

*Zdzisław Wójcicki*

## **ENERGIA ODNAWIALNA I OCHRONA ŚRODOWISKA WIEJSKIEGO**

---

### ***RENEWABLE ENERGY VERSUS RURAL ENVIRONMENT PROTECTION***

#### **Streszczenie**

Przedstawiono wyniki studiów dotyczących zapotrzebowania na energię w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystywania odnawialnych zasobów energii (OZE).

Stwierdzano, że przeceniane są efekty stosowania energii odnawialnej, a szczególnie spalania biomasy i jej wpływu na emisję gazów cieplarnianych.

Na jednostkę uzyskiwanej energii biopaliwa emitują więcej dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) niż stosowane paliwa konwencjonalne, a w tym węgiel. Nie można zakładać „zerowej” emisji CO<sub>2</sub> powstającej ze spalania biomasy.

Nie będziemy mogli do 2020 r. zrealizować naszych zobowiązań wobec Unii Europejskiej (UE) w zakresie oszczędzania energii, emisji gazów cieplarnianych i zwiększenia udziału OZE w naszym krajowym bilansie energetycznym.

Intensywne zwiększanie zużycia biopaliw stałych, ciekłych i gazowych może zagrażać naszej gospodarce leśnej i rolnej oraz niezbędnej ochronie gleby, wody i powietrza na obszarach wiejskich. Zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych będzie wymagało kapitałochłonnych inwestycji w siłownie jądrowe, wodne i wiatrowe oraz w urządzenia solarne i geotermalne.

Niezbędne są interdyscyplinarne badania podstawowe i rozwojowe w zakresie wpływu przemian energetycznych na kształtowanie i ochronę środowiska wiejskiego.

**Słowa kluczowe:** nośniki energii, energia odnawialna, biopaliwo, emisja gazów, prognozy, badania

### **Summary**

*Presented were the results of studies on energy demand in Poland with particular regard to the use of renewable energy resources (RER).*

*It was stated that the results of renewable energy use have been overestimated, particularly concerning biomass burning and its effect on greenhouse gas emission. Biofuels emit more carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) per unit of generated energy than conventional fuels, including coal. It is impossible to assume a "zero" emission of CO<sub>2</sub> forming during biomass burning.*

*We will be unable to fulfill by 2020 our obligations towards the European Union (EU) concerning energy saving, greenhouse gas emission and increasing the share of RER in national energy balance in Poland.*

*Intensive increase in the use of solid, liquid and gaseous biofuels may threaten forestry and agricultural economy in Poland as well as necessary protection of soil, water and air in rural areas. Decreasing greenhouse gas emission will require capital consuming investments in nuclear power stations, hydro-electric power plants and wind turbines, as well as in solar and geothermal facilities. Interdisciplinary basic and development research are necessary in the area of the effect of energy transformations on the shaping and protection of rural environment.*

**Key words:** *energy carriers, renewable energy, biofuel, gas emission, forecasts, research*

### **POTRZEBY ENERGETYCZNE KRAJU, WSI I ROLNICTWA**

Zakładany intensywny rozwój społeczno-gospodarczy Polski powoduje stały wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną i energię cieplną oraz na energię mechaniczną niezbędną w środkach transportu.

Aktualizując naszą prognozę energetyczną z 2002 r. (Szeptycki, Wójcicki 2003) można przyjąć (tab. 1), że do 2030 r. ogólnokrajowe potrzeby energetyczne wzrosną z 4200 do 5300 PJ czyli o 1100 PJ tj. o 26,2%. Ponieważ w tym czasie nasz produkt krajowy brutto (PKB) wzrośnie o ponad 100%, to można przyjąć, że każdemu 1% przyrostu PKB musi towarzyszyć 0,25% przyrostu zużycia bezpośrednich nośników energii.

Potrzeby energetyczne rozwojowych gospodarstw rolniczych będą obniżać się wraz ze zmianami w strukturze agrarnej, zmianami w strukturze produkcji rolnej i z upowszechnianiem nowych energooszczędnych technologii produkcji roślinnej i zwierzęcej [Wójcicki 2007].

Najbardziej dynamicznie powinno wzrastać zużycie energii elektrycznej, cieplnej i innej w gospodarstwach domowych na wsi i w małych miastach.

Trzeba tam likwidować zapóźnienia rozwojowe i przyspieszać wychodzenie z biedy ciągle licznych grup gospodarstw domowych, które powinny już

eksploatować domy z centralnym ogrzewaniem, ciepłą wodą, wentylacją i klimatyzacją, z urządzeniami chłodniczymi i oraz innymi urządzeniami socjalno – bytowymi.

**Tabela 1.** Prognoza potrzeb energetycznych Polski do 2030 r.

Wyszczególnienie potrzeb energetycznych	Zużycie bezpośrednich nośników energii PJ w roku		
	2010	2020	2030
Potrzeby ogólnokrajowe	4200	4600	5300
Potrzeby miast i obszarów przemysłowych	3125	3450	4020
Zużycie na obszarach wiejskich	1075	1150	1280
Zużycie w towarowych gospodarstwach rolnych	333	299	268

Źródło: Badania własne, ITP. – 2010 r.

Wraz z technologiczną i ekologiczną modernizacją rozwojowych gospodarstw rolnych [Wójcicki 2010] będzie się zmieniać struktura zużycia bezpośrednich nośników energii w rolnictwie (tab. 2).

**Tabela 2.** Prognoza potrzeb energetycznych polskiego rolnictwa

Rodzaj nośnika energii	Zużycie bezpośrednich nośników energii w rolnictwie PJ w roku		
	2010	2020	2030
Paliwa stałe (węgiel, biomasa i inne)	164	125	85
Paliwa ciekłe (olej napędowy, etylina, etanol i inne)	133	130	126
Paliwa gazowe (gaz ziemny, propan-butan, biogaz i inne)	4	9	18
Energia elektryczna (ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych)	31	35	39
Razem w rolnictwie	333	299	268

Źródło: Badania własne, ITP.-2010 r.

Podobne zmiany strukturalne można przewidywać w pozarolniczych przedsiębiorstwach i instytucjach oraz w gospodarstwach domowych na obszarach wiejskich. Z prognoz tych wynika wzrost zapotrzebowania wsi i rolnictwa na paliwa ciekłe i gazowe oraz energię elektryczną, pozyskiwaną ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych.

## ODNAWIALNE ZASOBY ENERGII

Spółeczno-gospodarczymi celami rozwoju wykorzystania OZE generalnie są:

- oszczędzanie paliw kopalnych,
- zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych,
- obniżanie kosztów pozyskania energii,
- zwiększanie dochodów właścicieli OZE.

Z nielicznymi wyjątkami wykorzystywanie prawie wszystkich rodzajów energii odnawialnej nie spełnia założonych celów i nie daje spodziewanych efektów.

Ciągły wzrost światowego zapotrzebowania na energię nie może być zaspokojony przez OZE i zmusza do wzrostu wykorzystywania paliw kopalnych i rozwoju energetyki jądrowej. Nadal przyrost zużycia paliw kopalnych jest mniejszy od przyrostu geologicznie udokumentowanych zasobów węgla kamiennego i brunatnego oraz ropy naftowej i gazu ziemnego, a w przyszłości także łupkowego.

Udział OZE w bilansie energetycznym Polski, zgodnie z przyjętymi zobowiązaniami międzynarodowymi, powinien na koniec 2010 r. wynosić 7,5%, w 2020 r. około 15%, a w 2030 r. ponad 20%. Oparta na powyższych parametrach prognoza (tab. 3) wskazuje jak znacznie musiałyby wzrastać nakłady inwestycyjne na pozyskanie energii wodnej, wiatrowej, słonecznej, geotermalnej i innej przy racjonalnym wykorzystaniu na cele energetyczne biomasy rolniczej i innej.

**Tabela 3.** Prognoza możliwości wykorzystania OZE w Polsce

Rodzaj odnawialnych zasobów energii (OZE)	Zużycie OZE w PJ w roku		
	2010	2020	2030
Udział % OZE w krajowym bilansie energetycznym	7,5%	15%	20%
Łączne zużycie OZE w Polsce	315	690	1060
Energia wodna	24	82	135
Energia wiatrowa	10	43	125
Energia słoneczna i fotowoltaiczna	25	100	145
Energia geotermalna i inna	21	77	130
Energia z biomasy	235	408	525

Źródło: Badania własne, ITP.-2010 r.

Spełniając prognozę w ciągu 20 -lecia 2010 – 2030 r. uzyskalby przyrost 745 PJ (1060-315 PJ) „zielonej” energii gdy niezbędny przyrost potrzeb energetycznych kraju wynosi 1100 PJ.

Produkcja energii elektrycznej z OZE w Polsce wynosiła w 2009 r. tylko około 32 PJ (8,6 TWh) i jej udział wynosił około 5,5% krajowego zużycia energii elektrycznej.

Struktura OZE przy produkcji energii elektrycznej kształtowała się następująco:

- współspalanie biomasy z węglem – 48,2%
- energia wodna – 27,0%
- energia wiatrowa – 11,2%
- biomasa – 10,0%
- biogaz i inne - 3,7%

Na koniec 2010 r. nasze zobowiązania w zakresie produkcji energii elektrycznej z OZE zostaną wykonane tylko w około 70% (Golka 2010). Podobnie może być ze spełnieniem zobowiązań w zakresie wykorzystania OZE dla pozyskania energii cieplnej i innej w 2010 i 2020 r. (tab. 3).

### **EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH**

Świat emituje corocznie około 30 mld ton dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) w wyniku spalania drewna, węgla, ropy, gazu oraz wypalania lasów, ściernisk, łąk i innych. Rolnictwo emituje też CO<sub>2</sub> i inne gazy zagospodarowując materię organiczną biomasy oraz zmieniając poziom glebowej substancji organicznej (próchnicy) na gruntach ornych (GO) i trwałych użytkach zielonych (TUZ).

Do atmosfery w wyniku spalania (utleniania) paliw i masy organicznej emitowany jest metan (CH<sub>4</sub>), podtlenek azotu (NO<sub>2</sub>), inne tlenki azotu (NO<sub>x</sub>), dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>), tlenek węgla (CO) i inne gazy oraz popioły, pyły, dymy i odory. Para wodna, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i inne gazy cieplarniane wpływają na zmiany klimatyczne wraz z wzrostem ich stężenia w atmosferze ziemskiej.

Z badań laboratoryjnych i wyliczeń energii wynika (tab. 4), że biopaliwa powstające z biomasy emitują nieco mniej CO<sub>2</sub> z jednostki swojej masy w stosunku do emisji z węgla. Jednak w przeliczeniu na 1 GJ uzyskiwanej energii biopaliwa emitują więcej CO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub>, a mniej pyłu, dwutlenku siarki i tlenku węgla [Kowalczyk-Juśko 2010].

Wbrew rzeczywistej emisji CO<sub>2</sub> w wyniku energetycznego wykorzystania biomasy, powszechnie podkreśla się, że występuje wtedy „zerowa” emisja gazów cieplarnianych. Niektórzy nie uwzględniają takiego CO<sub>2</sub> w bilansie emisji gazów, inni uznają, że taki CO<sub>2</sub> nie jest gazem cieplarnianym, a jeszcze inni fałszują bilanse emisji i redukcji emisji tych gazów chcąc zachęcić wszystkich do stosowania biopaliw i innych OZE. Niestety do takiego „zerowania” rachunku w bilansie emisji i redukcji emisji CO<sub>2</sub> oraz do preferencji ekologicznych OZE, obligują obowiązujące przepisy UE i oparte na nich Rozporządzenie Ministra Środowiska (2008).

**Tabela 4.** Wskaźniki wartości opałowej i emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) przez paliwa kopalne i odnawialne

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub>	Emisja kg CO <sub>2</sub> na 1 GJ uzyskiwanej energii
Węgiel brunatny	13 GJ/t	1,3 t/t	100
Węgiel kamienny	28 GJ/t	2,7 t/t	96
Olej napędowy	41 GJ/t	3,1 t/t	76
Benzyna	44 GJ/t	3,3 t/t	75
Gaz ziemny	35 GJ/tys.m <sup>3</sup>	2,0 t/tys.m <sup>3</sup>	57
Drewno opałowe	176 GJ/t	1,8 t/t	106
Słoma sucha	16 GJ/t	1,7 t/t	106
Bioetanol	38 GJ/t	3,0 t/t	79
Biodiesel	36 GJ/t	2,8 t/t	77
Biogaz	30 GJ/tys.m <sup>3</sup>	1,8 t/t	60

Źródło: Zestawienia własne na podstawie danych EkoFunduszu i innych, ITP.-2010 r.

Bilansując emisje CO<sub>2</sub> trzeba w rachunku rocznym lub wieloletnim oszacować przychody (emisje) tego gazu ze wszystkich źródeł i rozchody (redukcje emisji) oraz różnicę bilansową czyli dodatni lub ujemny przyrost emisji gazu cieplarnianego w danym czasie i w danym regionie. Przykładem takiego bilansu CO<sub>2</sub> w Polsce za 2010 r. mogą być wstępne szacunki przychodów (emisji) z:

- energetyki i przemysłu kluczowego - 220 mln ton
- transportu, komunikacji i przetwórstwa - 80 mln ton
- gospodarstw domowych i komunalnych - 70 mln ton
- środowiska rolnego, leśnego i innych - 30 mln ton

Razem emisja mogłaby wynosić około 400 mln ton CO<sub>2</sub>, który mógłby zostać zredukowany przez rośliny i mikroorganizmy w;

- lasach i terenach zadrzewionych – 9 mln ha x 13 t/ha - 117 mln ton,
- uprawach rolnych i pozostałych UR – 16 mln ha x 7 t/ha - 113 mln ton,
- innych powierzchni ekologicznie czynnych – 4 mln ha x 5 t/ha - 20 mln ton,
- morzach, oceanach (bioplankton) i innych wodach (30%) - 120 mln ton.

Łącznie redukcja wynosiłaby 370 mln ton, czyli roczny przyrost emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery z Polski wyniósłby tylko 30 mln ton.

Obecny dynamiczny rozwój współspalania biomasy z węglem w elektrowniach musi być wyhamowany, ponieważ zagraża gospodarce rolnej i leśnej, a wobec stwierdzenia, że spalana biomasa emituje więcej CO<sub>2</sub> niż węgiel, wydaje się pozbawiona ekologicznych podstaw.

Spalając nie zawsze drewno opałowe elektrownie korzystają z preferencyjnych rozliczeń emisji CO<sub>2</sub> ponieważ do bilansu nie jest wliczana emisja spalanej biomasy (emisja „zerowa”).

W rolnictwie nie można przeznaczać większych ilości słomy do spalania w ciepłowniach i elektrociepłowniach, gdyż słoma jest niezbędna do pozyskania obornika i do bezpośredniej aplikacji do gleby w celu zwiększenia zasobności glebowej substancji organicznej (próchnicy). Utrzymanie trwałej żyzności gleb jest podstawą uzyskiwania wysokich plonów roślin uprawnych.

Zwiększając zasobność glebowej substancji organicznej zatrzymujemy (sekwestrujemy) tam węgiel (C) ograniczając emisję z gleby CO<sub>2</sub> i innych gazów. Sekwestrację węgla w glebach możemy chronić między innymi poprzez ograniczanie zabiegów uprawowych, a w tym głównie orki.

### **KOSZTY POZYSKIWANIA OZE**

Pozyskiwanie jednostki energii elektrycznej, ciepłej i mechanicznej ze źródeł odnawialnych jest droższe w stosunku do pozyskiwania podobnej jednostki energii ze źródeł konwencjonalnych. Wykazują to badania eksploatacyjno – ekonomiczne . gdzie stosuje się klasyczną metodę kalkulacji kosztów opartą na rachunku ciągłym.

Propagandowe kalkulacje dowodzące opłacalności wykorzystania OZE opierają się na założeniach uzyskania szeregu preferencyjnych dopłat, dotacji czy zwolnień podatkowych lub innych darowizn. Stosuje się także ustawowe zmuszanie dystrybutora energii do jej kupowania z OZE po cenach wyższych niż uzyska sprzedając je gospodarstwu domowemu. Dotyczy to głównie energii wiatrowej, wodnej i geotermalnej. Stąd też starania o koncesje na budowę i eksploatację małych elektrowni wodnych, wiatrowych, biogazowych i innych instalacji OZE korzystających z preferencyjnego inwestowania ,a potem użytkowania.

### **BADANIA I ROZWÓJ**

Chcąc obniżyć koszty pozyskiwania OZE oraz zwiększać ich efekty i efektywność trzeba prowadzić systemowe badania podstawowe i rozwojowe.

W zakresie energii wodnej trzeba rozwijać badania interdyscyplinarne dotyczące całej gospodarki wodnej kraju, dużej i małej retencji wodnej, zagrożeń powodziowych i innych.

Podobnie trzeba badać możliwości efektywnego pozyskiwania energii geotermalnej, wiatrowej i słonecznej.

Trzeba ograniczać spalanie cennej dla przetwórstwa i przemysłu masy drzewnej, badając możliwości efektywnego pozyskiwania energii z różnych

odpadów drewna z lasów, terenów zadrzewionych i specjalnych plantacji energetycznych.

Poza wykorzystywaniem oleju rzepakowego, powinno się też badać możliwości pozyskiwania etanolu z gorszych jakościowo lub odpadowych ziemniaków, owoców oraz nienadających się na pasze zbóż, kukurydzy i innych nasion.

Przy pozyskiwaniu biogazu bardziej trzeba nastawiać się na wykorzystywanie surowców odpadowych czy zbędnych jak gnojowica, obornik, wywar czy łodygi chwastów, niż przewidywać tysiące hektarów upraw kukurydzy i innych roślin na potrzeby budowanych biogazowni i biogazowych elektrowni (Wójcicki 2010).

### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wraz ze społeczno-gospodarczym rozwojem Polski wzrastają nasze potrzeby paliwowo – energetyczne. Spełnienie wymagań UE w zakresie zmniejszenia zużycia energii, zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i zwiększenia wykorzystywania OZE nie są realne do spełnienia w ciągu najbliższych 10-15 lat.

Poza koniecznością budowy elektrowni jądrowych musimy budować elektrownie wodne i wiatrowe oraz wykorzystywać energię geotermalną i słoneczną.

Lasy, tereny zadrzewione, użytki rolne i inne powierzchnie ekologicznie czynne odgrywają istotną rolę w redukcji CO<sub>2</sub> i trzeba intensyfikować to działanie ekologiczne pamiętając, że potencjał energetyczny biomasy z leśnictwa i rolnictwa jest ograniczony. Musimy ograniczać współspalanie drewna z węglem w elektrowniach i spalania słomy w specjalnych ciepłowniach.

Kalkulacja kosztów pozyskania energii z OZE nie może być zakłócana wprowadzaniem do rachunku preferencyjnych dopłat, dotacji czy darowizn podatkowych.

Problematyka OZE wymaga intensyfikacji badań podstawowych i rozwojowych związanych z interdyscyplinarnymi badaniami ochrony i kształtowania środowiska rolniczego i wiejskiego.

### BIBLIOGRAFIA

- Golka W.** 2010. Energetyka a odnawialne źródła energii. W: Popularyzacja prac badawczo – rozwojowych w zakresie OZE. Wydawnictwo Ekspert SITR. Koszalin. s. 2-16.
- Kowalczyk-Jusko.** 2010. Redukcja emisji zanieczyszczeń dzięki zastąpieniu węgla biomasą spartiny preriowej. Problemy Inżynierii Rolniczej Nr 4 (w druku).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie monitorowania wielkości emisji substancji objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz.U. Nr 183 poz.1142).



- Szeptycki A., Wójcicki Z.** 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Wydawnictwo IBMER. Warszawa. s. 242.
- Wójcicki Z.** 2007. Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Monografia. Wydawnictwo IBMER. Warszawa. s. 124.
- Wójcicki Z.** 2010. Potrzeby energetyczne i wykorzystanie odnawialnych zasobów energii. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 (w druku).

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Wójcicki  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach  
Oddział w Warszawie.  
Zakład Inżynierii Produkcji Roślinnej  
Ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
Tel. 22 542 11 00, e-mail: itep@itep.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Jerzy Gruszczyński*