

Natalia Szubska-Włodarczyk

Uniwersytet Łódzki

## SZACUNEK POTENCJAŁU WYBRANYCH ROŚLIN ENERGETYCZNYCH – INTEGRACJA SEKTORA ROLNEGO I ENERGETYCZNEGO

### *ESTIMATE OF POTENTIAL SELECTED ENERGY CROPS – INTEGRATION OF AGRICULTURAL AND ENERGY SECTOR*

**Słowa kluczowe: rośliny energetyczne, potencjał energetyczny, opłacalność produkcji**

*Key words: energy crops, energy potential, profitability of production*

**Abstrakt.** Celem badań było określenie potencjału energetycznego niezagospodarowanych gruntów rolnych dla województwa łódzkiego na tle pozostałych regionów Polski, a także analiza opłacalności produkcji 1 GJ energii z wybranych roślin energetycznych na tym obszarze. Integracja europejska wiąże się z koniecznością spełnienia określonych wymogów w zakresie realizacji polityki energetycznej i klimatycznej przez wszystkie kraje członkowskie. Wytyczne te warunkują koalicję sektora rolnego i energetycznego, których cele dotychczas były rozbieżne. W następstwie promocji i wsparcia OZE przez UE, relacja ta została zakłócona przez konkurencję o ten sam surowiec naturalny – biomasę. Istnieje potrzeba wypracowania zintegrowanego podejścia do działań mających na celu zachowanie bezpieczeństwa żywnościowego oraz wzrost udziału OZE w finalnym zużyciu energii.

### Wstęp

Jedną z konsekwencji procesów integracyjnych jest ujednoczenie ram instytucjonalno-prawnych. Służyć ma to budowie konkurencyjnej przestrzeni społeczno-gospodarczej dla wszystkich członków Unii Europejskiej (UE). Następstwami działań w zakresie integracji rolnictwa są m.in.: wzrost efektywności wykorzystania zasobów, wzrost konkurencji wewnątrz UE, wzrost świadomości konsumentów, postęp techniczny, rozwój kapitału wiedzy oraz wzrost wielofunkcyjności rolnictwa w kontekście wykorzystania obszarów wiejskich w produkcji towarów nieżywnościowych [Adamowicz 2008].

Procesy integracyjne Europy scalają wszystkie polityki sektorowe państw członkowskich. Główne cele i kierunki rozwoju zostały zapisane w strategii *Europa 2020*. Coraz częściej podejmowane są dyskusje na temat wpływu wspólnej polityki energetycznej i klimatycznej na rolnictwo. W 2009 r. została poruszona problematyka produkcji bioenergii oraz bezpieczeństwa żywnościowego na pierwszym forum dyskusyjnym FAO [*1<sup>st</sup> FAO-BEFSCI Technical...*2009]. Koalicja sektora energetycznego oraz rolnego ukazała możliwości zmierzenia się z podstawowymi problemami, tj.: subsydiowaniem i małym postępem w dziedzinie mechanizacji oraz technologii (w przypadku rolnictwa), a także uzależnieniem od dostaw paliw konwencjonalnych z Bliskiego Wschodu (w przypadku energetyki).

Kooperacja tych dwóch sektorów w Polsce postępuje dość powolnie. Już w 2000 r. zostały postawione cele związane z modernizacją sektora energetycznego. Od momentu wprowadzenia *Strategii zintegrowanego zarządzania energią i środowiskiem* inicjującej zrównoważony rozwój przez wzrost udziału OZE w gospodarce, uruchomieniu handlu pozwoleniami na emisję [Zmijewski 2008] i przyjęcie programu *Innowacyjna Energetyka, Rolnictwo Energetyczne* [2008], w polskim rolnictwie i energetyce nie zaszły zbyt duże zmiany.

Celem badań było określenie potencjału energetycznego niezagospodarowanych<sup>1</sup> gruntów rolnych dla województwa łódzkiego na tle pozostałych regionów Polski, a także analiza opłacalności produkcji 1 GJ energii z wybranych roślin energetycznych na przykładzie województwa łódzkiego.

---

<sup>1</sup> Niezagospodarowane grunty rolne to grunty ugorowane oraz pozostałe grunty ujęte według statystyki GUS.

## Material i metodyka badań

Użytki rolne w Polsce stanowią blisko 85% powierzchni kraju. Natomiast 11% użytków są to grunty niewykorzystywane do produkcji. Ogólna powierzchnia użytków rolnych w Polsce w 2010 r. wynosiła 15,5 mln ha. Zmniejszyła się w porównaniu z 2002 r. 1,4 mln ha. Do wyznaczenia potencjalnego areалу pod uprawy energetyczne przyjęto, że wykorzystane zostaną odłogi i ugory.

W Polsce najwięcej gleb jest klasy III (23% ogółu), IV (40% ogółu) i V (23% ogółu) [*Rocznik statystyczny...* 2010]. Z badań Igrasa oraz Lipińskiego [2006] wynika, że województwo cechuje nieintensywność produkcji roślinnej, najgorsze gleby, niski poziom nawożenia, zwłaszcza składnikami wapniowymi, najgorsze wskaźniki jakości gleb.

Tabela 1. Plon suchej masy oraz wartość opałowa wybranych roślin energetycznych

*Tabela 1. Dry matter yield and calorific value of selected energy crops*

Wyszczególnienie/ <i>Specification</i>	Ślázowiec pensylwański/ <i>Virginia mallow</i>	Miskant/ <i>Miscanthus</i>
Plon suchej masy/ <i>Yield of dry matter [t/ha]</i>	10,7	17,7
Wartość opałowa/ <i>Calorific value [GJ/ha]</i>	17,4	17,3

Źródło: opracowanie własne, na podstawie: Budzyński Bielski 2004, Kuś i in. 2008, Matyka, Kuś 2011, Piskier 2009  
*Source: own study based on: Budzyński Bielski 2004, Kuś i in. 2008, Matyka, Kuś 2011, Piskier 2009*

na podstawie badań przeprowadzonych przez IUNG z uwzględnieniem wskaźnika inflacji. Rachunkiem objęto przygotowanie pola, koszty zakupu sadzonek, coroczne koszty pielęgnacyjne, nawożenie, wynagrodzenia dla siły roboczej. Dodatkowo uwzględniono koszt maszynowy zbioru roślin [Lisowski 2010].

Do analizy opłacalności produkcji wykorzystano metodę NPV (ang. *Net Present Value*).

$$NPV = \sum_{t=0} CF_t \times DF_t$$

gdzie:

$CF_t$  – *cash flow*,

$DF_t$  – współczynnik dyskonta ( $DF = 1/(1+r)^n$ ), gdzie:  $r$  – stopa dyskontowa,  $n$  – liczba lat).

Przyjęto, że granicę opłacalności stanowi  $NPV = 0$  [Havlíčková 2011]. Do kalkulacji wykorzystano trzy różne stopy dyskontowe, tj.: społeczną stopę dyskontową (SDR) na poziomie 5,5% zalecaną przez Komisję Europejską [*Przewodnik do analizy...* 2008], stopę dyskontową na poziomie 3% zalecaną przez EPA [Ligus 2011] oraz stopę dyskontową na poziomie 7,796% ustaloną przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) w 2012 r. jako średni ważony koszt kapitału po opodatkowaniu [*Taryfy OSD...* 2011].

Badaniami objęto 2 rośliny energetyczne – ślázowca pensylwańskiego oraz miskantusa. W województwie łódzkim gleby zagrożone są erozją powierzchniową ze względu na deficyt wody [Krasowicz i in. 2011]. Dlatego z badań wykluczono wierzbę wiciową, ze względu na jej duże wymagania glebowe oraz wodne w porównaniu z innymi roślinami energetycznymi. Istnieje obawa, że jej uprawa przez dłuższy czas mogłaby niekorzystnie wpłynąć na bilans wodny obszaru. Do szacunku potencjału energetycznego roślin przyjęto wartości przedstawione w tabeli 1.

W celu analizy opłacalności produkcji energii z roślin energetycznych wykonano kalkulację kosztów (tab. 2)

Tabela 2. Koszty założenia plantacji wybranych gatunków roślin energetycznych (ceny I kwartał 2009 r.)  
 Tabela 2. Plantation establishment costs for selected energy crops (prices for the first quarter of 2009)

Wyszczególnienie/Specifications		Koszty założenia plantacji [zł/ha/rok]/ Plantation establishment costs [PLN/ha/year]		
		miskant/ Miscanthus	ślazowiec/ Virginia mallow	
Materiał rozmnożeniowy/Propagating material of plants		sadzonki/ seedlings	nasiona/ seeds	sadzonki/ seedlings
Przygotowanie pola/ Preparation of soil	analiza gleby/soil analysis	20		
	użycie maszyn/the use of machines	941	871	941
	nawozy, herbicydy/fertilizers, herbicides	832	729	832
	wynagrodzenie/compensation of employees	97	54	97
Koszty zakupu (wyhodowania sadzonek)/ The costs of purchase (grow seedlings)		16 250	3 000	3 000
Koszty sadzenia/ Planting costs	użycie maszyn/the use of machines	60	120	60
	wynagrodzenie/compensation of employees	1 123	76	1 728
Koszty pielęgnacyjne (I rok wegetacji) Cost of care (the first year of vegetation)	użycie maszyn/the use of machines	200	340	
	nawozy, pestycydy/fertilizers, herbicides	267	545	545
	wynagrodzenie/compensation of employees	3 564		
Razem koszty założenia plantacji/Total cost of establishment of plantations		2 354	9 319	11 127

Źródło/Source: Skrótnicki 2010

## Wyniki badań

W tabeli 3 przedstawia oszacowany potencjał energetyczny wybranych roślin energetycznych według województw. Teoretyczny potencjał energetyczny danego regionu w dużej mierze zależy od powierzchni odłogów i ugorów znajdujących się na tym obszarze. Jednak, strony im mniej gruntów wyłączonych z produkcji rolnej, tym dane województwo charakteryzuje się lepszym zagospodarowaniem obszaru. Województwami posiadającymi największy teoretyczny potencjał energetyczny są mazowieckie, dolnośląskie oraz warmińsko-mazurskie. Województwo łódzkie znalazło się na jedenastym miejscu.

### Analiza opłacalności produkcji energii z roślin energetycznych na przykładzie województwa łódzkiego

Koszty zagospodarowania obszaru do produkcji biomasy rolnej z perspektywy całego województwa różniły się w zależności od rodzaju rośliny. Koszt sadzenia ślazuwca oszacowano oddzielnie dla nasion oraz sadzonek. Łączny koszt założenia plantacji w perspektywie całego województwa oszacowano na poziomie 600,5 mln zł dla nasion oraz 717 mln zł dla sadzonek. Oszacowany koszt zbioru dla nasion i sadzonek wyniósł 60,9 mln zł. Koszt pielęgnacji ukształtował się na poziomie 286,6 mln zł. Koszt założenia plantacji miskantusa był wyższy niż ślazuwca i wyniósł 1,5 mld zł. Łączny koszt zbioru przyjęto na tym samym poziomie jak w przypadku ślazuwca. Natomiast coroczny koszt pielęgnacji wyniósł 259,7 mln zł. Był on niższy niż w przypadku ślazuwca o 26,9 mln zł.

Tabela 3. Oszacowany potencjał energetyczny miskanta i ślazuwca pensylwańskiego według województw  
 Table 3. The estimated energy potential of *Miscanthus* and *Virginia mallow* by province

Wyszczególnienie/ <i>Specification</i>	Powierzchnia pod zasiew/ <i>The area under sowing [ha]</i>	Miskant/ <i>Miscanthus</i>		Ślazuwec/ <i>Virginia mallow</i>		Lp./ No.
		plon suchej masy [t/rok]/ <i>yield of dry matter [t/year]</i>	wartość ener- getyczna plonu [PJ/t s.m.]/ <i>calorific value of yield [PJ/t d.m.]</i>	plon suchej masy [t/rok]/ <i>yield of dry matter [t/year]</i>	wartość ener- getyczna plonu [PJ/t s.m.]/ <i>calorific value of yield [PJ/t d.m.]</i>	
Polska/ <i>Poland</i>	1 723 113	30 499 100	527,6	18 437 309	320,8	
Dolnośląskie	156 233	2 765 324	47,8	1 671 693	29,1	2
Kujawsko- pomorskie	130 726	2 313 850	40,0	1 398 768	24,3	6
Lubelskie	129 238	2 287 513	39,6	1 382 847	24,1	7
Lubuskie	51 989	920 205,3	15,9	556 282,3	9,7	15
Łódzkie	88 545	1 567 247	27,1	947 431,5	16,5	11
Małopolskie	93 369	1 652 631	28,6	999 048,3	17,4	10
Mazowieckie	178 873	3 166 052	54,8	1 913 941	33,3	1
Opolskie	26 646	471 634,2	8,2	285 112,2	5,0	16
Podkarpackie	125 518	2 221 669	38,4	1 343 043	23,4	8
Podlaskie	79 458	1 406 407	24,3	850 200,6	14,8	12
Pomorskie	111 859	1 979 904	34,2	1 196 891	20,8	9
Śląskie	58 240	1 030 848	17,8	623 168	10,8	14
Świętokrzyskie	66 457	1 176 289	20,3	7 110 89,9	12,4	13
Warmińsko- mazurskie	154 796	2 739 889	47,4	1 656 317	28,8	3
Wielkopolskie	133 531	2 363 499	40,9	1 428 782	24,9	5
Zachodniopomorskie	137 637	2 436 175	42,1	1 472 716	25,6	4

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 4. Zestawienie cen minimalnych dla plantacji wybranych roślin energetycznych

Table 4. Minimum prices for selected energy crops

Stopa dyskontowa/ <i>Discount rate</i>	Cena minimalna [zł/GJ]/ <i>Minimum price [PLN/GJ]</i>		
	miskant/ <i>miscanthus</i>	ślazuwec pensylwański/ <i>virginia mallow</i>	
		nasiona/ <i>seeds</i>	sadzonki/ <i>cuttings</i>
Dyskonto/ <i>Discount</i> 7,796%	25,13	34,00	35,06
Dyskonto/ <i>Discount</i> 5,5%	23,28	33,39	34,31
Dyskonto/ <i>Discount</i> 3%	22,31	32,79	33,59

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

W tabeli 4 przedstawiono zestawienie ceny minimalnej<sup>2</sup> za 1 GJ energii wytworzonej z wybranych roślin energetycznych. W rachunku ekonomicznym założono piętnastoletni okres uprawy roślin energetycznych (najkrótszy czas istnienia plantacji wieloletnich). Cena minimalna dla poszczególnych roślin energetycznych została wyznaczona z perspektywy wykorzystania odlogów i ugorów w województwie łódzkim. W analizie nie zostały uwzględnione koszty transportu oraz przetworzenia biomasy. Wynika to z faktu, że trwają badania nad dogodną lokalizacją jednostek rozproszonej.

Z analizy danych wynika, że w perspektywie 15 lat ceny najniższe kształtują się dla miskantusa. Dość znacząco różni się cena dla ślazuwca pensylwańskiego. Wynika to z tego, że nasiona posiadają niską zdolność kiełkowania. Pomimo, utrudnień związanych z rozmnażaniem miskantusa w warunkach klimatycznych Polski, roślina ta wykazuje się potencjałem ekonomicznym.

<sup>2</sup> Przez pojęcie ceny minimalnej rozumiany jest zwrot kosztów założenia oraz pielęgnacji plantacji

## Podsumowanie i wnioski

Ogólne zużycie energii elektrycznej w województwie łódzkim w 2011 r. wyniosło 42,3 PJ, co stanowi blisko 8% zużytej energii kraju. Natomiast oszacowany potencjał teoretyczny roślin energetycznych dla województwa łódzkiego kształtował się średnio na poziomie 51% zużytej energii elektrycznej w 2011 r. W perspektywie ogólnokrajowej natomiast potencjał ten stanowi 80% ogółu zużytej energii w Polsce. Badania wykazały energetyczny potencjał teoretyczny biomasy rolnej, zarówno w analizie regionalnej, jak i krajowej.

Z raportów miesięcznych publikowanych przez Towarową Giełdę Energii (TGE) wynika, że od stycznia do października 2012 r. średnioważona cena tygodniowa wyniosła ok. 180 zł/MWh. Zgodnie z analizą ekonomiczną roślin energetycznych cena za 1 MWh dla ślázowca kształtowała się na poziomie od 120,91 do 126,21 zł, a dla miskantusa od 80,33 do 90,46 zł. Na tym etapie również jest uzasadniony potencjał ekonomiczny zagospodarowania terenu.

Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne stanowi duży problem, chociażby ze strony zapewnienia ciągłości dostaw i magazynowania. Od momentu wejścia w życie traktatu lizbońskiego widoczne jest wspieranie działań na rzecz tworzenia wspólnego rynku energii. Głównym celem jest uniezależnienie członków Wspólnoty od dostaw paliw z krajów trzecich, czyli wzrost bezpieczeństwa energetycznego UE. Istnieje wiele czynników ograniczających wykorzystanie biomasy do produkcji energii. Instrument mający na celu wsparcie rozwoju rynków biomasy, tzw. zielone certyfikaty, odnosi się do produkcji energii elektrycznej, natomiast efektywność biomasy jest wyższa w przypadku produkcji energii cieplnej. W Polsce w produkcji energii elektrycznej z OZE największy udział ma współspalanie. Prawo ściśle reguluje udział biomasy rolnej i leśnej w współspalaniu. Zauważa się wsparcie dla wzrostu wykorzystywania biomasy rolnej. Dla przemysłu energetycznego kierunek ten jest niekorzystny ze względu na nieprzystosowanie systemów technicznych do wykorzystywania biomasy rolnej. Surowiec ten zawiera większe ilości chloru w porównaniu z drewnem. Dodatkowo narasta niepewność wśród producentów biomasy ze względu na kryzys rynku zielonych certyfikatów.

Integracja sektora rolnego i energetycznego nie wydaje się całkiem oczywista i łatwa do osiągnięcia. Sektor energetyczny wymaga wdrożenia nowych technologii, rozbudowy sieci przesyłowych oraz ciągłości dostaw. Sektor rolny również wymaga postępu technicznego i dokapitalizowania. Natomiast wydaje się, że rozwój rolnictwa w stronę wielofunkcyjności, tj. chociażby produkcji biomasy na cele energetyczne, czy zagospodarowania odpadów produkcji rolnej może stanowić źródło dywersyfikacji dochodów w tym sektorze.

## Literatura

- 1<sup>st</sup> FAO-BEFSCI Technical Consultation on, Criteria and Indicators on Sustainable Bioenergy Production that Safeguards Food Security. 2009: FAO Headquarters, 2-4 November, Rome.
- Adamowicz M. 2008: *Teoretyczne uwarunkowania rozwoju rolnictwa z uwzględnieniem procesów globalizacji i międzynarodowej integracji*, Roczn. Nauk Roln., seria G, t. 94, z. 2.
- Budzyński W., Bielski S. 2004: *Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. Cz. II. Biomasa jako paliwo stałe (artykuł przeglądowy)*, Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2).
- Havlíčková K., Weger J., Knápek J. 2011: *Modeling of biomass prices for bio-energy market in the Czech Republic*, Stimulation Modelling Practice and Theory, 19, s. 1946-1956.
- Igras J., Lopiński W. 2006: *Ocena wybranych elementów stanu żyzności gleby i jakości płytkich wód gruntowych na tle intensywności produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym*, Pamiętnik Puławski, Zeszyt 142, Puławy.
- Krasowicz S., Oleszek W., Horabik J., Dębicki R., Jankowiak J., Stuczyński T., Jadczyński J. 2011: *Racjonalne gospodarowanie środowiskiem glebowym Polski*, Polish Journal of Agronomy, No. 7.
- Kuś J., Faber A., Stasiak M., Kawalec A. 2008: *Plonowanie wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na różnych glebach*, Problemy Inżynierii Rolniczej nr 1.
- Matyka M., Kuś J. 2011: *Plonowanie i cechy biometryczne wybranych genotypów miskanta*, Problemy Inżynierii Rolniczej nr 2.
- Piskier T. 2009: *Potencjał energetyczny topinamburu*, Problemy Inżynierii Rolniczej nr 1.

- Program Innowacyjna energetyka. Rolnictwo energetyczne*. 2008: Stowarzyszenie Energii Odnawialnej, Polska Izba Biomasy, Polska Izba Gospodarcza Energii Odnawialnej, Stowarzyszenie Niezależnych Wytwórców Energii Skojarzonej, Warszawa.
- Przewodnik do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Fundusze strukturalne, Fundusz Spójności oraz Instrument Przedakcesyjny*. 2008: Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Polityki Regionalnej, Raport końcowy, 16.06.2008.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2010*. 2011: GUS, Warszawa.
- Skrónicki H. (red.). 2010: *Skrócone normatywy produkcji rolnej*, IUNG-PIB Puławy, Wyd. Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Radom.
- Taryfy OSD na rok 2012* (dotyczy OSD, którzy dokonali z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności). 2011: Urząd Regulacji Energetyki, Departament Taryf, Warszawa, listopad 2011.
- Żmijewski K. 2008: *Do(od) rzeczy o energetyce*, Wyd. Instytutu im. E. Kwiatkowskiego, Warszawa.
- [www.epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/indicators](http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/indicators)

### **Summary**

*The first aim of research was to determine the energy potential of fallow lands for Lodz Province including other region of Poland. The second aim of research was analysis of economic potential of 1 GJ biomass production of selected energy crops in the area. European integration provides positive results but also it requires to deliver certain requirements for example execution of assumptions energy and climate policy. This guidelines require coalition between the agricultural and energy sector. The support and promotion of RES intensified to increase the competitiveness of the same raw materials – biomass. It is necessary to build an integrated approach to sustainable development with preservation food security and increase the share of RES in final energy consumption.*

Adres do korespondencji  
mgr Natalia Szubska-Włodarczyk  
Instytut Ekonomii Uniwersytetu Łódzkiego  
ul. Rewolucji 1905 r. 41/43  
90-214 Łódź  
tel. (42) 635 51 59  
e-mail: [natszub@uni.lodz.pl](mailto:natszub@uni.lodz.pl)