

Wpłynęło 18.11.2014 r.  
Zrecenzowano 10.02.2015 r.  
Zaakceptowano 19.02.2015 r.

## Znaczenie biomasy w energetyce i gospodarce żywnościowej

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

**Zdzisław WÓJCICKI**<sup>ABCDEF</sup>

*Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie,  
Zakład Analiz Ekonomicznych i Energetycznych*

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki studiów nad dalszym wykorzystywaniem biomasy i innych odnawialnych źródeł energii (OZE) w zaspokajaniu potrzeb energetycznych i żywnościowych w Polsce. Stwierdzono, że należy maksymalizować wykorzystanie wszystkich rodzajów OZE, szczególnie tych które są bardziej opłacalne, nie zanieczyszczają środowiska i są społecznie akceptowane. Przyrost wykorzystania OZE powinien wyprzedzać nieunikniony przyrost potrzeb energetycznych w rozwoju gospodarczym i społecznym Polski. Uznano, że przyszła rola biomasy jest przeceniana w bilansie energetycznym OZE. Biomasa rolnicza jest za droga i niezbędna w dalszym rozwoju produkcji surowców żywnościowych dla kraju i na eksport. Zaspokajanie biomasą przyszłych potrzeb żywnościowych powinno mieć pierwszeństwo przed potrzebami energetycznymi. Ten nośnik energii łatwo zastąpić węglem, gazem czy energią nuklearną. Trzeba rozwijać interdyscyplinarne badania podstawowe i rozwojowe racjonalizujące stosowanie OZE i zwiększające efektywność nośników i odbiorników energii.

**Słowa kluczowe:** energetyka, żywność, rolnictwo, OZE, biomasa

### Wstęp

Dążąc do ograniczenia wzrostu zużycia energii pierwotnej zawartej w węglu, ropie i gazie, państwa Unii Europejskiej (UE) propagują i subsydują wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych (OZE). W niektórych krajach uważa się, że rozwój wykorzystania OZE umożliwi rezygnację ze stosowania energii nuklearnej. W bilansach energetycznych wszystkich nośników OZE największą pozycję stanowiła i stanowi biomasa, której udział w UE w bilansie energii finalnej z OZE wynosi ok. 60%, a w Polsce przekracza 90%.

Udział OZE w bilansie energetycznym UE w 2020 r. ma wynosić przynajmniej 20%, a w 2030 r. powinien dochodzić do 30%. Spowoduje to dalszy wzrost zapotrzebowania na energię z biomasy rolniczej, leśnej i komunalnej. Dalszy wzrost zapotrze-



bowania na biomasę w postaci stałej, biogaz, bioetanol, biodiesel i inne biologiczne nośniki energii może prowadzić do konfliktu interesów między gospodarką żywnościową i jej bezpieczeństwem w Polsce a gospodarką energetyczną i jej bezpieczeństwem w UE i w Polsce.

Analiza potrzeb i możliwości zapewnienia dostaw energii elektrycznej, ciepłej i transportowej, w tym z OZE i biomasy, jest celem niniejszej publikacji. Praca ma wykazać, czy tak intensywny rozwój wykorzystania OZE jest konieczny i czy znaczenie biomasy w energetyce nie jest przeceniane.

### **Przebieg studiów i metodyka pracy**

Studia nad prognozowaniem potrzeb energetycznych i wykorzystywaniem OZE prowadzone są w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym (ITP), a wcześniej w Instytucie Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa (IBMER) od wielu lat [GOLKA 2010; GRZYBEK 2003; SZEPTYCKI (red.) 2005; SZEPTYCKI, WÓJCICKI 2003; WÓJCICKI 2007; 2010; 2012; 2015].

Problematyką nakładów materiałowo-energetycznych, energochłonnością produkcji, rynku energii, OZE, potrzeb paliwowych wsi i rolnictwa zajmują się również pracownicy ITP, publikując liczne opracowania [DRESZER i in. 2003; KUREK 2010; PAWLAK 2004; 2006; 2013; WÓJCICKI, RUDEŃSKA 2014].

Aktualne studia prognostyczne potrzeb energetycznych Polski do 2020 i 2030 r. rozpoczęto od określenia zużycia różnych rodzajów energii w 2011 r. w 27 krajach UE, wykorzystując dane Eurostatu i POLBIOM zestawione w „Raporcie statystycznym” [PTB 2014].

Zużycie energii podawane tam jest w umownych tonach ekwiwalentu ropy naftowej (toe). Przeliczano je na dzule, kalorie lub watogodziny według następujących współczynników konwersji energii:

$$1 \text{ toe} = 1000 \text{ kgoe} = 41,868 \text{ GJ} = 11,63 \text{ MWh} = 10 \text{ Gcal}$$

W 2011 r. w 27 krajach UE łączne zużycie krajowe brutto wyniosło 1698 Mtoe, po odliczeniu strat i zużycia w sektorze energetycznym zużycie finalne – 1216 Mtoe, a po odliczeniu zużycia poza sektorem energetycznym końcowe zużycie energii – 1103 Mtoe.

Studium prognostyczne potrzeb energetycznych Polski w 2020 i 2030 r. opracowano, przyjmując założenie, że PKB wzrasta corocznie o 3,0% w I wariantcie i o 5,0% w II wariantcie i że każdej jednostce procentowej przyrostu PKB towarzyszy 0,25% przyrostu energii do 2020 r. i 0,2% przyrostu energii w okresie 2020–2030 r., gdy zwiększy się sprawność i efektywność energetyczna oraz upowszechnione będą energooszczędne technologie produkcji i dystrybucji materiałów i usług.

Uwzględniając w rachunku rozwoju procent składany, przyjęto w okresie do 2020 r. wzrost potrzeb energetycznych o 8,0%, a w okresie 2020–2030 o 7,0% wg I wariantu. Analogicznie w II wariantcie założono 15- i 12-procentowy wzrost potrzeb krajowych (brutto) i potrzeb końcowych energii (netto).

W studium prognostycznym (tab. 1) założono, że cały przyrost potrzeb energetycznych brutto i netto będzie pokrywany ze zwiększającego się wykorzystania energii z OZE.

Przyrost produkcji energii z paliw ciekłych (ropy) i paliw gazowych będzie proporcjonalny do ogólnego przyrostu krajowych potrzeb energetycznych. Natomiast wynikające z takiej metodologii prognozowania różnice bilansowe były korygowane poprzez zmniejszanie zużycia paliw stałych (węgla).

W studium wykazano, że zużycie energii z OZE w stosunku do energetycznych potrzeb krajowych (brutto) mogłoby (teoretycznie) wzrosnąć z 7,8% w 2011 r. do 14,6% w 2020 r. wg wariantu I i do 19,8% wg wariantu II, a do 2030 r. do 20,2% wg wariantu I i do 28,4% wg wariantu II. Analogicznie, wzrost wykorzystywania energii z OZE (netto) w stosunku do końcowych potrzeb energetycznych może wzrosnąć z 10,9% w 2011 r. do 17,5% w 2020 r. wg wariantu I i do 22,5% wg wariantu II, a do 2030 r. wzrost ten wyniósłby 22,9% wg wariantu I i 30,8% wg wariantu II (tab. 1).

Tabela 1. Studium prognostyczne potrzeb i możliwości energetycznych Polski do 2030 r.  
Table 1. Prognostic study of energetic needs and possibilities of Poland until 2030 year

Rodzaj energii/nośnik Media type/carrier	Potrzeby energetyczne [PJ] w latach Energy needs [PJ] in years				
	2011 (zużycie) (consumption)	2020		2030	
		I wariant I variant	II wariant II variant	I wariant I variant	II wariant II variant
1	2	3	4	5	6
Zużycie i potrzeby krajowe (brutto) National consumption and needs (gross value)	4 278	4 620	4 920	4 944	5 510
w tym: including:					
– ropa naftowa i pochodne petroleum and derivatives	1 109	1 198	1 275	1 282	1 428
– paliwa gazowe gaseous fuels	538	581	619	622	693
– paliwa stałe solid fuels	2 266	2 132	2 014	1 994	1 763
– energia nuklearna nuclear energy	–	–	–	103	206
– energia odnawialna (OZE) renewable energy (RES)	333	675	975	999	1 565
– odpady nieodnawialne non-renewable wastes	32	34	37	37	41
Końcowe zużycie i potrzeby energii (netto) Final energy consumption and needs (net value)	2 708	2 925	3 114	3 130	3 488
w tym: including:					
– ropa naftowa i jej pochodne petroleum and its derivatives	860	929	989	994	1 108

1	2	3	4	5	6
– paliwa gazowe gaseous fuels	381	411	438	440	491
Energia elektryczna Electric energy	439	474	505	507	565
w tym: including: – energia elektryczna z OZE electric energy from RES	50	85	116	118	176
Ciepło pochodne Derivative heat	269	290	309	310	346
w tym ciepło z OZE including heat from RES	16	37	56	57	93
Paliwa odnawialne (OZE) Renewable fuels (RES)	229	390	529	542	806
Paliwa stałe Solid fuels	505	404	315	308	140
Odpady nieodnawialne Non-renewable wastes	25	27	29	29	32
Razem energia z OZE (netto) Total energy from RES (net value)	295	512	701	717	1 075

Objaśnienie: zakładany wzrost potrzeb energetycznych w I wariantcie o 8% w okresie 2011–2020, o 7% w okresie 2020–2030, w II wariantcie o 15% w okresie 2011–2020 i o 12% w okresie 2020–2030.

Explanation: the assumed increase in energetic needs in I variant by 8% in period 2011–2020, by 7% in period 2020–2030, in variant II by 15% in period 2011–2020 and by 12% in period 2020–2030.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: PTB [2014].

Source: own elaboration based on PTB [2014].

## Wyniki prognozowania możliwości wykorzystania OZE

Badano możliwości zrealizowania potrzeb energetycznych Polski, w tym wykorzystania OZE zgodnie z wynikami studium prognostycznego przedstawionymi w tabeli 1.

Opracowano wstępną prognozę krajowego wykorzystania poszczególnych nośników OZE do 2030 r. (tab. 2). Założono w niej 3-krotny wzrost do 2020 r. i podobny wzrost do 2030 r. zużycia energii wiatru i hydroenergii oraz wielokrotny wzrost wykorzystania energii słonecznej i geotermalnej. Mimo tak znacznego wzrostu zużycia energii z tych źródeł, podstawą rozwoju wykorzystania OZE jest i nadal będzie biomasa.

Udział energii z biomasy w zużyciu energii z OZE w 2011 r. wynosił 93,7%, a według wstępnej prognozy wyniósłby w 2030 r. 91,2% wg wariantu I i 91,6% wg wariantu II.

Ograniczając straty przesyłowe i współspalanie biomasy z węglem w dużych (za-wodowych) elektrowniach i elektrociepłowniach, można prognozować, że udział zużycia energii z biomasy netto w zużyciu końcowym energii z OZE w 2030 r. wyniesie 87,7% średnio wg obydwóch wariantów wstępnej prognozy (tab. 2).

Tabela 2. Wstępna prognoza rozwoju wykorzystania OZE w Polsce  
 Table 2. Preliminary prognosis of development of RES using in Poland

Rodzaj energii Type of energy	Zużycie energii z OZE [PJ] w latach Energy consumption from RES [PJ] in years				
	2011	2020		2030	
		I wariant I variant	II wariant II variant	I wariant I variant	II wariant II variant
Energia z OZE brutto Energy from RES gross value	333,0	675,0	975,0	999,0	1 565,0
w tym: including:					
– z biomasy i odpadów brutto biomass and wastes gross value	312,0	632,0	909,0	911,0	1 433,0
– z biomasy i odpadów netto biomass and wastes net value	274,0	469,0	635,0	629,0	943,0
– hydroenergia hydropower	8,0	13,0	21,0	26,0	40,0
– energia wiatru wind power	12,0	24,0	36,0	48,0	72,0
– energia geotermalna geothermal energy	0,5	2,0	3,0	5,0	7,0
– energia słoneczna solar energy	0,5	4,0	6,0	9,0	13,0
Zużycie końcowe energii z OZE (netto) Final energy consumption from RES (net value)	295,0	512,0	701,0	717,0	1 075,0

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Dwukrotne zwiększenie zużycia biomasy do 2020 r. i trzykrotne do 2030 r. wg wariantu I byłoby trudne lub wprost niemożliwe do zrealizowania. Niemożliwe jest też trzy- i pięciokrotne (wariant II) zwiększenie energetycznego zużycia biomasy odpowiednio do 2020 i 2030 r. Z tego powodu wariant II wstępnej prognozy rozwoju wykorzystywania OZE należy uznać za nierealny.

Prowadzone studia prognostyczne wskazują, że w Polsce będzie brakować biomasy leśnej i komunalnej, a nadmierne zwiększanie energetycznego zużycia biomasy rolniczej może niekorzystnie wpływać na ekonomikę gospodarki żywnościowej. Bilansując możliwości zwiększania energetycznego zużycia poszczególnych rodzajów biomasy, opracowano realną, ale też trudną do zrealizowania prognozę wykorzystania OZE w Polsce (tab. 3).

Z prognozy tej wynika, że energetyczne zużycie biomasy wzrośnie do 2020 r. o ok. 30,0%, a do 2030 r. o 66,0% w stosunku do stanu z 2011 r. Udział energii z biomasy w zużyciu energii z OZE z 93,7% w 2011 r. zmniejszy się w 2020 r. do 90,4%, a w 2030 r. do 85,5%. Udział energii z OZE w krajowych potrzebach energetycznych (brutto) zwiększy się z 7,8% w 2011 r. do 9,7% w 2020 r. i do 12,3% w 2030 r. (wg wariantu I).

Z opracowanej prognozy wzrostu udziału OZE w wytwarzaniu energii elektrycznej (wg wariantu I) wynika, że wzrośnie on z 11,4% w 2011 r. do 17,9% w 2020 r. i do 23,3% w 2030 r. (tab. 4). Można też zauważyć, że w warunkach zwiększonego wykorzystania

Tabela 3. Energetyczne wykorzystanie biomasy i pozostałych OZE w Polsce  
 Table 3. Energetic using of biomass and other RES in Poland

Rodzaj biomasy i odnawialnych źródeł energii (OZE) Type of biomass and renewable energy sources (RES)	Zużycie energii zawartej w danym nośniku Consumption of energy in specific carriers [PJ]		
	2011 r. (zużycie) (consumption)	2020 r. (prognoza) (prognosis)	2030 r. (prognoza) (prognosis)
Leśna grubizna opałowa Fuel-wood, forest large timber	68	78	90
Inne leśne drewno opałowe Other forest fuel-wood	61	70	80
Przemysłowe odpady drzewne Industrial wooden wastes	45	52	60
Drewno użytkowe Post-using wood	28	36	45
Drewno z sadów i zadrzewień Wood from orchards and woodlots	30	40	48
Drewno z plantacji energetycznych Wood from energetic plantations	8	14	24
Słoma i rośliny rolnicze Straw and agricultural plants	10	15	22
Inna biomasa stała Other solid biomass	15	22	34
Biomasa w stanie ciekłym (etanol, biodiesel) Liquid biomass (ethanol, biodiesel)	40	52	65
Biomasa w stanie gazowym (biogaz i inne) Gaseous biomass (biogas and other)	7	25	50
Razem biomasa energetyczna Total energetic biomass	312	404	518
Inne OZE Other RES	21	43	88
Razem OZE w Polsce Total RES in Poland	333	447	606

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych opublikowanych przez PAWLAKA [2004].  
 Source: own elaboration based on data published by PAWLAK [2004].

nia energii wodnej, wiatrowej i biogazowej możliwe będzie zmniejszanie bezsenso-  
 wnego współspalania drewna z węglem w elektrowniach zawodowych.

### Rola i znaczenie OZE

Wykorzystywanie poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii (OZE) powoduje zmniejszenie zużycia zasobów energii pierwotnej (węgiel, ropa, gaz) i jest wskazane, gdy energia z OZE jest:

- tańsza od energii ze źródeł konwencjonalnych,
- ogranicza emisję gazów cieplarnianych do atmosfery,
- zachowuje ekologiczną kondycję obecnego środowiska,
- jest technicznie i społecznie akceptowana.

Obecnie i w perspektywie 10–15 lat energia prawie ze wszystkich OZE jest i będzie droższa od energii konwencjonalnej i nuklearnej i pozyskiwanie jej z OZE nie będzie miało istotnego wpływu na oszczędzanie ciągle odkrywanych nowych zasobów energii pierwotnej w postaci węgla, ropy i gazu (w tym łupkowego).

Tabela 4. Prognoza wykorzystywania OZE w produkcji energii elektrycznej (netto) w Polsce  
 Table 4. Prognosis of RES use in electric energy production (net value) in Poland

Źródło/nośnik energii elektrycznej Source/electricity carrier	Produkcja energii elektrycznej [PJ] w latach Production of electricity [PJ] in years		
	2011 (szacunek) (estimation)	2020 (prognoza) (prognosis)	2030 (prognoza) (prognosis)
Hydroenergia Hydropower	8,0	13,0	26,0
Energia wiatru Wind power	12,0	24,0	48,0
Energia słoneczna (75%) Solar energy (75%)	0,5	3,0	4,0
Biogaz (50%) Biogas (50%)	3,5	12,0	25,0
Biomasa współpalana z węglem Biomass co-fired with coal	26,0	33,0	15,0
Razem udział OZE Total RES share	50,0	85,0	118,0
Zapotrzebowanie na energię elektryczną (I wariant) Needs of electric energy (I variant)	439,0	474,0	507,0

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Pozyskiwanie energii z OZE jest opłacalne, gdy jest ona wykorzystywana na potrzeby produkcyjne lub bytowe jej właścicieli lub gdy jest sprzedawana z uwzględnieniem różnych dopłat lub subwencji [KROWIAK 2010; KWAŚNIEWSKI 2012].

Właściciele działek leśnych lub zadrzewień, pozyskując drewno opałowe na własne potrzeby, nie uwzględniają części kosztów własnych, które muszą uwzględnić, sprzedając drewno lub inną biomasę.

Opłacalność wykorzystywania energetycznego biomasy rolniczej jest problematyczna, gdyż jej efektywność energetyczna jest najczęściej ujemna, to znaczy, że aby uzyskać rolniczy produkt towarowy o wartości energetycznej 1 GJ, ponosi się skumulowane nakłady materiałowo-energetyczne o wartości większej niż 1 GJ energii [WÓJCICKI 2015; WÓJCICKI, RUDEŃSKA 2014].

Biomasa spalana bezpośrednio (np. drewno) lub pośrednio (np. biopaliwa) emituje do atmosfery dwutlenek węgla, inne gazy cieplarniane oraz dymy, pyły, sadze, popioły i odory [GADOMSKI 2012; KOWALCZYK-JUŚKO 2010; KROWIAK 2010]. Emisja gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O i inne) w Polsce w 2010 r. przekraczała 403 mln t równoważnika CO<sub>2</sub>. Zjawisko to w znacznym stopniu (ok. 15%) spowodowane jest spalaniem biomasy leśnej, rolniczej i komunalnej [PTB 2014].

Biopaliwa mają mniejszą wartość opałową i mniejszy wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> niż paliwa pierwotne, ale emitują więcej CO<sub>2</sub> na jednostkę uzyskiwanej energii (tab. 5).

Współspalanie drewna i innej biomasy z węglem nie zmniejsza, lecz zwiększa emisję gazów cieplarnianych. Propagowanie i dotowanie współspalania biomasy w dużych elektrociepłowniach i elektrowniach zawodowych nie daje żadnych korzyści przypisywanych OZE i jest energetycznym, ekologicznym i ekonomicznym absurdem nie-

Tabela 5. Wskaźniki energii chemicznej i emisji dwutlenku węgla przez paliwa konwencjonalne i odnawialne (w zaokrągleniu)

Table 5. Chemical energy and carbon dioxide emission indices by conventional and renewable fuels (rounded numbers)

Rodzaj paliwa Fuel type	Wartość opałowa Calorific value [GJ·t <sup>-1</sup> ]	Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> emission coefficient [t·t <sup>-1</sup> ]	Emisja w przeliczeniu na jednostkę uzyskiwanej energii Emission calculated per unit of energy obtained [kg CO <sub>2</sub> ·GJ <sup>-1</sup> ]
Węgiel kamienny Hard coal	29	2,7	96
Węgiel brunatny Brown coal	15	1,7	100
Olej napędowy Diesel oil	42	3,1	76
Benzyna (etylina) Petrol (leader petrol)	43	3,3	75
Drewno opałowe Fuel timber	18	1,9	105
Słoma sucha Dry straw	17	1,8	106
Bioetanol Bioethanol	27	3,0	77
Biodiesel Biodiesel	37	2,8	76
Gaz ziemny Natural gas	36	2,0	57
Biogaz Biogas	22	1,8	60

Źródło: opracowanie własne na podstawie: PTB [2014].

Source: own elaboration based on PTB [2014].

bezpiecznym dla zrównoważonej produkcji rolniczej i leśnej. Preferencyjne dopłaty i dotacje do zużycia biomasy powodują, że energetyce zaczyna się opłacać import taniego drewna opałowego lub biomasy odpadowej [KROWIAK 2010; Rozporządzenie MŚ... 2008].

Upowszechnianie poglądu, że energetyczne wykorzystywanie biomasy nie emituje do atmosfery dwutlenku węgla wynika z niezajomości obiegu węgla w przyrodzie i unikania realnego corocznego bilansowania emisji CO<sub>2</sub> z różnych źródeł jej powstawania i zmniejszania tej emisji w wyniku fotosyntezy przez rośliny zielone, bioplankton i inne. W wyniku spalania roślin zielonych wcale nie uzyskuje się „zielonej energii”.

Energia wodna, wiatrowa, geotermalna, słoneczna i nuklearna nie emitują do atmosfery gazów cieplarnianych, ale mogą powodować różne zagrożenia środowiskowe nie zawsze społecznie akceptowane. Wszystkie te rodzaje energii powinny być intensywnie rozwijane, ale do 2030 r. w naszym krajowym bilansie energetycznym nie będą odgrywać istotnej roli (ok. 2%).

Znaczenie i rozwój wykorzystywania OZE głównie na bazie biomasy jest przeceniane, a uzyskiwanie „zielonej energii” nie powinno być subwencjonowane, bo prowadzi do zakłócenia rynku energii i wzrostu jej cen detalicznych [WÓJCICKI 2015].

## Biomasa rolnicza

Zapotrzebowanie energetyczne na biomasę rolniczą będzie nadal wzrastać wobec wyczerpywania się energetycznych zasobów biomasy komunalnej i leśnej. Zasoby



biomasy rolniczej są ściśle określone i jej ilość możliwa do przeznaczenia na cele energetyczne jest ograniczona. Rolnictwo może swobodnie zwiększać dostawy surowców do produkcji bezwodnego etanolu ( $C_2H_5OH$ ), bo zapotrzebowanie na bioetanol będzie utrzymywać się w granicach 5–8% dodatku do niektórych benzyn. Zapotrzebowanie na biodiesel wzrasta tak, że zapotrzebowanie na nasiona rzepaku może powodować wzrost cen detalicznych produktów przemysłu tłuszczowego (olejów i margaryn).

Słoma i inne resztki poźniwne nie powinny być spalane, należy je stosować jako nawóz bezpośrednio wnoszony do gleby, rozdrabniając i przyorując, lub jako obornik zwierzęcy albo kompost. Nawożenie organiczne powoduje zwiększenie zasobów glebowych substancji organicznej (GSO) stanowiącej podstawę zwiększenia plonów na gruntach ornych. Jednym z ekologicznych celów rolnictwa jest i będzie zwiększanie żyzności i zasobności chronionych użytków rolnych m.in. przez zwiększanie GSO, co wiąże się z sekwestracją węgla ( $CO_2$ ) na terenach rolniczych i leśnych. Innym ekologicznym zadaniem rolnictwa jest zmniejszanie emisji do atmosfery metanu ( $CH_4$ ), podtlenku azotu ( $N_2O$ ) i innych gazów cieplarnianych powstających na fermach zwierząt i w miejscach fermentacji produktów organicznych.

Dobrym rozwiązaniem może być rozwój małych biogazowni przetwarzających obornik, gnojowicę i odpady roślinne na biogaz i nawóz organiczny. Nie powinno się przetwarzać biomasy kukurydzy i innych roślin w biogazowniach, bo efektywność energetyczna tej biomasy jest ujemna, a zajmowanie UR pod uprawy energetyczne może zagrażać bezpieczeństwu żywnościowemu naszego kraju [WÓJCICKI, RUDENSKA 2014].

## Podsumowanie

Wraz ze społeczno-gospodarczym rozwojem Polski wzrastają jej potrzeby paliwowo-energetyczne, które ze względu na oszczędzanie energii pierwotnej powinny być pokrywane przyrostem pozyskiwania jej ze źródeł odnawialnych (OZE). Stwierdzono, że przyrost wykorzystania OZE będzie mniejszy od przyrostu ogólnych potrzeb energetycznych wynikających ze stałego 3-procentowego przyrostu produktu krajowego brutto (PKB) i poprawy warunków socjalno-bytowych ludności miast i wsi (I wariant). Zwiększanie wykorzystywania OZE w Polsce jest ograniczone, bo dotychczas tylko nieznacznie zwiększało się zużycie hydroenergii i energii geotermalnej, a od niedawna następuje wzrost wykorzystywania energii słonecznej i wiatrowej.

Przeceniana jest przyszła rola biomasy w bilansie energetycznym OZE i krajowym bilansie energii. Energetyczne zużycie biomasy leśnej jest ograniczone corocznym przyrostem masy drzewnej, a zużycie biomasy komunalnej – przyrostem ilości odpadów i zanieczyszczeń organicznych. Biomasa rolnicza jest za droga i niezbędna w dalszym rozwoju produkcji surowców żywnościowych dla kraju i na eksport. Nie wolno spalać słomy i ziarna, tak jak nie powinno się uprawiać kukurydzy i innych roślin z przeznaczeniem na surowce do biogazowni. Przyszłe potrzeby żywnościowe mają pierwszeństwo w stosunku do potrzeb energetycznych z biomasy, które łatwo zastąpić węglem, gazem czy energią nuklearną. Trzeba pamiętać, że spalana biomasa emituje do atmosfery więcej  $CO_2$  na jednostkę uzyskiwanej energii i – podobnie jak węgiel – wpływa na zwiększanie produkcji gazów cieplarnianych.

Przyszła produkcja energii z OZE może być szacowana na 447 PJ w 2020 r. i na 606 PJ w 2030 r. Może to pokryć w 2020 r. ok. 10,5% potrzeb energetycznych z 2011 r. i ok. 9,7% przewidywanych (prognozowanych) potrzeb energetycznych, a w 2030 r. odpowiednio ok. 14,2% i ok. 12,3%. Z tej prognozy wynika, że Polska nie będzie mogła spełnić wymogów konwencji klimatycznej do 2020 r. i nie będzie mogła zrealizować tego do 2030 r.

Należy zwiększać zużycie OZE ze źródeł nieemitujących gazów cieplarnianych i zmniejszać współspalanie biomasy z węglem w dużych elektrociepłowniach i elektrowniach zawodowych. Trzeba poszukiwać nowych sposobów zmniejszania emisji CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O oraz rozwijać interdyscyplinarne badania podstawowe oraz rozwojowe racjonalizujące stosowanie OZE i zwiększające efektywność energetyczną, ekologiczną i ekonomiczną nośników i odbiorników energii.

## Bibliografia

DRESZER K., MICHAŁEK R., ROSZKOWSKI A. 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystywania w rolnictwie. Kraków. PTiR. ISBN 8391705307 ss. 256.

GADOMSKI W. 2012. Czarne płuca Europy. Polskie lasy płoną na ołtarzu unijnej ekologii. Gazeta Wyborcza z dn. 2012 s. 30–31.

GOLKA W. 2010. Energetyka a odnawialne źródła energii. Popularyzacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie OZE. Koszalin. EKSPERT. SITR ss. 150.

GRZYBEK A. 2003. Plany i uwarunkowania wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce, a polityka energetyczna państwa. Energetyka Ciepła i Zawodowa. Nr 3 s. 17–18.

GUS 2011. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009 i 2012. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 290.

KOWALCZYK-JUŚKO A. 2010. Redukcja emisji zanieczyszczeń dzięki zastąpieniu węgla biomasą spartiny preriowej. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 s. 20–29.

KROWIAK A. 2010. Korzyści ekonomiczne w handlu uprawnieniami do emisji CO<sub>2</sub> przy spalaniu w energetyce w energetyce zawodowej mieszanek z komponentami organicznymi. Praktyki Energetyczne. T. 1U. Z 2. s. 213–228.

KUREK J. 2010. Badania nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwach rodzinnych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 20–28.

KWAŚNIEWSKI D. 2012. Produkcja biomasy z wierzby energetycznej w aspekcie ponoszonych nakładów. W: Inżynieria rolnicza w dobie innowacyjnej gospodarki. Konferencja jubileuszowa. Kraków, 26.09.2012 r. Kraków. PTiR s. 209–225.

PAWŁAK J. 2004. Pozyskiwanie drewna dla celów energetycznych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 s. 65–71.

PAWŁAK J. 2006. Ekonomiczne i organizacyjne problemy mechanizacji i energetyki rolnictwa. Warszawa. IBMER. ISBN 83-89806-15-0 ss. 230.

PAWŁAK J., ZALEWSKI A., ZALEWSKI A., MIESZKOWSKA L., OLEKSIAK T. 2013. Rynek środków produkcji dla rolnictwa. Warszawa. IERGŻ. Nr 40. ISSN 2081-8815 ss. 50.

PTB 2014. Raport statystyczny. Bioenergia w Europie. Warszawa. ISBN 978-83-64657-12-2 ss. 130.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji. Dz.U. 2008. Nr 183 poz. 1142.

SZEPTYCKI A., WÓJCICKI Z. 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Warszawa. IBMER. ISBN 83-86264-96-9 ss. 242.

SZEPTYCKI A. (red.) 2005. Stan i kierunki rozwoju techniki oraz infrastruktury rolniczej w Polsce. Warszawa. IBMER. ISBN 83-89806-09-6 ss. 238.

WÓJCICKI Z. 2007. Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Warszawa. IBMER. ISBN 978-8-389806-17-8 ss. 124.

WÓJCICKI Z. 2010. Potrzeby energetyczne i wykorzystywanie odnawialnych zasobów energii. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 s. 37–47.

WÓJCICKI Z. 2012. Znaczenie biomasy i innych odnawialnych zasobów energii. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 s. 5–13.

WÓJCICKI Z. 2015. Efekty modernizacji modelowego gospodarstwa rodzinnego. Monografia. Falenty–Warszawa. ITP. W przygotowaniu.

WÓJCICKI Z., RUDEŃSKA B. 2014. Efektywność nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwie rolnym. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 s. 57–70.

**Zdzisław Wójcicki**

## **THE IMPORTANCE OF BIOMASS IN ENERGY SECTOR AND FOOD INDUSTRY**

### **Summary**

Study results were presented of further using of biomass and other renewable energy sources (RES) in meeting of energetic and food industry needs in Poland. It was stated, that all kinds of RES should be used, in particular these, which are more profitable, do not pollute the environment and are socially acceptable. Increase in RES usage should exceed inevitable growth of energetic needs in industrial and social development of Poland. It was concluded, that future role of biomass is overestimated in energetic balance of RES. Agricultural biomass is too expensive and necessary for further development of raw food materials production and for country and export. The meeting of future food needs by biomass should be foremost before energetic needs. This kind of energy carrier could be easily replaced by coal, gas or nuclear energy. Interdisciplinary basic and developing research should be explicated, which rationalize the RES usage and increase the effectiveness of energy carriers and receivers.

**Key words:** energetic sector, food, agriculture, RES, biomass

#### Adres do korespondencji

prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel. 22 542-11-67 lub 605 206 34

