

Michał Jasiulewicz

Politechnika Koszalińska

WYKORZYSTANIE ROLNICTWA DO CELÓW ENERGETYCZNYCH W POLSCE

1. Wstęp

Polska należy do krajów, w których w zależności od uwarunkowań regionalnych i lokalnych mogą być wykorzystane różne formy odnawialnych źródeł energii (OZE). Największe znaczenie przypisuje się możliwości wykorzystania biomasy głównie z rolnictwa. Pomimo stosunkowo dużego udziału lasów w powierzchni kraju (29%) [13] prawie całość surowca drzewnego jest wykorzystana przez przemysł (drzewny, meblarski, celulozowy), a także lokalnie przez ludność wiejską do celów grzewczych w gospodarstwach domowych. Nie można liczyć na znacznie większe ilości drewna dla energetyki. Pozostaje zatem możliwość produkcji biomasy w rolnictwie, z przeznaczeniem do celów energetycznych. Wykorzystanie rolnictwa jako źródła surowców energetycznych jest uzasadnione z kilku powodów, m.in.:

- występującej nadwyżki produkcyjnej w rolnictwie, którą można wykorzystać jako surowiec energetyczny do produkcji paliw płynnych – bioetanolu, biodiesla, BTL, biogazu, a także paliw stałych (celowe jest wykorzystanie odpadów z rolnictwa, surowców gorszej jakości, a także upraw roślin do celów energetycznych),
- istnienia odpadów biomasy z przemysłu rolno-spożywczego,
- możliwości bardziej efektywnego wykorzystania gruntów niskiej jakości (ONW), które w Polsce stanowią prawie połowę ogólnej powierzchni użytków rolnych,
- wykorzystania gruntów nadmiernie zanieczyszczonych (lokalnie), które z powodzeniem nadają się do upraw energetycznych,
- konieczności spełnienia dyrektyw UE w celu uniknięcia kar finansowych,
- włączenia się do procesu (Protokół z Kioto) przeciwdziałania ociepleniu klimatu,
- wdrażania zasady zrównoważonego rozwoju.

Należy także wziąć pod uwagę to, iż w handlu zagranicznym Polski istnieje znaczna przewaga importu surowców energetycznych nad ich eksportem z kraju – zwłaszcza dominuje ogromny import ropy naftowej (20,8 mln t) oraz gazu ziemnego (10,3 mld m³), w eksporcie przeważa węgiel kamienny (8,5 mln t) [1].

2. Możliwości pozyskania biomasy z rolnictwa do produkcji biodiesla – estrów metylowych kwasów tłuszczowych

Według Dyrektyw UE [1; 2; 3] oraz przyjętej *Strategii rozwoju energetyki odnawialnej* [16], a także *Polityki energetycznej Polski do 2030 roku* [12] udział OZE w Polsce w bilansie energii pierwotnej powinien osiągnąć w 2010 r. 7,5% (tj. około 250 PJ) i 15% w 2020 r. (tj. około 470 PJ), a w paliwach płynnych 5,75 i 10,0%. Osiągnięcie tych celów jest w pełni możliwe, chociaż uzależnione od wielu działań politycznych oraz organizacyjnych i decyzji strategicznych. Jak wynika z danych GUS [4], w 2008 r. energetyka polska wyprodukowała 3199,8 GWh energii elektrycznej z biomasy stałej w stosunku do 156 178 GWh produkowanej ogółem w Polsce energii elektrycznej w 2008 r., tj. 2,0% [13]. Aby spełnić Narodowy Cel Wskaźnikowy, Polska powinna zagwarantować produkcję OZE na poziomie 7,5% w 2010 r., podczas gdy w 2008 r. udział OZE w produkcji energii elektrycznej ogółem stanowił 6440,8 GWh, tj. 4,1% (w tym z energii wodnej 1,3%, z energii wiatru 0,5%, z biogazu 0,2% [4], z biomasy stałej 2,0%). Teoretycznie, znaczące rezerwy znajdują się w leśnictwie, a także niewykorzystywane są zasoby słomy (7,8 mln t) [5]. Jeżeli jednakże rozważymy to dokładniej, jest to mało realne, gdyż, po pierwsze, leśnictwo nie dysponuje takimi nadwyżkami drewna, które w większej ilości można by przeznaczyć do celów energetyki przemysłowej, a wykorzystanie słomy do celów energetycznych wymaga odpowiedniego wyposażenia w infrastrukturę grzewczą, a po drugie, poważną przeszkodą są trudności logistyczne oraz szkodliwe działanie chlorków zawartych w słomie na instalacje grzewcze. Na polskim rynku brakuje biomasy, którą można byłoby wykorzystać w energetyce – brak jest zatem zarówno rynku popytu, jak i rynku podaży biomasy. Aby sprostać dyrektywom UE w zakresie produkcji energii elektrycznej z OZE oraz zmniejszyć emisję CO₂ do wyznaczonego poziomu, należy zakładać wieloletnie plantacje roślin energetycznych, które dostarczą biomasy, zarówno do istniejących elektrociepłowni, jak i do nowych małych oraz średnich elektrociepłowni w układzie rozproszonym, pracujących w systemie kogeneracji, zarówno poprzez zgazowanie jak i spalanie biomasy. Istotne jest pytanie – jak wielki areał możemy przeznaczyć na produkcję roślin energetycznych jako paliw stałych na rzecz produkcji energii elektrycznej i ciepłej, wytwarzania biogazu oraz produkcji biopaliw płynnych (bioetanolu, ETEBE, biodiesla), bez zakłócenia bezpieczeństwa żywnościowego oraz przy spełnieniu dyrektyw UE. Jak wykazują badania przeprowadzone przez IUNG – PIB w Puławach [11], aby spełnić Dyrektywę UE 2003/30/WE w sprawie użycia w

transportie biopaliw odnawialnych w przypadku produkcji biodiesla, należy w Polsce zwiększyć powierzchnię uprawy rzepaku z 771,1 tys. ha (2008 r.) [14] do 975 tys. ha w 2010 r. i zwiększyć jego produkcję z 2,1 mln t (w 2008r.) do 2,73 mln t (w tym na produkcję biodiesla 1,43 mln t) w 2010 r. (tab. 1 i 2).

Tabela 1. Prognoza zapotrzebowania na rzepak z przeznaczeniem na konsumpcję i produkcję biodiesla

Wyszczególnienie	Jednostka miary	2006	2007	2008	2009	2010
Rzepak na cele konsumpcyjne	mln t	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3
Zużycie ON	mln t	7,46	7,83	8,22	8,63	8,98
Planowane zużycie estrów	wartość energetyczna (%)	2,75	3,50	4,25	5,00	5,75
	tys. t	227	303	386	476	570
Rzepak na biodiesel	mln t	0,57	0,76	0,96	1,19	1,43
Powierzchnia uprawy rzepaku	tys. ha	560	640	780	863	975
Prognozowany plon	t/ha	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8
Prognozowane zbiory	mln ton	1,34	1,60	1,95	2,33	2,73
Rzepak na konsumpcję	mln t	1,03	1,00	1,10	1,20	1,30

Źródło: [15].

Tabela 2. Prognoza zapotrzebowania na estry metylowe z rzepaku

Rok	Udział energetyczny estrów w ON [%]	Zapotrzebowanie na estry [mln t]	Zapotrzebowanie na rzepak [tys. t]	Powierzchnia uprawy rzepaku na estry [tys. ha]
2005	2,0	129	284	129
2006	2,75	177	390	177
2007	3,50	225	496	225
2008	4,25	274	602	262
2009	5,00	322	708	308
2010	5,75	370	814	339
2020	10,00	641	1411	543

Źródło: [18] oraz Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – 2008 (Konferencja w MRiRW 3.12.2008).

W określeniu potencjalnej powierzchni uprawy rzepaku należy jednocześnie uwzględnić kilka czynników, m.in. jakość gleby, niebezpieczeństwo wymarzenia, strukturę agrarną, udział rzepaku w strukturze upraw (zasiewów). Jakość gleb, jak wcześniej wspomniano, ma bardzo duże znaczenie w Polsce, gdyż posiadamy tylko około 7 mln ha gleb bardzo dobrych i dobrych (około 50% gruntów ornych), odpowiednich do uprawy rzepaku. Udział tych gleb według województw, a także w układzie gmin jest bardzo zróżnicowany [17]. Na glebach słabych i bardzo słabych (około 5 mln ha w Polsce) plony rzepaku są niskie i bardzo zmienne, dlatego należy je traktować jako nieodpowiednie do uprawy rzepaku. W latach 2007-2008 obsiewano rzepakiem odpowiednio 796,8 i 771,1 tys. ha [14], tj. około 70% powierzchni gruntów bardzo dobrych i dobrych, w pełni nadających się do jego

uprawy. Najwięcej arealu obsiewano na terenach zachodniej i północno-zachodniej Polski (województwa: zachodniopomorskie, lubuskie, opolskie), gdzie rzepak zajmował 14-19% najlepszych gleb, podczas gdy w 7 innych województwach jego udział nie przekraczał 2% powierzchni gleb bardzo dobrych i dobrych.

W warunkach wysokiej kultury rolnej możliwa jest także uprawa rzepaku na glebach słabszych, lecz ryzyko produkcyjne wzrasta. Większy udział tych gleb pod zasiewy rzepaku występuje w województwach zachodniopomorskim i opolskim – do 12%.

Jak wykazują badania IUNG – PIB w zakresie wymarzania rzepaku, najbardziej ryzykowne pod tym względem są obszary północno-wschodniej Polski, gdzie zdarzają się wymarzania co 5-7 lat, w Wielkopolsce – co 10 lat, znacznie rzadziej zdarza się to w południowo-zachodniej Polsce (co 15-20 lat) [11]. Dużą przeszkodą w uprawie rzepaku są również rozdrobnione gospodarstwa, gdzie trudno zapewnić właściwą technologię produkcji, co powoduje uzyskiwanie niskich plonów i małą opłacalność.

Jak określają specjaliści z IUNG – PIB, pojedyncza plantacja rzepaku powinna mieć powierzchnię co najmniej 1,5-2 ha. Na obszarach, gdzie przeważają duże gospodarstwa i dominuje uprawa zbóż (> 70%), rzepak jest bardzo wskazany do uprawy jako płodozmian i stanowi dobry przedplon do zbóż. Stąd też nieprzypadkowo uprawa rzepaku jest zdominowana przez gospodarstwa duże (> 50 ha). Potwierdzeniem tego jest udział rzepaku w strukturze zasiewów według województw. Ze względu na rozdrobnienie strukturalne gospodarstw województw: podkarpackiego, małopolskiego i świętokrzyskiego, pomimo dużego udziału bardzo dobrych i dobrych gleb, udział rzepaku w strukturze zasiewów jest znikomy.

Udział rzepaku w strukturze zasiewów stanowi także istotny problem. Biorąc pod uwagę jego średnie wymagania płodozmianowe, trzeba stwierdzić, że udział w strukturze zasiewów w gospodarstwie nie powinien przekraczać 25%, co oznacza, że ten sam areal można ponownie obsiewać co 4 lata.

Jednakże należy mieć też na uwadze, iż wprowadzenie dużego arealu upraw rzepaku przyczynia się do rozwoju chorób i szkodników, a także zachwaszczenia. Opanowanie organizacyjne prac w krótkim terminie na dużym obszarze stanowi też poważny problem. Uwzględniając przedstawione ograniczenia, można przyjąć (za IUNG – PIB), że potencjalny areal uprawy rzepaku w Polsce można szacować na 1,0-1,1 mln ha. Przy takim założeniu można obsiać w kraju około 13% gleb bardzo dobrych i dobrych, a po włączeniu gleb średnich byłoby to około 10% powierzchni tej grupy gleb. Należałoby zatem włączyć do uprawy rzepaku również te rejony Polski, które mają dobre warunki siedliskowe (agroklimatyczne), ale ich niewłaściwa struktura agrarna stanowi poważną przeszkodę. Należy przewidywać, że WPR i jej różne instrumenty będą skutecznie wpływać na poprawę struktury agrarnej, choć należy zakładać, iż będą to zmiany stosunkowo wolne.

W najbliższych latach jednakże wzrost udziału rzepaku w powierzchni zasiewów będzie raczej następował w dotychczasowych rejonach jego koncentracji

(województwa zachodnie i północne Polski). Istnieje też szansa zwiększenia powierzchni zasiewu rzepaku w innych rejonach, gdzie występują dobre gleby, a grunty należały do sektora uspołecznionego. W pozostałych rejonach należy oczekiwać przede wszystkim poprawy struktury wielkościowej gospodarstw. Uprawa rzepaku może być wprowadzona na obszary głównie zasiewów obecnych – pszenicy i częściowo buraków cukrowych.

3. Możliwości produkcji bioetanolu

Do produkcji alkoholu etylowego (bioetanolu) mogą być wykorzystane różne surowce roślinne, bogate w cukier lub skrobię, m.in. zboża, kukurydza, ziemniaki, buraki cukrowe, a także inne produkty odpadowe zwłaszcza w przemyśle rolno-spożywczym, takie jak np. melasa.

Biorąc pod uwagę prognozę zużycia etanolu w Polsce oraz konieczność realizacji założeń dyrektyw 2003/30/WE oraz 2009/28/WE, można stwierdzić, że zużycie bioetanolu w Polsce w 2010 r. powinno wynosić 366 tys. t (tab. 3). Ilość bioetanolu, jaką można wyprodukować z wybranych roślin, przy średnich plonach (2001-2005), przedstawia tab. 4, a powierzchnię gruntów, jaką powinno się przeznaczyć w kolejnych latach na produkcję bioetanolu – tab. 5.

Tabela 3. Prognoza zapotrzebowania na bioetanol w Polsce

Wyszczególnienie	Jednostka miary	2006	2007	2008	2009	2010
Zużycie benzyn	tys. ton	4040	3980	3920	3860	3800
Udział bioetanolu według wartości energetycznej	%	2,75	3,50	4,25	5,00	5,75
Udział bioetanolu według objętości	%	4,41	5,61	6,81	8,01	9,21
Zapotrzebowanie na bioetanol	tys. m ³	236	296	354	410	464
	tys. ton	186	233	279	323	366

Źródło: [15].

Tabela 4. Ilość etanolu uzyskiwana z przeciętnego plonu z 1 ha wybranych roślin w Polsce w latach 2000-2005

Gatunek rośliny	Plon [t/ha]	Cukier/skrobia [% s.m.]	Uzysk bioetanolu [l/t]	Bioetanol		Produkcja bioetanolu	
Pszenica	3,80	59,5	380	342	270	1444	1144
Pszenżyto	3,22	56,5	360	324	256	1159	916
Żyto	2,44	54,5	350	315	249	854	675
Kukurydza	5,75	65,0	420	378	299	2415	1901
Ziemniaki	18,0	17,8	110	99	78	1980	1564
Buraki cukrowe	40,9	16,0	100	90	71	4090	3231

Źródło: [11].

Tabela 5. Zapotrzebowanie na surowce roślinne do produkcji bioetanolu

Wyszczególnienie		Jednostka miary	2006	2007	2008	2009	2010
Kukurydza	produkcja	tys. ton	624	783	936	1085	1228
	powierzchnia uprawy	tys. ha	109	136	163	189	214
Pszenżyto	produkcja	tys. ton	728	914	1093	1265	1432
	powierzchnia uprawy	tys. ha	226	284	339	393	445
Żyto	produkcja	tys. ton	749	940	1124	1302	1473
	powierzchnia uprawy	tys. ha	307	385	461	533	604
Ziemniaki	produkcja	tys. ton	2384	2990	3576	4141	1687
	powierzchnia uprawy	tys. ha	132	166	199	230	260
Buraki cukrowe	produkcja	tys. ton	2622	3289	3933	4555	5155
	powierzchnia uprawy	tys. ha	64	80	96	111	126

Źródło: [11].

Zatem, po uwzględnieniu potrzeb produkcyjnych na bioetanol, areal niezbędny do tego celu powinien stanowić od 130 tys. ha gleb dobrych, obsiewanych burakami cukrowymi, do ponad 600 tys. ha gleb słabych, obsiewanych przez żyto. Należy jednakże do tego zagadnienia podchodzić z punktu praktycznego – tj. wykorzystania gruntów słabszych, przy stosowaniu odpowiednio kwalifikowanego ziarna (w tym GMO), dającego znacznie wyższe plony, niekoniecznie spełniające wymogi konsumpcyjne. Przeznaczenie do tego celu powierzchni gruntów około 600 tys. ha nie powinno stanowić żadnego problemu w kraju, bez narażania na uszczuplenie produkcji konsumpcyjnej.

Możliwe też jest dostosowanie upraw i przerobu buraków cukrowych na bioetanol z wykorzystaniem wprowadzonych w UE rekompensat finansowych z tytułu ograniczania produkcji cukru. Zatem spełnienie dyrektywy UE w zakresie wykorzystania bioetanolu (do 2010 r.) nie powinno narażać w Polsce większych problemów, uwzględniając możliwość produkcji we wszystkich regionach Polski.

4. Produkcja biomasy jako paliw stałych

Trudno precyzyjnie określić zapotrzebowanie na biomasę jako paliwa stałe. Uwzględniając regulacje prawne UE, zapotrzebowanie w Polsce można szacować na kilkanaście mln t/rok. W celu pozyskania takiej ilości biomasy należy znacznie wcześniej założyć odpowiednie plantacje wieloletnich upraw energetycznych (użytkowanych 15-30 lat). W polskich warunkach agroklimatycznych najbardziej nadają się: wierzba krzewiasta (*Salix viminalis*), trzcinnik olbrzymi (*Miscantus giganteus*), ślázowiec pensylwański (*Sida hermafrodita*), mozga trzciniowa (*Phalaris arundinacea*), a także inne gatunki roślin. Nie ma dotychczas pełnej oceny ani produktywności tych roślin w różnych siedliskach, ani wyników efektywności ekonomicznej i energetycznej.

Należy założyć, że pod produkcję biomasy na paliwa stałe powinno przeznaczyć się głównie gleby gorszej jakości, w tym odłogowane i ugorowane, a także gleby zanieczyszczone (np. metalami ciężkimi), nieprzydatne do produkcji rolniczej na cele konsumpcyjne. Oprócz tego powinno się wykorzystywać także użytki zielone, głównie łąki, które nie są obecnie wykorzystywane rolniczo. Na części tych gruntów mogą być zakładane plantacje wieloletnich roślin energetycznych (np. wierzby), zwłaszcza o większych wymaganiach wodnych. Jak wynika ze spisu PSR z 2002 r., powierzchnia trwałych użytków zielonych, które nie są wykorzystywane rolniczo, stanowi około 1 mln ha.

Lepsze warunki glebowo-klimatyczne do produkcji biomasy na paliwa stałe istnieją w północnej i południowej części Polski niż w środkowej (niskie opady).

W obecnej sytuacji trudno jest wskazać kierunki rejonizacji produkcji roślin na paliwa stałe, gdyż jest to uzależnione od strategii wykorzystania biomasy. W Polsce do tej pory nie ma koncepcji wykorzystania biomasy do celów energetycznych – jako paliw stałych. Zgodnie z przyjętym założeniem współspalania biomasy z węglem kamiennym i brunatnym powinno się stworzyć w rejonie istniejących elektrociepłowni (w promieniu do 50 km) uprawy energetyczne, które będą służyły do procesu współspalania. Jednakże perspektywnym rozwiązaniem (do 2020 r.) powinno być stworzenie sieci energetyki rozproszonej, zlokalizowanej w małych miastach i ośrodkach gminnych, szczególnie z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury ciepłowniczej [7]. Jest to bardzo istotny aspekt, gdyż jedynie wykorzystanie biomasy w układzie kogeneracyjnym, tj. w produkcji energii elektrycznej „zielonej”, oraz wykorzystanie energii cieplnej do celów grzewczych stanowi ogromny atut wprowadzenia na dużą skalę rozproszonej sieci elektrociepłowni niskich mocy (1-10 MW) [9]. W skali kraju może to być potężna moc energii elektrycznej i cieplnej (przyjmując tylko ½ miast polskich (400), które są w stanie zainstalować takie urządzenia o mocy 5 MW – stanowi to już około 2000 MW energii cieplnej i elektrycznej).

Przy takim założeniu rozwoju energetyki rozproszonej [8] mogą być wykorzystane prawie wszystkie powierzchnie gruntów użytkowanych i nie użytkowanych rolniczo (różne uprawy w zależności od siedlisk). Przyjmując tylko zagospodarowanie na ten cel odłogów i ugorów, tj. 0,4 mln ha (2008 r.) oraz użytków zielonych odłogowanych – około 1 mln ha, to jest razem około 1,4 mln ha, przy średniej wydajności około 10 t s.m./ha = 14 mln t s.m./ha = równowartość około 10 mln t węgla kamiennego. Zagospodarowanie tych gruntów i innych niskiej jakości gleb (ONW) stwarza możliwość produkcji surowców energetycznych odnawialnych na dużą skalę, w elektrociepłowniach niewielkiej mocy w systemie rozproszonym, a także w innych instalacjach przemysłowych. W perspektywie do 2020 r. istnieje możliwość wytwarzania ponad 10% energii elektrycznej i cieplnej z biomasy.

5. Kierunki zmian w produkcji roślinnej z uwzględnieniem agroenergetyki

Oceniając możliwości produkcji upraw energetycznych, należy wziąć pod uwagę przede wszystkim pokrycie potrzeb konsumpcyjnych (bezpieczeństwo żywnościowe), następnie zapewnienie produkcji biopaliw płynnych, które mogą być wytwarzane praktycznie tylko z biomasy, wreszcie – produkcję paliw stałych z upraw rolniczych. Nie można w tym szacunku zapominać o konieczności wykorzystania przede wszystkim wszelkich odpadów w postaci biomasy (roślinnej i zwierzęcej), a także odpadów komunalnych i osadów ściekowych, stanowiących znaczny potencjał energetyczny.

Należy oczekiwać, iż będzie następować intensyfikacja produkcji różnych upraw, w tym zbóż, co może spowodować zachowanie wielkości produkcji na bezpiecznym poziomie. Jak wykazują wyniki badań IUNG – PIB, można osiągnąć w Polsce z powodzeniem plony zbóż o około 25% większe od przeciętnych plonów uzyskiwanych w kraju. Można zakładać, iż postęp naukowo-rolniczy, z jakim mamy do czynienia na całym świecie, przyczyni się do uzyskiwania jeszcze wyższych plonów, zwłaszcza do celów energetycznych.

W przeprowadzonej symulacji IUNG – PIB [7] realna jest wielkość produkcji zbóż na poziomie około 29-30 mln t, mimo zmniejszenia powierzchni zasiewów. Przy spełnianiu takich warunków (produkcja zbóż około 30 mln t) istnieje możliwość zaspokojenia potrzeb zarówno konsumpcyjnych, jak i paszowych w kraju, a także przeznaczenia około 1 mln t na produkcję bioetanolu.

Jeżeli uwzględnimy możliwości produkcji bioetanolu z innych surowców oraz odpadów, np. z melasy, to ani w 2010 r., ani w 2020 r. nie powinno być problemów z osiągnięciem wymaganej produkcji bioetanolu zgodnie z dyrektywą UE (10% w paliwach płynnych).

Do produkcji biomasy na biopaliwa stałe powinny być przeznaczone głównie gleby gorszej jakości, na których produkcja roślin konsumpcyjnych jest nieopłacalna [6], a także grunty zanieczyszczone, nieprzydatne do upraw rolniczych przeznaczonych na konsumpcję. Dotyczy to zwłaszcza gruntów obecnie odłogowanych (około 0,4 mln ha) – zarówno gruntów ornych, jak i użytków zielonych (około 1 mln ha). Z powodu powszechnego wprowadzenia energetyki rozproszonej rejonizacja nie jest konieczna. Ziemiopłody niezbędne do wyprodukowania w 2010 r. odpowiedniej ilości wymaganej przez dyrektywy UE bioetanolu można będzie uzyskać z powierzchni około 130 tys. ha gleb dobrych obsiewanych burakami cukrowymi oraz pszenicą i około 600 tys. ha gleb słabych, przeznaczonych na uprawę żyta. Można przewidywać, że dominującym surowcem do produkcji bioetanolu będą ziarna zbóż, a uzupełniające znaczenie będą miały buraki cukrowe (np. melasa). Produkcja ta ze względu na możliwość wykorzystania różnych roślin nie musi być rejonizowana [10].

Gleb dobrych i bardzo dobrych mamy 48,8%, gleb średnich – około 16%, co w sumie stanowi najcenniejsze zasoby gruntów, o łącznej powierzchni 9,26 mln ha, tj. powierzchni zbliżonej do parakwoty powierzchni upraw polowych, wynegocjowanych w traktacie akcesyjnym (9,29 mln ha). Według analiz i symulacji wykonanych w IIASA, w których uwzględniono wymagania glebowe i klimatyczne, Polska dysponuje stosunkowo dużym potencjałem gruntów odpowiednich do zakładania wieloletnich plantacji wierzby i topoli (około 1,6 mln ha), co przy pełnej produkcji pozwoliłoby uzyskać około 260 PJ energii z wyprodukowanej na nich biomasy. Ten potencjał energetyczny z plantacji wieloletnich mógłby pokryć w 55% zapotrzebowania na energię odnawialną w 2020 r. Większymi potencjalnymi możliwościami produkcji biomasy z plantacji wierzby i topoli dysponują w Europie Środkowej jedynie Niemcy (2,92 mln ha), co stwarza możliwość uzyskania około 454 PJ [8].

Najkorzystniejsze warunki glebowe i klimatyczne do zakładania wieloletnich plantacji (wierzby) występują w południowej i północnej Polsce. Istotną rolę odgrywają dostępne warunki wodne. Do prezentowanej symulacji należy jednak podchodzić ostrożnie, gdyż, jak wcześniej wspomniano, do zakładania plantacji wieloletnich (np. wierzby) powinno się przeznaczać głównie grunty niskiej jakości, zwłaszcza nieprzydatne do produkcji typowo rolniczej, co nie oznacza, iż grunty bardziej żyzne nie nadają się – wręcz przeciwnie, stanowią szansę uzyskania wyższych plonów biomasy. Jest wiele gatunków roślin energetycznych o bardzo zróżnicowanych i często bardzo małych wymaganiach glebowo-klimatycznych, należy tylko dokonać właściwego doboru gatunków roślin do siedliska [11].

6. Energetyka rozproszona – centra energetyczno-logistyczne w małych miastach

Wykorzystanie OZE, w tym zwłaszcza biomasy, powinno stać się integralnym elementem zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Zgodnie z dyrektywami UE [1; 2; 3] w 2010 r. w Polsce udziały OZE powinny wynosić 5,75% w paliwach płynnych oraz 7,5% w produkcji energii elektrycznej, a w 2020 r. – odpowiednio: 10,0 i 15,0% w relacji do ogółu produkowanych paliw płynnych oraz energii (tab. 6).

Zgodnie z opracowaną i przyjętą *Strategią rozwoju energetyki odnawialnej* [16] oraz *Polityką energetyczną Polski do 2030 roku* [12] celem strategicznym jest spełnienie nakazów UE. Zatem wykorzystanie OZE w Polsce nie jest już alternatywą, lecz staje się koniecznością. Dotychczasowe działania w Polsce w tym zakresie są znikome, ponadto cechuje je brak priorytetów i koordynacji. Polska należy do krajów, w których nie tylko biomasa może mieć poważny udział w OZE, ale także agroenergetyka powinna stanowić poważną część gospodarki rolnej i wiejskiej. Ze względu na negatywną ocenę specjalistów leśnictwa możliwości pozyskiwania drewna do celów energetycznych w Polsce, należy skoncentrować się na wykorzystaniu biomasy z rolnictwa – z produkcji zarówno roślinnej, jak i zwierzę-

cej, a także biomasy z odpadów komunalnych i osadów ściekowych. Zachodzi zatem potrzeba zwiększania produkcji biomasy, m.in. przez zakładanie plantacji upraw energetycznych, szybko rosnących, zwłaszcza na gruntach niskiej jakości (ONW), w tym szczególnie na gruntach odłogowanych oraz nieużytkach rolnych.

Tabela 6. Przewidywana powierzchnia upraw z przeznaczeniem na energię odnawialną

Wyszczególnienie	Jednostka	Założony poziom produkcji i powierzchni upraw							Wariant max.
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 5,75%	2020 10%
Powierzchnia upraw rzepaku energetycznego	tys. ha	97	142	181	219	262	305	354	708
Średnie plony	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Zbiór na produkcję biodiesla	tys. t	252	383	489	613	760	896	1027	2053
Produkcja estrów	tys. t	101	153	196	245	304	358	411	821
Powierzchnia upraw żyta na bioetanol (produkcja wyłącznie z żyta)	tys. ha	362	385	391	413	426	451	480	835
Średnie plony	t/ha	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6
Zbiór żyta na produkcję bioetanolu	t	869	923	977	1031	1107	1173	1249	2171
Produkcja bioetanolu	tys. m ³	263	280	296	313	336	355	378	658
Powierzchnia upraw – biokomponenty do paliw płynnych	tys. ha	459	527	572	632	688	756	834	1543
Szacunkowa powierzchnia energetycznych upraw wieloletnich – energia odnawialna	tys. ha	2	5	10	20	30	40	50	100
Ogółem powierzchnia upraw z przeznaczeniem na energię odnawialną	tys. ha	461	532	582	652	718	796	884	1643

Źródło: GUS, MRiRW, [18].

Jednocześnie powinno następować inwestowanie w kotłownie wykorzystujące nowoczesne technologie bioenergetyczne. Energia elektryczna i ciepła uzyskiwana z biomasy może być wytwarzana w instalacjach o różnej mocy, z zastosowaniem różnorodnych technologii i z wykorzystaniem lokalnych uwarunkowań w celu uzyskania najlepszych efektów ekonomicznych. Powinien powstać system lokalnych centrów energetycznych, w których wykorzystywana byłaby biomasa z otoczenia lokalnego i przetwarzana na energię – elektryczną i ciepłą – najlepiej w układzie kogeneracji (CHP), tj. produkcji energii elektrycznej w skojarzeniu z energią ciepłą. Istniejące duże elektrociepłownie nie są w stanie spełnić tego za-

dania w sposób zadowalający. Dowożenie znacznej ilości biomasy z dużych odległości jest nieefektywne ekonomicznie, ze względu na wysokie koszty transportu i jego negatywny wpływ na środowisko. Transport biomasy (w postaci zrębków) jest najbardziej uzasadniony na nieduże odległości (do 30 km) ze względu na dużą objętość przetwarzanej biomasy, przy relatywnie niedużej energii skumulowanej (w zależności od wilgotności od 6 do 19 GJ/t).

Dotychczasowe wykorzystanie energii z biomasy w Polsce jest niewielkie i stanowi w produkcji energii elektrycznej 3199,8GWh [8], a w produkcji energii cieplnej 5603 TJ [4].

Obecnie największe zasoby niewykorzystanej biomasy istnieją w postaci słomy oraz odpadów komunalnych i odpadów produkcji zwierzęcej (gnojowica, odpady z ubojni, ferm drobiu i tuczu trzody chlewnej, hodowli bydła). Istniejący potencjał niewykorzystany to ogromna strata w gospodarce OZE. W przyszłości znacznie większy potencjał biomasy powinien pochodzić z intensywnych wieloletnich upraw energetycznych, szybko rosnących (wierzba, ślazieriec pensylwański, topinambur, trzcinnik itp.).

Województwa zachodnie i północne Polski mają do tego wyjątkowo korzystne warunki, tj. znaczący udział odłogów (około 5-10%) oraz nie wykorzystywanych łąk (około 10%), duży udział lasów (35%), a także duży udział gruntów ONW. Udział bydła oraz trzody chlewnej wprawdzie nie należy do najwyższych w kraju, ale jeżeli weźmiemy pod uwagę znaczną koncentrację chowu bydła i trzody chlewnej, to sprawa nabiera dużego znaczenia. Jeżeli dodamy do tego możliwość wykorzystania odpadów z przemysłu rolno-spożywczego, to potencjał biomasy o znaczeniu energetycznym jest istotny. Na uwagę zasługuje także bardzo korzystna struktura agrarna – ze znaczną przewagą gospodarstw dużych (powyżej 50 ha) w użytkowaniu gruntów, o czym świadczy przeciętna wielkość gospodarstwa (około 30 ha użytków rolnych). Na uwagę zasługuje istniejąca powszechnie infrastruktura grzewcza zasobów komunalnych w większości miast, a także wielu dużych wiejskich jednostek osadniczych, w związku z czym można bez wątpliwości przyjąć tezę o bardzo korzystnych warunkach tych obszarów do stworzenia lokalnych centrów energetycznych w systemie rozproszonym – zlokalizowanych w małych miastach i dużych wiejskich jednostkach osadniczych.

Istnieje potrzeba stworzenia sieci lokalnych centrów energetycznych przede wszystkim przy większych fermach trzody chlewnej i bydła (ponad 200 sztuk dużych) – z wykorzystaniem kogeneracyjnym biogazu, tj. do produkcji energii elektrycznej i cieplnej z możliwością wykorzystania ciepła w układzie lokalnym. Wskazane jest zakładanie plantacji wieloletnich, głównie wierzby, trzcinnika, ślazierca na gruntach odłogowanych i innych gruntach (ONW) niskiej jakości o stosunkowo dobrych warunkach wodnych [9]. Instalacje wykorzystujące biomasa stałą w procesie spalania, w systemie kogeneracji powinny być niedużej mocy (0,5-10,0 MW), tak aby dostarczany surowiec pochodził z pobliskich okolic (do 30 km). Takie działania nie tylko zaspokoją

lokalne zapotrzebowanie na energię ciepłą i elektryczną, lecz także przyczynią się do znacznej aktywizacji obszarów wiejskich i wykorzystania w pełni potencjału rolniczego, a jednocześnie zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego [6].

Centra energetyczne powinny pełnić funkcje nie tylko miejsca zbytu i przetwarzania surowca w energię, lecz także doradztwa w zakresie produkcji biomasy. Powinny także prowadzić usługi specjalistyczne – z pełnym sprzętem do prowadzenia nasadzeń, zbioru, zrębkowania, transportu i składowania biomasy [8]. Tylko takie kompleksowe działanie polegające na stworzeniu pewnego, wieloletniego zbytu surowca, jednocześnie zapewniające dostawy surowca oraz usługi specjalistyczne, a także wieloletnią (do 30 lat), stabilną politykę w tym zakresie może zakończyć się sukcesem.

7. Wnioski

1. Uwzględniając potencjał energetyczny Polski należy widzieć konieczność wykorzystania zasobów kopalnych węgla kamiennego i brunatnego jeszcze przez wiele dekad, jednakże pod warunkiem zmiany technologii. Obecnie polska energetyka opiera się na spalaniu węgla kamiennego i brunatnego (92% w 2008 r. produkcji energii elektrycznej). Jednakże przyczynia się to do emisji około 60% CO₂ w Polsce, tj. 8 t na mieszkańca, co stanowi wartość 4-krotnie przekraczającą poziom progowy.

2. Konieczna jest modernizacja elektrociepłowni oraz ciepłowni opartych na spalaniu węgla, zmiana technologii i przejście na system zgazowania tlenowo-parowego, bardziej efektywnego ekonomicznie i ekologicznie, oraz sekwestracja CO₂ i składowanie w podziemnych wyrobiskach.

3. Konieczne działania w zakresie oszczędności i poszanowania energii:

- w przemyśle – energooszczędne urządzenia,
- w budownictwie – izolacja termiczna,
- w gospodarstwach domowych – energooszczędne urządzenia,
- w transporcie – oszczędność emisji paliw w środkach komunikacji.

4. Potencjał Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) jest duży i do tej pory słabo wykorzystany. Konieczne jest stworzenie systemu lokalnych centrów energetyczno-logistycznych opartych na lokalizacji małych elektrociepłowni pracujących w systemie kogeneracji (produkcji energii ciepłej i elektrycznej), z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury ciepłowniczej, dotąd wykorzystywanej w systemie ciepłowni opartych na węglu kamiennym.

5. Konieczność zwiększenia efektywności ekonomicznej, z zachowaniem rozwoju zrównoważonego. Obecnie Polska z jednej tony oleju ekwiwalentnego używa PKB na poziomie 1,5 tys. euro, podczas gdy państwa UE-15 – około 3 tys. euro, a Japonia – 8 tys. euro. Należy zwiększyć działania w kierunku oszczędności i poszanowania energii.

6. Polska dysponuje odpowiednim zasobem gruntów, aby odpowiednio wykorzystując ich areał, osiągnąć cel indykatorywny UE na 2010 i 2020 r. w zakresie udziału biopaliw płynnych (5,75 i 10,0%) oraz produkcji energii elektrycznej (7,5 i 15,0%). Aby osiągnąć te cele, trzeba już dzisiaj podjąć odpowiednie działania w zakresie: przygotowania infrastruktury, zapewnienia dostaw wieloletnimi umowami z producentami surowców, założenia plantacji energetycznych szybko rosnących upraw wieloletnich i utworzenia sieci lokalnych centrów energetyczno-logistycznych.

7. Przede wszystkim należy utworzyć sieć biogazowni rolniczych opartych na wykorzystaniu gnojowicy i odpadów komunalnych, odpadów z przemysłu rolno-spożywczego, osadów ściekowych oraz zielonej masy – głównie przy dużych fermach trzody chlewnej, chowu bydła – pracujących w systemie kogeneracji (energia elektryczna + energia cieplna).

8. W realizacji wykorzystania OZE należy ciągle mieć na uwadze cel nadrzędny, tj. zrównoważony rozwój lokalny i regionalny.

9. Konieczne jest zmierzanie do dywersyfikacji produkcji rolniczej (aeroenergetyka) oraz dywersyfikacji produkcji energii elektrycznej i cieplnej.

10. W systemie osadnictwa rozproszonego oraz indywidualnego ogrzewania domów jednorodzinnych, zwłaszcza na wsi i w małych miastach, należy propagować ogrzewanie peletami.

Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2001/77/WE z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, DzU WE L 283 z dnia 27.10.2001 r.
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2003/30/WE z dnia 8 maja 2003 r. w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych, DzU WE L 123 z dnia 17.05.2003 r.
- [3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 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, DzU WE L 140 z 5.06.2009 r.
- [4] *Energia ze źródeł odnawialnych w 2008 r.*, GUS, Warszawa 2009.
- [5] Faber A., *Potencjał uprawy roślin energetycznych w Polsce*, „Wieś Jutra” 2007, nr 7.
- [6] Jasiulewicz M., *Biomass from short rotation plantation of willow*, [in:] *Bioenergy 2007*, Book of Proceedings, FINBIO, Iyvaskyla 2007.
- [7] Jasiulewicz M., *Rozwój lokalny w oparciu o biomasę z rolnictwa*, „Roczniki Naukowe SERiA”, t. IX, 2.1, Warszawa–Poznań–Kraków 2007.
- [8] Jasiulewicz M., *Sieć osadnicza małych i średnich miast i osad wiejskich a problem wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) ze szczególnym uwzględnieniem biomasy. Rekomendacja dla KPZK*, [w:] *Ekspertyzy do koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju 2008-2033*, T. I, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, PAN, Warszawa 2008.

- [9] Jasiulewicz M., *Wykorzystanie gruntów odlogowanych do produkcji biomasy i stworzenie lokalnych centrów energetycznych*, [w:] *Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa. Szanse i problemy*, „Wieś Jutra” 2007.
- [10] Kupczyk A., *Wciąż zbyt mało. Potencjał produkcyjny biopaliw a unijne uwarunkowania*, „Agroenergetyka” 2005, nr 4.
- [11] Kuś J., Faber A., Madej A., *Przewidywane kierunki zmian w produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym*, [w:] *Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce*, Raporty IUNG – PIB, nr 3, Puławy 2006.
- [12] *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, 2008, przyjęty dekret przez Rząd RP w 2009 r.
- [13] „Rocznik Statystyczny RP”, GUS, Warszawa 2009.
- [14] „Rocznik Statystyczny Województw”, GUS, Warszawa 2009.
- [15] Rosiak E., *Perspektywy rozwoju produkcji rzepaku w Polsce*, „Wieś Jutra” 2006, nr 7.
- [16] *Strategia rozwoju energetyki odnawialnej*, przyjęta przez Sejm w dniu 23 sierpnia 2001 r.
- [17] *Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin*, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Puławy 2003.
- [18] Żmuda K., *Możliwości wykorzystania surowców rolniczych do celów energetycznych*, „Wieś Jutra” 2003, nr 9.

UTILIZATION OF AGRICULTURE FOR ENERGETIC PURPOSES IN POLAND

Summary

In accordance with the EU directives, Poland is obliged to increase the share of renewable energy in power industry, including the use of biomass. There are premises according to which biomass will play the most important part in the renewable sources of energy. The possibility to use fallow lands and to establish perennial plantations of fast growing energy plants constitutes a vital element of biomass production for energy purposes. Nevertheless, it is essential that a system of the supply and demand for biomass is created on the local market. It is possible and very advantageous for the economy, and it can be done by setting up local heat and power generating plants, which will produce energy for the national grid. This energy will be obtained by the combustion or gasification of biomass. Warm water from the electric power production system should be used on the local level for heating buildings in the existing heat distribution network, and also other facilities, such as greenhouses, swimming pools or production plants.