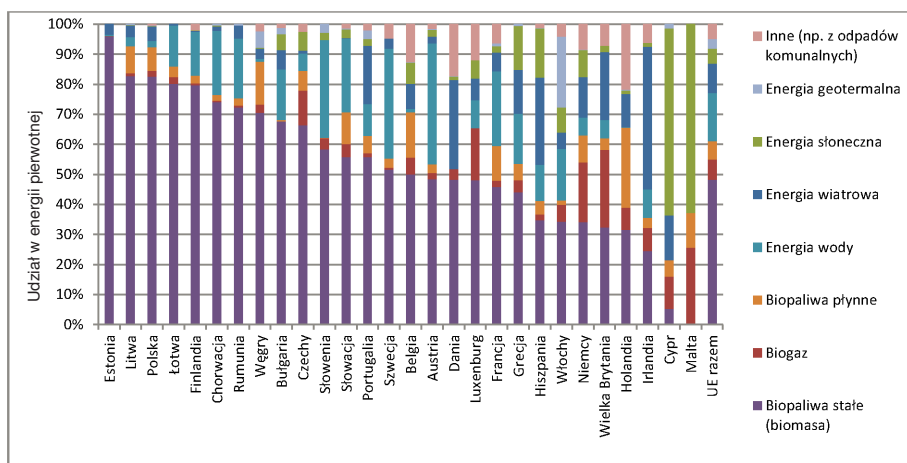
nia słonecznego (Hermann, 2006). Należy podkreślić, że biomasa jako nośnik energii jest kategorią bardzo niejednorodną, w związku z czym może być ona przetwarzana na wiele sposobów. Biomasa może być używana na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania biopaliw stałych (drewno, słoma), przetwarzana na paliwa ciekłe (estry oleju rzepakowego, alkohol) oraz do wytwarzania biogazu (rolniczy, wysypiskowy, z oczyszczalni ścieków). Konwersja biomasy na użyteczne formy energii może odbywać się poprzez zastosowanie metod fizycznych, chemicznych i biochemicznych (Adamczyk i in., 2010).

Według Gradziuka (2015), zastosowywanie biomasy wytwarzanej w rolnictwie do produkcji energii, paliw płynnych i gazowych stanowi jeden z najbardziej przyszłościowych kierunków wykorzystania OZE. Szczególną uwagę zwraca się w tym kontekście na możliwości przetwarzania biomasy pochodzącej z rolnictwa na energię w biogazowniach rolniczych, które ze względu na rozproszony charakter mogą przyczynić się do bardziej zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich oraz stwarzać możliwości pozyskania nowych dochodów (Gradziuk, 2015; Dyrektywa 2009/28/WE). Potencjał rozwoju biogazowni rolniczych (poza szeregiem uwarunkowań o charakterze ekonomicznym) jest warunkowany też przepisami o charakterze środowiskowym. Warto w tym miejscu wspomnieć, że np. w projekcie ustawy z 2016 (Rządowe Centrum Legislacji, 2016) o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu (Ustawa, 2007) zakłada się, iż podmioty prowadzące produkcję zwierzęcą na dużą skalę (powyżej 40 tys. stanowisk drobiu, powyżej 2 tys. stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub powyżej 750 tys. stanowisk dla macior) mogą zbyć do 30% gnojówki i gnojowicy, natomiast pozostałą ilość powinny zagospodarować na posiadanych użytkach rolnych lub przeznaczyć do produkcji biogazu rolniczego. W kontekście proponowanych zapisów tworzenie biogazowni rolniczych może być dla wielu gospodarstw trzodowych i drobiarskich z bardzo dużą skalą produkcji jedną z nielicznych możliwości zagospodarowania powstających w procesie produkcyjnym odchodów zwierząt.

Duża różnorodność zasobów energii odnawialnej możliwych do przetworzenia w rolnictwie sprawia, iż sektor ten może odgrywać istotną rolę zarówno w zakresie wytwarzania energii, jak też w realizacji celów polityki klimatycznej, związanych z obniżeniem emisji gazów cieplarnianych i wzrostem udziału OZE w zużyciu końcowym energii do poziomów określonych w założeniach unijnej polityki klimatyczno-energetycznej (Directive 2009/28/EC). Zgodnie z obowiązującą w zasadach „Wspólnotowego handlu uprawnieniami do emisji” metodyką liczenia emisji gazów cieplarnianych, wytwarzanie energii z biomasy traktowane jest jako działalność bezemisyjna (KOBiZE, 2014). Oznacza to, że każda jednostka energii pozyskiwanej z surowców kopalnych zastąpiona energią z biomasy prowadzi do redukcji emisji i zwiększenia udziału źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii. Wytwarzanie energii z zasobów odnawialnych może być też postrzegane jako jeden ze sposobów poprawy sytuacji ekonomicznej rolników w różnych częściach UE (Pedroli i Langeveld, 2011).

Łączny udział biomasy stałej (łącznie z drewnem) w energii pierwotnej³ uzyskanej z OZE w 2014 roku w krajach UE kształtował się przeciętnie na poziomie prawie 48% (rysunek 2). Dodatkowo około 6% w łącznej ilości energii pierwotnej z OZE w 2014 r. stanowiła energia pozyskiwana z biopaliw płynnych oraz około 7% energia z biogazu, czyli również surowców pochodzenia rolniczego (jedynie około 30% biogazu wytwarzanego w UE stanowi biogaz składowiskowy i z oczyszczalni ścieków) (EuroObservER, 2014). Jednocześnie należy podkreślić, że obszary wiejskie stanowią również jedno z głównych miejsc przetwarzania energii wiatru i słońca w energię elektryczną. Uwzględniając łączny potencjał, sektor rolnictwa można postrzegać jako podstawowego dostawcę energii odnawialnej w skali całej gospodarki.

Struktura energii pozyskiwanej z OZE (w tym udział biomasy) w poszczególnych krajach UE jest bardzo zróżnicowana (rysunek 2). Oprócz krajów takich jak Polska czy kraje bałtyckie, w przypadku których dominującą rolę odgrywa biomasa stała, można też wskazać państwa, w których energetyka odnawialna bazuje na innych zasobach np. energii wiatru (Irlandia) czy słońca (Cypr, Malta). Warto też wskazać na kraje, takie jak Holandia czy Niemcy, w których udział biomasy stałej w produkcji energii w OZE jest względnie niski, ale jednocześnie znaczącą rolę odgrywają inne źródła energii pochodzenia głównie rolniczego (biogaz i biopaliwa stanowiące bardziej przetworzoną formę biomasy).

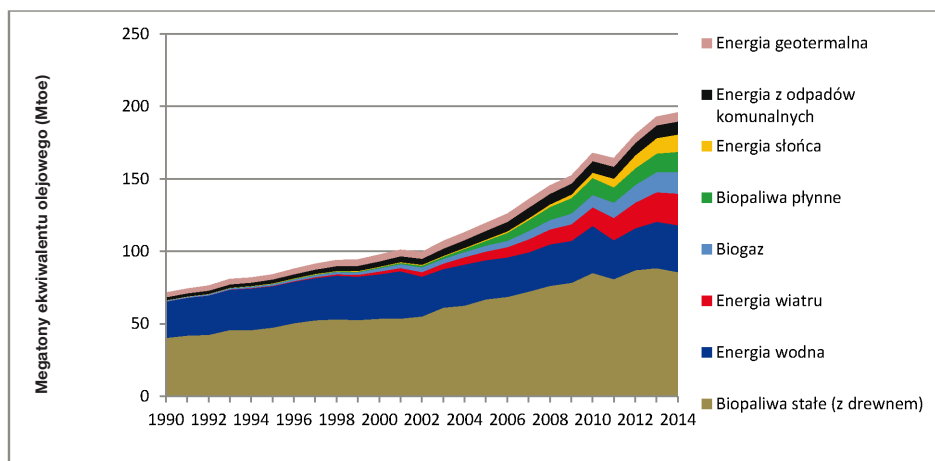


Rys. 2. Struktura energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych w krajach UE w 2014 r.

Źródło: Eurostat, 2014.

³ Energia pierwotna jest to energia zawarta w pierwotnych nośnikach energii pozyskiwanych bezpośrednio z zasobów naturalnych odnawialnych i nieodnawialnych. Energia pierwotna odnawialna oznacza energię uzyskiwaną z naturalnych, stale powtarzających się procesów przyrodniczych.

Pomimo dominującego w krajach UE udziału biomasy stałej w strukturze energii odnawialnej można zaobserwować, że jej względne znaczenie od początku obecnego stulecia maleje, chociaż następuje wzrost bezwzględnego poziomu produkcji energii z tego nośnika. W 1990 r. z biomasy stałej pozyskiwano w krajach UE-28 około 40 Mtoe (megaton ekwiwalentu olejowego) energii, co stanowiło blisko 60% całej energii ze źródeł odnawialnych. Natomiast w 2014 roku ilość uzyskiwanej energii pierwotnej z biomasy stałej kształtowała się już na poziomie ponad 85 Mtoe, ale stanowiło to tylko około 43% całkowitej energii ze źródeł odnawialnych (rysunek 3). Jednocześnie można zauważyć wzrost znaczenia energii wiatrowej i słonecznej, co jest tendencją ogólnoświatową, związaną z subsydiowaniem i spadkiem kosztów produkcji energii z tych źródeł, a także poprawy efektywności energetycznej instalacji fotowoltaicznych i solarnych (Grażduk, 2015). Po uwzględnieniu w biomasie energii wytwarzanej z biogazu oraz biopaliw płynnych, łączny udział biomasy w energii odnawialnej kształtował się w 2014 roku na poziomie zbliżonym do lat wcześniejszych (ok. 59%). Wskazuje to nie tylko na substytucję biomasy innymi rodzajami OZE, ale także na rosnące znaczenie bardziej zaawansowanych sposobów jej przetwarzania, takich jak technologia biogazowa czy biopaliwa płynne, dla których pierwotnym źródłem energii nadal pozostaje biomasa stała (najczęściej pochodzenia rolniczego).



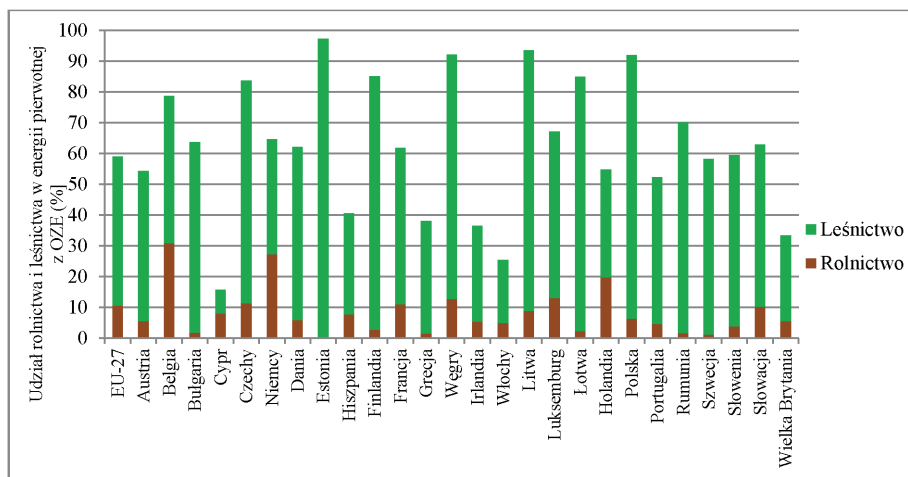
Rys. 3. Zmiany w ilości i strukturze energii pierwotnej uzyskanej ze źródeł odnawialnych wg rodzaju nośników w krajach UE w latach 1999-2014.

Źródło: Eurostat, 2016.

Duży udział biomasy w strukturze energii wytwarzanej z OZE sprawia, że rolnictwo i leśnictwo są jednocześnie sektorami gospodarki posiadającymi łącznie prawie 60% udziału w energii pierwotnej uzyskiwanej ze źródeł odnawial-

nych w UE (rysunek 4). Aktualnie kluczowe znaczenie w tym zestawieniu ma sektor leśny. Ostatnie dostępne dane Eurostatu (2013) wskazują, że przeciętnie w UE udział rolnictwa w strukturze energii pierwotnej pozyskiwanej z OZE kształtował się w 2010 roku na poziomie 10,6%, podczas gdy udział leśnictwa przekraczał 48%. Zarówno łączny udział rolnictwa i leśnictwa w energii pierwotnej z OZE, jak też relacje tych dwóch komponentów znacząco różnią się między poszczególnymi krajami. Największe znaczenie w produkcji energii odnawialnej rolnictwo odgrywa w przypadku Belgii (30,8%) oraz w Niemczech (ponad 27%), a najmniejsze w Estonii i Szwecji (odpowiednio 0,3 oraz 1,3%), przy czym w Estonii udział sektora leśnego w produkcji energii odnawialnej był najwyższy w całej UE.

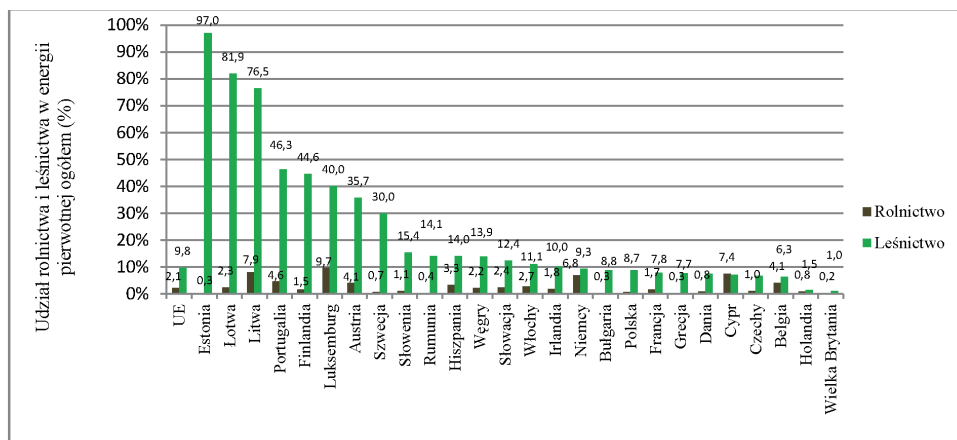
W Polsce udział rolnictwa w uzyskiwanej pierwotnej energii odnawialnej kształtował się na poziomie 6,3%. Natomiast ze względu na wykorzystanie dużych ilości biomasy leśnej do produkcji energii Polska znajdowała się na drugim miejscu wśród krajów UE pod względem znaczenia leśnictwa, którego udział w pierwotnej energii odnawialnej sięgał w 2010 r. aż 85%. W tym samym czasie w dyskusjach naukowych zwracano uwagę na zasadność ograniczania udziału biomasy leśnej na rzecz zwiększania udziału biomasy rolniczej (Kuś i in., 2009). Jednocześnie należy zauważyć, że lasy stanowią jeden z efektywniejszych sposobów pochłaniania CO₂, a rząd RP proponuje włączyć ten element do rozliczeń emisji na równi z innymi działaniami podejmowanymi w zakresie redukcji CO₂ (ujmowanymi w unijnych rozliczeniach ETS) (Ministerstwo Środowiska, 2016).



Rys. 4. Udział rolnictwa i leśnictwa w energii pierwotnej z OZE.

Źródło: Eurostat, 2013.

Pomimo że rolnictwo i leśnictwo ujęte łącznie wykazują znaczący udział w energii pierwotnej uzyskiwanej z OZE, to należy podkreślić, że w relacji do energii pierwotnej pozyskiwanej w całym sektorze energetycznym wskaźniki te kształtują się na dość niskim poziomie, szczególnie w przypadku rolnictwa. Przeciętnie w UE te dwa sektory miały w 2010 roku (Eurostat, 2013) około 10% udziału w całkowitej produkcji energii pierwotnej, z czego zaledwie 2,1% przypadało na rolnictwo (rysunek 5). Do krajów w znacznym stopniu bazujących na energii pozyskiwanej z leśnictwa i rolnictwa można zaliczyć głównie kraje bałtyckie, a także Portugalię, Finlandię, Luksemburg, Austrię i Szwecję (w każdym z wymienionych łączny udział leśnictwa i rolnictwa przekracza 40% w energii pierwotnej). W przypadku Polski udział rolnictwa i leśnictwa w łącznej ilości energii pierwotnej kształtował się na poziomie niższym niż przeciętnie w UE (8,7% udział leśnictwa i 0,65% udział rolnictwa).

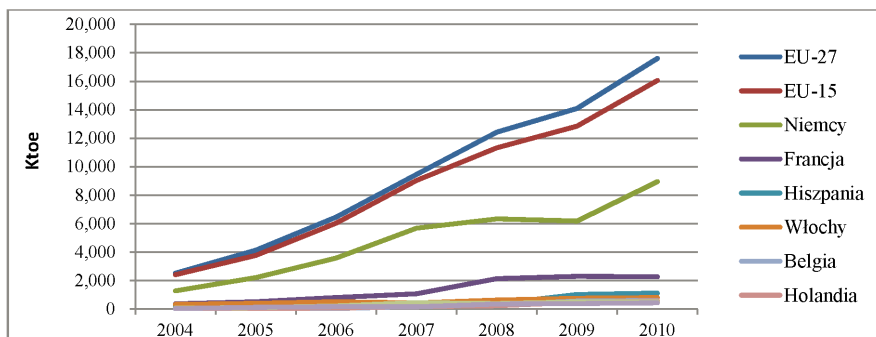


Rys. 5. Udział rolnictwa i leśnictwa w łącznej produkcji energii pierwotnej w UE.

Źródło: Eurostat 2013.

Pomimo niewielkiego udziału rolnictwa w ogólnej produkcji energii pierwotnej należy podkreślić, że ilość energii pozyskiwanej przez ten sektor w UE systematycznie rośnie. Warto jednak zwrócić też uwagę na duże różnice pomiędzy poszczególnymi krajami w udziale rolnictwa w produkcji energii – ponad 90% energii produkowanej przez unijny sektor rolny wytworzone zostało w krajach tzw. „starej Unii” (UE-15), z tego połowa w samych tylko Niemczech. Na rysunku 6 przedstawiono zmiany w ilości energii odnawialnej produkowanej przez rolnictwo dla wybranych krajów UE. Polskie rolnictwo, według dostępnych danych, wytworzyło w 2010 roku 435 ktoe (kiloton ekwiwalentu olejowego) pierwotnej energii odnawialnej, co oznacza udział na poziomie około 2,5% produkcji całego rolnictwa UE. Według Elbersena i in. (2010), łączny potencjał energetyczny biomasy pochodzenia rolniczego można szacować w UE na 123 536,1 Ktoe,

z czego 10,6% (czyli około 13152,2 Ktoe) przypada na Polskę (większym potencjałem produkcji energii z biomasy wg przywołanych autorów charakteryzują się tylko Niemcy, Wielka Brytania, Francja i Włochy).



Rys. 6. Energia pierwotna ze źródeł odnawialnych uzyskiwana w rolnictwie w wybranych krajach UE.

Źródło: Eurostat, 2013.

Wsparcie finansowe a rozwój energetyki odnawialnej w rolnictwie

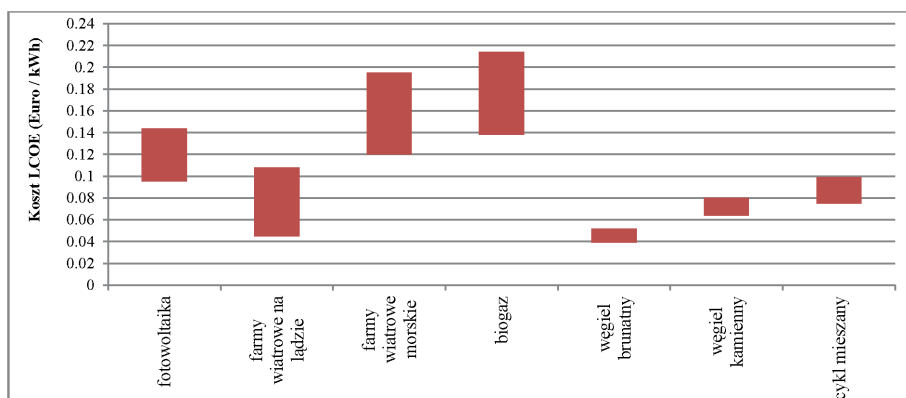
Dostępne analizy i porównania wskazują, że koszty pozyskania energii z OZE są ciągle wyższe niż koszty produkcji energii ze źródeł konwencjonalnych. Przykładowe porównanie kosztów LCOE⁴ dla różnych źródeł energii w Niemczech przedstawiono na rysunku 7 (Kost i in., 2013). Jedynie w niektórych rodzajach OZE poziom kosztów można uznać za zbliżony do paliw konwencjonalnych (Lazard, 2014). Z przywołanego przykładu Niemiec wynika, że do najtańszych źródeł energii należy nadal węgiel, a jednym z droższych pozostaje energia uzyskiwana ze spalania biogazu. W odniesieniu do kosztów pozyskiwania energii z biomasy należy dodać, że w zależności od stosowanej technologii przetwarzania biomasy poziom kosztów energii może się znacząco różnić między różnymi regionami świata. Można oczekiwać, że w najbliższych latach będzie następował jednak spadek kosztów produkcji energii ze źródeł odnawialnych i jednocześnie wzrost kosztów energii ze źródeł kopalnych (Kost, 2013). Warunkowane to będzie m.in. rosnącymi wymogami w zakresie ochrony środowiska. Jako praktyczny przykład można tu przywołać zmiany w kosztach wytwarzania energii wiatrowej i słonecznej w USA,

⁴ LCOE – „rozłożony koszt produkcji energii elektrycznej” – jednostkowy uśredniony koszt produkcji

energii elektrycznej w cyklu życia (zł/kWh) obliczany wg formuły:
$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^N \frac{(I_t + M_t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$
, gdzie:

I_t – nakłady inwestycyjne w t -tym roku, M_t – koszty eksploatacyjne oraz koszty finansowe kredytu w t -tym roku, E_t – produkcja energii elektrycznej w t -tym roku, r – stopa procentowa.

które między rokiem 2009 a 2014 zmniejszyły się odpowiednio o blisko 60% i 80% (Lazard, 2014). Warto też zwrócić uwagę, że tradycyjny rachunek ekonomiczny pomija kwestię kosztów środowiskowych i zdrowotnych (efektów zewnętrznych), jakie towarzyszą pozyskiwaniu energii ze źródeł kopalnych (Epstein i in., 2011).

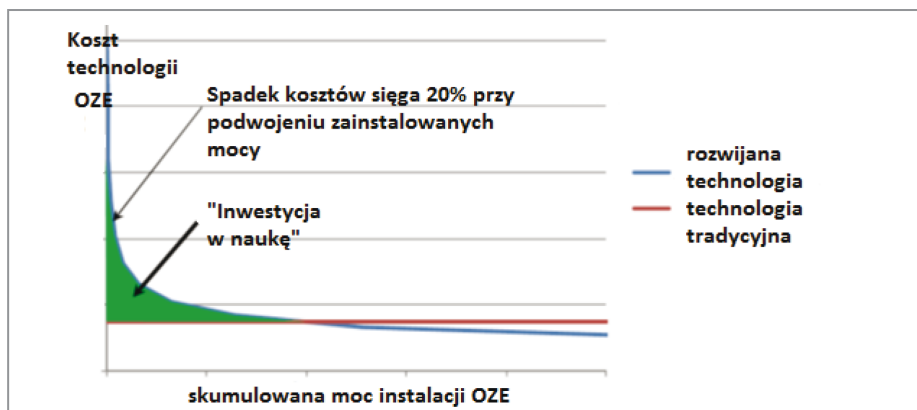


Rys. 7. Przeciętne wartości LOCE dla wybranych źródeł energii w Niemczech w 2013 r.

Źródło: Kost i in., 2013.

Względnie wyższe koszty pozyskania energii z większości OZE w porównaniu do energii konwencjonalnej wynikają m.in. z nakładów na opracowanie technologii, konstrukcji urządzeń umożliwiających sprawne przetworzenie energii zgromadzonej pierwotnie w nośnikach odnawialnych, jak też jej transportu do odbiorców końcowych (szczególnie przy rozproszonej strukturze źródeł). Ogólna prawidłowość wskazuje jednak, że w miarę rozwoju danej technologii koszty produkcji maleją, co ma związek z tzw. krzywymi uczenia się (Wiesenthal i in., 2012). Schematycznie zależność między fazą rozwoju technologii a kosztami produkcji energii przedstawiono na rysunku 8. W przypadku OZE redukcja kosztów jest wynikiem spadku kosztów wyposażenia instalacji w miarę upowszechniania się technologii, jak też spadku kosztów operacyjnych i finansowych (IRENA, 2015).

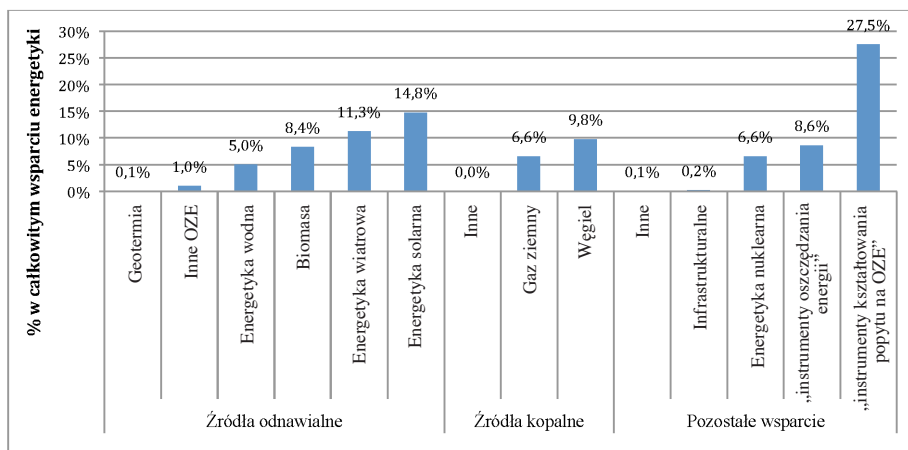
Ze względu na wysokie koszty inwestycji w OZE większość nowych technologii energetycznych, które zostały wdrożone w praktyce, była dotychczas silnie subsydiowana w początkowych etapach rozwoju (Zillman i in., 2008). Finansowe wspieranie OZE wpisuje się w praktyczną realizację koncepcji dóbr publicznych, do których można zaliczyć m.in. „środowiskowe dobra publiczne”, takie jak stabilność klimatu związana z redukcją gazów cieplarnianych oraz jakość powietrza, jak też „społeczne dobra publiczne”, takie jak żywotność obszarów wiejskich (Baldock i in., 2010; Małażewska, 2015). W szerszym kontekście finansowe wsparcie OZE jest więc uzasadnione z punktu widzenia troski o dobro wspólne, którego właścicielem jest całe społeczeństwo.



Rys. 8. Schematyczna ilustracja zależności między kosztem produkcji energii a rozwojem technologii.

Źródło: Wiesenthal i in. 2012.

Należy podkreślić, że obecnie subsydiowana jest nie tylko energia pochodząca z OZE, ale także produkcja energii ze źródeł konwencjonalnych. Według szacunków Międzynarodowej Agencji Energii (IEA), wartość wsparcia produkcji energii z paliw kopalnych w skali świata kształtowała się w 2014 roku na poziomie 493 mld dolarów, podczas gdy łączna wartość wsparcia OZE była w tym czasie czterokrotnie mniejsza (IEA, 2015). Nieco inne relacje można obserwować w Unii Europejskiej (rysunek 9). Łączna wartość wsparcia produkcji energii ze wszystkich źródeł i technologii (łącznie ze wsparciem źródeł konwencjonalnych) w 2012 roku w UE szacowana była na 99,4 mld euro (ECOFYS, 2014). Kwota ta obejmuje zarówno bezpośrednie wsparcie poszczególnych technologii wytwórczych, jak też działań podejmowanych w zakresie instrumentów kształtujących zapotrzebowanie na energię odnawialną (np. ulgi podatkowe) oraz instrumentów wspierających oszczędniejsze gospodarowanie energią (np. dopłaty do wymiany urządzeń na bardziej energooszczędne). Udział tych dwóch instrumentów w ogólnej wartości wsparcia kształtował się w 2012 odpowiednio na poziomie 27% i 8% (ECOFYS, 2014). Łącznie na bezpośrednie wsparcie poszczególnych technologii energetyki odnawialnej przeznaczano nieco ponad 40% całkowitego wsparcia sektora energetycznego, a razem z pośrednim wsparciem w formie „instrumentów zwiększania popytu na OZE” było to ponad 65%. Ponad 16% wszystkich środków kierowano natomiast do segmentu bazującego na paliwach kopalnych, a 6,6% do energetyki nuklearnej. Spośród źródeł odnawialnych największy udział w rozdysponowaniu wsparcia przypadął na energetykę solarną. Na wsparcie pozyskiwania energii z biomasy stanowiącej główną domenę działania rolników w obszarze wytwarzania energii przypadało przeciętnie w UE zaledwie około 8,3% wartości wszystkich subsydiów energetycznych.

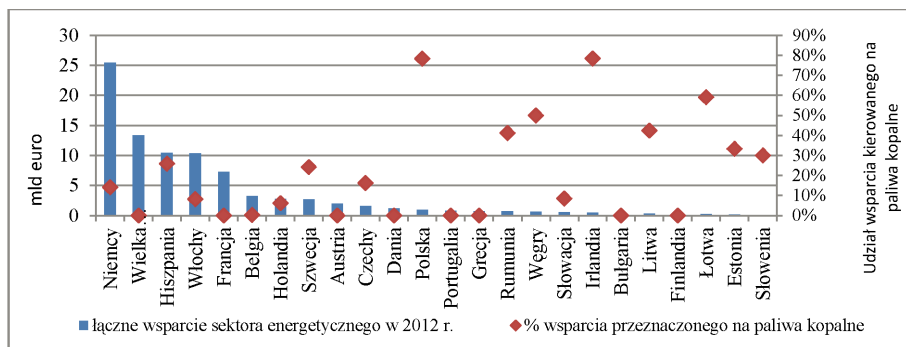


Rys. 9. Udział poszczególnych źródeł energii w rozdysponowaniu wsparcia sektora energetycznego w EU w 2012 r.

Źródło: Opracowano na podstawie: Subsidies and costs of EU energy Annex 1-3 (Ecofys, 20140).

Na rysunku 10 przedstawiono zsumowaną wartość wsparcia sektora energetycznego w poszczególnych krajach UE oraz udział wsparcia kierowanego do sektora tradycyjnych paliw kopalnych⁵. Do państw najsilniej wspierających energetykę ogółem należą Niemcy, Wielka Brytania, Hiszpania oraz Włochy. W porównaniu do tych krajów poziom wsparcia energetyki w Polsce można ocenić jako dość niski. Bardzo istotnym jest w tym kontekście także fakt, że Polska (obok Irlandii) należy do krajów przeznaczających relatywnie największą część wsparcia na energetykę konwencjonalną. Według dostępnych danych, w 2012 roku do sektora energii pozyskiwanej z paliw kopalnych (w różnych formach pomocy) trafiało blisko 80% wartości całego wsparcia sektora energetycznego. Wskaźnik ten dość jednoznacznie wskazuje na priorytety w dotychczasowej polityce energetycznej Polski, do których należy zaliczyć raczej energię bazującą na paliwach kopalnych. Czynnikiem ten należy uznać za jeden z ważniejszych determinantów kształtujących także obecne perspektywy rozwoju branży OZE (w tym w obszarze rolnictwa), przy założeniu kontynuacji polityki klimatyczno-energetycznej prowadzonej w przeszłości.

⁵ Odwołanie się do udziału wsparcia segmentu paliw kopalnych jednoznacznie wskazuje na akcenty w polityce energetycznej poszczególnych krajów. Wsparcie sektora OZE, jak wynika z wcześniejszych zestawień, może odbywać się kilkoma sposobami. Mając na celu bardziej jednoznaczne porównanie sytuacji, zdecydowano się na przedstawienie na wykresie informacji o udziale wsparcia kierowanego do energetyki bazującej na źródłach kopalnych.



Rys. 10. Łączna wartość wsparcia sektora energetycznego w wybranych krajach UE.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Subsidies and costs of EU energy Annex 1-3 (Ecofys, 2014).

Wsparcie odnawialnych źródeł energii (podobnie jak konwencjonalnych) może odbywać się za pomocą wielu różnych instrumentów. Ogólnie można je zakwalifikować do narzędzi o charakterze dopłat do inwestycji oraz narzędzi o charakterze pomocy operacyjnej w okresie eksploatacji danego źródła energii (dopłaty do produkcji). Do najważniejszych można zaliczyć:

- *granty inwestycyjne* – obejmują częściowe dofinansowanie inwestycji na etapie jej realizacji;
- *taryfy gwarantowane (feed-in tariffs)* – polegają na gwarancji zakupu energii od właściciela instalacji OZE (np. rolnika) po ustalonej z góry cenie, przez określony czas. Instrument ten miał m.in. obowiązywać w Polsce na podstawie ustawy z lutego 2015 r. w odniesieniu do mikroinstalacji o mocy elektrycznej nieprzekraczającej 10 kW (co w uproszczeniu odpowiadałoby małej biogazowni rolniczej zasilanej obornikiem i gnojowicą od stada liczącego ok. 30 sztuk dużych);
- *dopłaty (premie) gwarantowane (feed-in premiums)* – w przeciwieństwie do tariff gwarantowanych nie zapewniają stałej ceny energii odbieranej z instalacji OZE, a jedynie gwarantują określoną dopłatę do ceny rynkowej;
- *system świadectw pochodzenia energii* – tzw. zielone certyfikaty (*green certificates*) – polega na otrzymywaniu przez producentów energii zbywalnego prawa majątkowego za każdą jednostkę energii wyprodukowanej z OZE. Ceny certyfikatów ustalane są w efekcie „gry” podaży (tworzonej przez producentów energii OZE) i popytu (zgłaszanego przez producentów energii ze źródeł konwencjonalnych, którzy zakupując certyfikaty wykazują osiągnięcie określonego udziału OZE w swojej strukturze produkcji, do czego zobligowani są przez prawo). System certyfikatów stanowił podstawę wsparcia odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2016 r.;
- *system aukcyjny (call for tender)* – polega na wyborze w ramach przetargu przedsiębiorców deklarujących dostarczenie energii wytworzonej w instalacji OZE (wygrywa podmiot oferujący najniższą cenę). System ten przeznac-

czony jest zazwyczaj do instalacji o większych mocach (choćby ze względu na możliwość osiągania efektów skali w przypadku większych obiektów);

- *ulgi podatkowe i dofinansowanie kredytów inwestycyjnych.*

Dokładniejszą charakterystykę stosowanych w różnych krajach instrumentów wsparcia produkcji energii z OZE można znaleźć m.in. w opracowaniu Held i in. (2013). Dotychczasowe doświadczenia w zakresie wspierania OZE nie pozwalają jednak na stwierdzenie, jaki zestaw narzędzi można uznać za optymalny z punktu widzenia stawianych celów środowiskowych i ekonomicznych. Systemy wsparcia energii z OZE w poszczególnych krajach znacząco się różnią. Zestaw podstawowych instrumentów z uwzględnieniem rodzaju źródła odnawialnej energii stosowanych w poszczególnych krajach w odniesieniu do wsparcia energii elektrycznej zamieszczono w tabeli 1 (według stanu na 2014 r.). Z punktu widzenia rolnictwa, za najważniejsze można uznać informacje zamieszczone w kolumnie pt. „energia z biomasy”. Biorąc pod uwagę częstość występowania poszczególnych rodzajów wsparcia, można stwierdzić, że najpowszechniej stosowanym instrumentem w krajach UE były dotychczas taryfy gwarantowane.

Biorąc pod uwagę znaczenie rolnictwa w rozwoju energetyki odnawialnej, istotną kwestią wydaje się pytanie o udział wsparcia trafiającego do sektora rolniczego. Brak dostępnych danych o wsparciu OZE w przekroju rodzajowym wytwórców energii znacząco utrudnia precyzyjną odpowiedź na to pytanie. W uproszczeniu można jednak przyjąć, że główną przesłanką dla większości transferów w tym obszarze jest wytwarzanie energii z biomasy (choć rolnicy mogą wytwarzać też np. energię z wiatru). Na rysunku 11 przedstawiono poziom wydatków ponoszonych łącznie przez poszczególne kraje UE w latach 2008-2010 na wsparcie wytwarzania energii z biomasy oraz ilość pierwotnej odnawialnej energii pozyskiwanej z rolnictwa. Pomimo że w rolnictwie może powstawać energia także z innych źródeł, to można obserwować dość silną zależność między poziomem finansowego wsparcia wykorzystania biomasy na cele energetyczne a ilością energii odnawialnej wytwarzanej w sektorze rolniczym. Współczynnik korelacji Pearsona kształtuje się w tym przypadku na poziomie 0,94. Jedynie w kilku krajach ilość energii odnawialnej wywarzanej przez rolnictwo w niewielkim stopniu zależy od poziomu subsydiowania wykorzystania biomasy (Francja, Hiszpania), co sugeruje, że energia powstająca w rolnictwie bazuje w tych przypadkach w większym stopniu na innych źródłach niż biomasa (albo że inne źródła są silniej wspierane środkami publicznymi). Spośród krajów UE zdecydowanie największym poziomem wsparcia produkcji energii z biomasy charakteryzowały się Niemcy, które na ten cel w omawianym okresie przeznaczały ponad połowę całego wsparcia w UE (~53%), co przekładało się również na blisko 50% udział tego kraju w energii odnawialnej wytwarzanej przez całe rolnictwo UE. Do krajów o względnie niewielkim wsparciu wytwarzania energii z biomasy należy natomiast Polska, chociaż ilość energii pierwotnej pozyskanej z rolnictwa była w tym przypadku nieco większa

niż w innych krajach o porównywanym poziomie subsydiowania. Może to wynikać z praktyki współspalania biomasy, co – jak wskazywano wcześniej – jest technologią dość taną i tym samym umożliwiającą produkcję energii przy niższym poziomie wsparcia finansowego.

Tabela 1

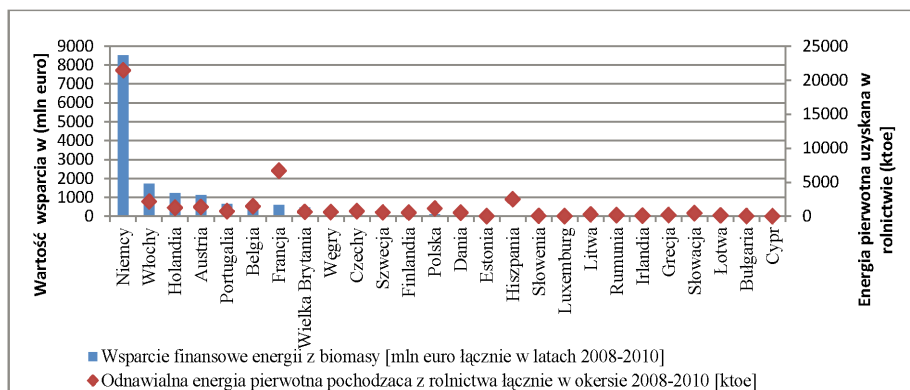
Instrumenty wsparcia OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej stosowane w poszczególnych krajach UE z uwzględnieniem źródła energii

Kraj	Rodzaj źródła energii						
	energia z biomasy	energia geotermalna	energia hydrotermalna	energia z pływów/prądów oceanicznych	inne	energia słoneczna	energia wiatrowa
Austria	TG		TG, G			TG, G	TG
Belgia	ZC		ZC			ZC	ZC, G
Chorwacja	TG		TG			TG	TG
Czechy	TG, DG		TG, DG			TG, DG	TG, DG
Dania	TG, DG				TG		TG, DG
Estonia	TG		TG			TG	TG
Finlandia	TG, DG, G	G	G		G	G	TG
Francja	TG, A	TG	TG		TG	TG, A	TG, A
Niemcy	TG, DG	TG, DG	TG, DG			TG, DG	TG, DG
Grecja	TG		TG			TG	TG
Węgry	TG		TG			TG	TG
Irlandia	TG		TG		TG		TG
Włochy	TG, DG, ZC	TG, ZC	TG, DP, ZC			TG, DG	TG, DG, ZC
Litwa	TG		TG			TG	TG
Holandia	TG	TG	TG			TG	TG
Polska	ZC ^a		ZC ^a			ZC ^a	ZC ^a
Portugalia	TG		TG		TG	TG	TG
Rumunia	ZC		ZC			ZC	ZC
Hiszpania	TG		TG			TG	TG
Szwecja	ZC		ZC			ZC	ZC
W. Brytania	TG, ZC		TG, ZC	ZC		TG, ZC	TG, ZC

Objaśnienia: TG – taryfy gwarantowane, DG – dopłaty(premie) gwarantowane, ZC – zielone certyfikaty, G – granty inwestycyjne.

^a Do 2015 roku, od czerwca 2016 obowiązuje system aukcyjny dla większych instalacji oraz system tzw. opustów dla mikroinstalacji (o mocy do 40 kW). Kluczowym założeniem systemu jest rezygnacja z bezpośredniego wsparcia finansowego sprzedaży energii. Nadmiar wyprodukowanej w danym momencie energii może być wysłany do sieci energetycznej i odebrany w okresie zwiększonego zapotrzebowania, jednak w ilości nie większej niż 70-80% tego, co zostało przekazane. Energia, która nie zostanie odebrana z sieci, rozliczana będzie po standardowej cenie hurtowej.

Źródło: CEER, 2015.



Rys. 11. Wsparcie finansowe kierowane na produkcję energii z biomasy (mln euro łącznie w okresie 2008-2010) a ilość odnawialnej energii pierwotnej pozyskanej z rolnictwa (Ktoe łącznie za okres 2008-2010) w krajach UE.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Subsidies and costs of EU energy Annex 1-3 (Ecofys, 2014) oraz bazy danych Eurostat (2016).

Biorąc pod uwagę uzależnienie produkcji energii odnawialnej od wsparcia finansowego środkami publicznymi, należy podkreślić znaczenie regulacji prawnych dotyczących funkcjonowania OZE w Polsce. Niska efektywność i skuteczność obowiązującego od 2005 roku systemu wsparcia OZE w Polsce sprawiła, że zaczęto poszukiwać rozwiązań, które wyeliminowałyby istniejące niedoskonałości i doprowadziły do rzeczywistego wzrostu udziału energii odnawialnej w jej łącznym zużyciu. Efektem kilkuletnich dyskusji była nowa ustawa o OZE z lutego 2015 r., która zakładała m.in. wprowadzenie taryf gwarantowanych dla najmniejszych mikroinstalacji o mocy do 10 kW (Ustawa, 2015). Przyjęte prawo zapewniało takim instalacjom możliwość sprzedaży energii po cenie ok. 70 gr/kWh (czyli nieco wyższej od ceny detalicznej obejmującej opłatę za energię i jej przesłanie do odbiorcy), podczas gdy hurtowa cena rynkowa to niecałe 20 gr. Ten instrument wsparcia miał służyć budowie systemu energetyki rozproszonej i – jak można przypuszczać – mógł stać się zachętą do tworzenia instalacji OZE nawet w stosunkowo niewielkich gospodarstwach rolnych. Drugi z kluczowych elementów nowego systemu bazuje na zasadzie aukcji. Polega na tym, że przetarg na dostawę energii z OZE wygrywa ten producent, który zaoferuje najniższą cenę energii – w zamian otrzymuje gwarancję odbioru energii przez następne 15 lat po ustalonej na aukcji cenie. Bardziej szczegółową interpretację założenia ustawy z 2015 r. zamieszczono w opracowaniu Sulewskiego i in. (2016). Uchwalona ustawa została jednak zmieniona jeszcze przed wejściem w życie kluczowych przepisów. Przyjęta w czerwcu 2016 nowelizacja zastąpiła system taryf gwarantowanych tzw. „systemem opustów”, co jest roz-

wiązaniem całkowicie nowym. Kluczowym założeniem systemu jest rezygnacja z bezpośredniego wsparcia finansowego sprzedaży energii. Nadmiar wyprodukowanej w danym momencie energii może być wysłany do sieci energetycznej i odebrany w okresie zwiększonego zapotrzebowania, jednak w ilości nie większej niż 70-80% tego, co zostało przekazane. Oznacza to, że tworzenie odnawialnych źródeł energii przy gospodarstwach rolnych ma uzasadnienie jedynie w przypadku, gdy wytwarzana energia będzie mogła zostać zużyta w obrębie gospodarstwa (ewentualnie grupy gospodarstw), co ogranicza znaczenie mikroinstalacji OZE jako alternatywnego źródła dochodów rolników. Więksi producenci nadal będą mogli uczestniczyć w systemie aukcyjnym, przy czym aukcje będą się odbywać w wydzielonych „koszykach technologicznych”. Ograniczy to konkurencję między mniej i bardziej kosztochłonnymi technologiami i może tym samym pozytywnie wpłynąć na możliwości rozwoju OZE wymagających dużych środków inwestycyjnych, jak np. biogazownie rolnicze o skali produkcji większej niż odpowiadająca poziomowi mikroinstalacji.

W kontekście opisanych powyżej uwarunkowań należy podkreślić, że dotychczasowe doświadczenia sugerują brak długofalowej i realistycznej strategii rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce. Biorąc pod uwagę skalę wsparcia energetyki odnawialnej w różnych krajach o większych doświadczeniach w tworzeniu OZE (w tym biogazowni rolniczych), można stwierdzić, że w Polsce poziom wsparcia jest wyjątkowo niski, a większość środków finansowych wspierających energetykę kierowana jest do sektora paliw kopalnych. W tym kontekście trudno o jednoznaczną ocenę możliwości rozwoju energetyki odnawialnej bazującej na rolnictwie (głównie przetwarzaniu biomasy). Można wskazać zarówno liczne siły mogące stymulować rozwój tego sektora, jak też czynniki go hamujące. Zestawienie takich czynników zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2

Czynniki wzmacniające i hamujące rozwój energetyki odnawialnej bazującej na biomasie w polskim rolnictwie

Czynniki stymulujące rozwój energetyki odnawialnej w sektorze rolnym	Czynniki hamujące rozwój energetyki odnawialnej w sektorze rolnym
Unijna polityka klimatyczno-energetyczna zakłada dalsze zwiększanie udziału energii odnawialnej w „miksie energetycznym”	Realizacja celów polityki klimatyczno-energetycznej jest możliwa także poprzez inne (konkurencyjne) technologie
Realizacja celów polityki klimatyczno-energetycznej wymaga redukcji emisji gazów cieplarnianych także z rolnictwa, co jest możliwe m.in. poprzez przetwarzanie gnojowicy i obornika w biogazowniach rolniczych	Realne możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa w wyniku tworzenia instalacji biogazowych dotyczą głównie fazy przechowywania obornika i gnojowicy (możliwa jest presja na ograniczanie skali niektórych działalności rolniczych celem ograniczania emisji z rolnictwa)
Produkcja energii odnawialnej (w tym bazującej na biomasie) może stanowić sposób na dywersyfikację działalności gospodarstw i pozyskanie dodatkowego źródła dochodów	Na obecnym poziomie rozwoju technologii OZE o opłacalności decyduje wsparcie środkami publicznymi; regulacje wprowadzone w Polsce w 2016 uniemożliwiają uzyskanie dodatkowych dochodów z produkcji OZE przez gospodarstwa o najmniejszej skali produkcji energii
Produkcja energii odnawialnej w rolnictwie stanowi szansę na obniżenie kosztów energii w gospodarstwach	Koszty produkcji energii odnawialnej w mikroinstalacjach są zazwyczaj zdecydowanie wyższe niż cena zakupu energii z sieci (o zasadności inwestycji decyduje dostępność wsparcia finansowego), natomiast w przypadku większych instalacji właściciele nie są w stanie zagospodarować całości wytworzonej energii
W rolnictwie (i przemyśle żywnościowym) powstają znaczne ilości odpadów organicznych, których przetwarzanie w biogazowniach stanowi skuteczny sposób utylizacji	Wytwarzanie energii z biomasy, która w normalnych warunkach była przyorywana, prowadzi do pogorszenia bilansu materii organicznej w glebie, co jest niekorzystne z punktu widzenia jej potencjału plonotwórczego
Poza surowcami odpadowymi, rolnictwo jest w stanie dostarczać także biomasę „dedykowaną” do przetwarzania w instalacjach OZE, bazującą na roślinach energetycznych	Uruchamianie instalacji OZE bazujących na „dedykowanej” biomasie prowadzi często do ograniczenia zasobów ziemi uprawnej dostępnej do produkcji żywności
Rozwój poszczególnych technologii OZE przekłada się na wyraźny spadek kosztów produkcji (głównie w wyniku spadku cen elementów wyposażenia)	O poziomie jednostkowych kosztów wytwarzania decyduje skala produkcji – gospodarstwa rolne (nawet dość duże) predysponowane są do produkcji energii w instalacjach o stosunkowo niewielkiej mocy i wysokim jednostkowym koszcie produkcji
Wprowadzone w nowelizacji ustawy o OZE z 2016 r. przepisy tworzą formalne przesłanki do współpracy w ramach spółdzielni i klastrów energetycznych	Polscy rolnicy charakteryzują się dość niską skłonnością do podejmowania działań o charakterze kolektywnym
Biogaz rolniczy jako źródło energii charakteryzujące się większą stabilnością (w porównaniu do energetyki wiatrowej czy solarnej) otrzymał w zapisach znowelizowanej ustawy przywileje sugerujące jego przydatność w realizacji polityki energetycznej Państwa (odrębny koszyk technologiczny, „błękitne certyfikaty”)	Rozproszona struktura gospodarstw rolniczych utrudnia tworzenie większych instalacji, a małe biogazownie nie mogą korzystać ze wsparcia finansowego do produkcji energii z biogazu

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowanie

Wytwarzanie energii stanowi jedno z podstawowych źródeł emisji gazów cieplarnianych i w konsekwencji uznawane jest za główny czynnik zmian klimatycznych. Obserwacja ta skłoniła rządy wielu krajów do wspierania zmian w strukturze wytwarzanej energii, których najbardziej wyrazistym przejawem jest dążenie do zwiększania udziału OZE. Istotny udział w strukturze emisji ma także produkcja rolna, co wobec istniejących w tym sektorze możliwości wytwarzania energii przemawia za silniejszym zaangażowaniem rolnictwa w produkcję energii odnawialnej. Pomimo tego, że energetyka odnawialna bazuje w Polsce głównie na biomasie, to w niewielkim tylko stopniu za pozyskiwanie energii odpowiada sektor rolny. Należy mieć jednak na uwadze, że bardziej intensywne wykorzystanie biomasy rolniczej (szczególnie spalanie słomy) może prowadzić do nasilenia niekorzystnych zmian w zakresie bilansu substancji organicznej w glebie.

Technologie OZE we wstępnym fazach rozwoju są znacznie droższe niż produkcja energii ze źródeł konwencjonalnych, co oznacza, że w praktyce ich rozwój warunkowany jest intensywnością wsparcia środkami publicznymi. Wsparcie energetyki odnawialnej jest uzasadnione w kontekście koncepcji środowiskowych dóbr publicznych, do których można zaliczyć m. in. klimat i jakość powietrza. Jest to szczególnie istotne w świetle najnowszych badań wskazujących na problem nadmiernego zanieczyszczenia powietrza w Polsce (Malec i Borowski, 2016). Dotychczas nie wypracowano uniwersalnego mechanizmu wsparcia OZE, który gwarantowałby optymalizację celów ekonomicznych i środowiskowych, a poszczególne kraje UE stosują różne podejścia w zakresie realizacji polityki klimatyczno-energetycznej. Polska należy do państw, które charakteryzują się jednym z niższych poziomów wsparcia OZE, a obserwowany wzrost udziału tej energii w tzw. „miksie energetycznym” jest w znacznym stopniu efektem współspalania biomasy w dużych blokach energetycznych, z dużym udziałem biomasy z importu, co samo w sobie podważa środowiskowy sens OZE.

Dotychczasowy model rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce można uznać za jeden z kluczowych czynników ograniczających możliwości wzrostu znaczenia OZE w rolnictwie. Mając na uwadze cechy charakterystyczne produkcji rolnej, należy stwierdzić, że największe możliwości pozyskiwania energii odnawialnej w rolnictwie wiążą się z przetwarzaniem biomasy. Szczególnie przydatne wydają się w tym kontekście biogazownie rolnicze, które umożliwiają zagospodarowanie nie tylko resztek z produkcji roślinnej, ale także pozostałości z chowu zwierząt. Biorąc jednak pod uwagę nowe regulacje prawne i względnie niewielką skalę produkcji polskich gospodarstw, należy przyjąć, że nie będą one miały w praktyce możliwości uczestniczenia w systemie aukcyjnym, co wykluczy je z możliwości korzystania ze wsparcia finansowego w ramach instrumentów stymulujących rozwój energetyki odnawialnej. Pewną alternatywą pozostaje współpraca rolników i wspólne tworzenie większych in-

stalacji OZE (np. biogazowni rolniczych). Mając jednak na uwadze charakterystyczną dla polskiego rolnictwa niechęć do kooperacji, trudno przyjąć taką opcję jako rozwiązanie bazowe. Z perspektywy przeprowadzonych rozważań dotyczących systemów wsparcia OZE stosowanych w różnych krajach, dotychczasowej historii rozwoju OZE w Polsce i nowych regulacji prawnych, należy przyjąć, że pomimo pokładanych oczekiwań i „naturalnych predyspozycji” rolnictwa, gospodarstwa rolne nie staną się w najbliższych latach istotnym wytwórcą energii z zasobów odnawialnych.

Literatura:

- Adamczyk, F., Frąckowiak, P., Zbytek, Z. (2010). Sposoby wykorzystania biomasy stałej na cele energetyczne. Część 1. Oleje roślinne. *Technika Rolnicza i Leśna*, nr 5/2005.
- Baldock, D., Hart, K., Scheele, M. (2010). *Dobra publiczne i interwencja publiczna w rolnictwie. Europejska Sieć na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich*.
- Burrell, A. (2010). *Renewable energies from the rural sector: the policy challenges*. <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/48309185.pdf>
- CEER (Council of European Energy Regulators) (2015). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe in 2012 and 2013. Ref: C14-SDE-44-03, Bruxelles.
- Ecofys (2014). *Subsidies and costs of EU energy*. Raport dla Komisji Europejskiej.
- Elbersen, B., Startisky, I., Naeff, H., Hengeveld, G., Schelhaas, M.J., Böttcher, H. (2010). Spatially detailed and quantified overview of EU biomass potential taking into account the main criteria determining biomass availability from different sources. Deliverable 3.3 – Projekt: Biomass role in achieving the Climate Change & Renewables EU policy targets. Demand and Supply dynamics under the perspective of stakeholders . IEE 08 653 SI2. 529 241.
- Epstein, P. R., Buonocore, J.J., Eckerle, K., Hendryx, M., Stout, B.M., Heinberg, R., Clapp, R.W., May, B., Reinhart, N.L., Ahern, M.M., Doshi, S.K., Glustrom, L. (2011). Full cost accounting for the life cycle of coal. *Annals of The New York Academy of Sciences*, issue: Ecological Economics Reviews.
- EuroObserv'ER (2014). Biuletyn Energii Odnawialnej – Biogaz.
- European Commission (2014). Communication From the Commission to the European Parliament and the Council. Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy. COM(2014) 520 final, Brussels, 23.7.2014.
- European Commission (2016). Wniosek – Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rocznych wiążących ograniczeń emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie w latach 2021-2030 na rzecz stabilnej unii energetycznej i w celu wywiązania się ze zobowiązań wynikających z porozumienia paryskiego, oraz zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 525/2013 w sprawie mechanizmu monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji gazów cieplarnianych oraz zgłaszania innych informacji mających znaczenie dla zmiany klimatu. Bruksela, dnia 20.07.2016 r. COM(2016) 482 final 2016/0231 (COD).
- Eurostat (2015). Renewable energy statistics. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics#Consumption
- Eurostat: [http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/File:Contribution_of_agriculture_to_total_GHG_emissions_\(%25\)_2010_EU_27_.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/File:Contribution_of_agriculture_to_total_GHG_emissions_(%25)_2010_EU_27_.png)
- Gradziuk, P. (2015). Gospodarcze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w Polsce. *Monografie i Rozprawy Naukowe*, nr 45, Puławy: IUNG.
- Held, A., Ragwitz, M., Gephart, M., Visser, de E., Klessmann, C. (2014). Design features of support schemes for renewable electricity. Ecofys 2013 by order of: European Commission.
- Hermann, W.A. Quantifying global exergy resources. *Energy* 33(12). <http://cait.wri.org/historical>
- <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:PL:PDF>

- <http://ozerise.pl/pl/oze-w-gospodarstwach-rolnych-i-mikrosieciach>: Odnawialne źródła energii (OZE) w gospodarstwach rolnych i mikrosieciach.
- International Energy Agency (2014). World Energy Outlook. <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energysubsidies/fossilfuelsubsidydatabase/>
- IPCC (2007). Climate Change (2007). Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.
- IRENA 2012: Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series. *Biomass for Power Generation*, vol. 1, issue 1/5.
- Klugmann-Radziemska, E. (2008). *Praktyczne wykorzystanie energii słonecznej*. Artykuł w ramach projektu „Odnawialne Źródła Energii Opolszczyzny” nr 1/POKL/8.2.1/2008*
- KOBiZE (2014). Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2015. Warszawa.
- Kuś, J. (red.), Faber, A., Matyka, M. (2009). *Uprawa roślin na potrzeby energetyki*. Warszawa: Polska Konfederacja Pracodawców Prywatnych.
- LAZARD (2014). Lazard's levelized cost of energy analysis – version 8.0.
- Leszczyński, T.Z. (2010). Perspektywy energetyki słonecznej w Unii Europejskiej. *Ziemia na rozdrożu* – artykuł nr 1069.
- Malec, A., Borowski, G. (2016). Zagrożenia pyłowe oraz monitoring powietrza atmosferycznego. *Inżynieria Ekologiczna*, vol. 50, Grudzień 2016.
- Małażewska, S. (2015). Środowiskowe dobra publiczne w rolnictwie i na obszarach wiejskich. *Ekonomia i Środowisko*, nr 1(52).
- Michalski, M.Ł. (2006). Światowe zasoby energii słonecznej i kierunki ich wykorzystania. *Czysta Energia*.
- Ministerstwo Środowiska (2016). Odpowiedź na interpelację nr 5168 Pana posła Tomasza Nowaka w sprawie włączenia pochłaniania dwutlenku węgla przez lasy do systemu handlu emisjami w Unii Europejskiej K8INT5168. <http://orka2.sejm.gov.pl/INT8.nsf/klu-cz/658C47ED/%24FILE/i05168-o1.pdf>
- Mirosz, L., Amrozy, A., Trząski, A., Wiszniewska, A. (2015). Co decydenci polityczni powinni wiedzieć o mikrobiogazowniach?. *Publikacja BioEnergy Farm II*, Warszawa: NAPE.
- Pedroli, B., Langeveld, H. (2011). Impacts of Renewable Energy on European Farmers. Final Report for the European Commission Directorate-General Agriculture and Rural Development, AGRI-2010-EVAL-03.
- Rządowe Centrum Legislacji (2016). Projekt ustawy o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu z 20 grudnia 2016 r.
- Sulewski, P., Majewski, E., Wąs, A., Szymańska, M., Malak-Rawlikowska, A., Fraj, A., Trząski, A., Wiszniewski, A., Amrozy, M. (2016). Uwarunkowania ekonomiczno-prawne i opłacalność inwestycji w biogazownie rolnicze w Polsce. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* nr 1/(346).
- Swatowska, B. (2016). Fotowoltaika. Rodzaje ogniw słonecznych. Charakterystyki I-V i diagnostyka ogniw. AGH.cWykład.
- Teraz Środowisko (2014). *Produkcja mięsa gorsza dla klimatu niż transport*. <http://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Produkcja-miesa-gorsza-dla-klimatu-niz-transport-329.html>.

- Ustawa z dn. 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii. Dz.U. z 2015 r., poz. 478 z póź. zm.
- Ustawa z dn. 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Dz.U. 2007, nr 147, poz. 1033.
- Wiśniewski, G., Michałowska-Knap, K., Kunikowski, G. (2013). *Ocena skutków ekonomicznych utrzymania wsparcia dla technologii współspalania węgla z biomasą*. Warszawa: IEO.
- www.wyborcza.biz.pl: Chińczycy ograniczą jedzenie mięsa. Chcą ograniczyć efekt cieplarniany. http://wyborcza.biz/biznes/1,147750,20281403,spozycie_miesa_a_efekt_cieplarniany.html#ixzz4Eqc3FWpb (data dostępu: 15.09.2016).
- Zillman, D.N., Redgwell, C., Omorogbe, Y.O., Barrera-Hernandez, L.K. (2008). *Beyond the Carbon Economy. Energy Low in Transistion*. New York: Oxford University Press.

PIOTR SULEWSKI

EDWARD MAJEWSKI

ADAM WAŚ

Warsaw University of Life Sciences (SGGW)

Warsaw

THE IMPORTANCE OF AGRICULTURE IN THE RENEWABLE ENERGY PRODUCTION IN POLAND AND THE EU

Abstract

The study attempts to assess the importance of agriculture in the process of renewable energy development in Poland and the EU. It was pointed out that, despite the large production potential, the share of agriculture in the production of renewable energy is relatively small in many countries, including Poland. It was stressed that a special role in the process of renewable energy production in agriculture can be played by agricultural biogas plants. Production of agricultural biogas is not only a way of generation of renewable energy, but also a manner of reduction of methane emissions which usually takes place when manure is stored on the farm. This is particularly important from the point of view of the EU climate policy. The experience of many countries shows that the rise of renewable energy, particularly in the early stages of development of specified technology depends on the support from public funds. Available statistics suggests that the EU Member States present very different approaches to the policy of RES support. In some EU countries (including Poland), a large part of public funds is directed to support “traditional” energy based on fossil fuels.

Keywords: renewable energy, agriculture, RES support.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.03.2017.