

Zdzisław Wójcicki  
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa  
w Warszawie

## EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA PRODUKCJI ROLNICZEJ W POLSCE

### Streszczenie

Zaprezentowano syntezę wyników niektórych badań i studiów prognostycznych IBMER dotyczących nakładów materiałowo – energetycznych na produkcję rolniczą w Polsce. Stosując zaktualizowaną metodologię szacowania skumulowanych nakładów energetycznych stwierdzono, że energochłonność produkcji rolniczej obniża się, ale nadal jest relatywnie wysoka i wynosi (2005 r.) łącznie 76,8 GJ/ha UR i 1867 MJ/JZ rolniczej produkcji końcowej (towarowej). Efektywność energetyczna zarówno produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej jest nadal ujemna, ale będzie ulegać poprawie wraz z technologiczną i ekologiczną modernizacją towarowych gospodarstw rodzinnych.

**Słowa kluczowe:** rolnictwo, produkcja, nakłady, efektywność, prognozy, metody

### Wprowadzenie

Nasza integracja rynkowa z Unią Europejską (UE) i realizacja Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) wymaga zintegrowania badań nad produkcyjną, ekologiczną, ekonomiczną i energetyczną efektywnością produkcji rolniczej oraz wskazuje na konieczność prowadzenia studiów prognostycznych w zakresie energochłonności produkcji rolniczej w makroskali kraju i regionu oraz w mikroskali modernizowanych technologicznie i ekologicznie rozwojowych gospodarstw rodzinnych.

Nakłady materiałowe i energetyczne ponoszone w określonym gospodarstwie na produkcję rolniczą, decydują o aktualnych kosztach tej produkcji, o uzyskiwanym dochodzie rolniczym i o poziomie wynagrodzenia za pracę rolnika i jego rodziny. Efekty uzyskanej rolniczej produkcji ( $P$ ) globalnej i końcowej (towarowej) i nakłady ( $N$ ) poniesione na tę produkcję oszacowane w jednostkach pieniężnych (zł, euro) pozwalają określić efektywność ekonomiczną ( $E_e$ ) działalności gospodarstwa  $\left(E_e = \frac{P}{N}\right)$  oraz ustalić jednostkowe koszty własne produkcji (zł/JZ). Podobnie uzyskiwane efekty pro-

dukcyjne ( $P$ ) i ponoszone nakłady materiałowo–energetyczne ( $N$ ) oszacowane w jednostkach energetycznych (MJ, kcal, kWh) pozwalają określić efektywność energetyczną ( $E_{en}$ ) działalności produkcyjnej gospodarstwa ( $E_{en} = \frac{P}{N}$ ) oraz ustalić jednostkową energochłonność pozyskiwanej rolniczej produkcji globalnej i końcowej (MJ/JZ). Niektóre wyniki analiz energetycznych uzyskiwanych w IBMER w 2005 r. prezentuje niniejsza publikacja.

### Metodyka i materiały badawcze

Aktualizowana obecnie w IBMER dotychczasowa konwencjonalna metodyka badania skumulowanych nakładów materiałowo–energetycznych na produkcję rolniczą zmierza w kierunku uzyskiwania wyników porównywalnych z wynikami badań w innych krajach UE oraz jest próbą „ujednoczenia” tej metodyki z metodyką bilansowania przychodów, rozchodów i dochodów rolniczych w mikro i makroskali rolnictwa.

Generalne zmiany, to wydzielenie z nakładów grupy surowców rolniczych, wyliczanie energochłonności produkcji globalnej i końcowej, oddzielne szacowanie produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz przeliczanie energochłonności, efektywności i efektów wg dwóch rodzajów przeliczników energetycznych.

W badaniach nakładów materiałowo–energetycznych ponoszonych na produkcję rolniczą przy zastosowaniu odpowiednich przeliczników i rachunku ciagnionego, kumuluje się te nakłady, dodając do siebie nakłady ( $N$ ):

- bezpośrednich nośników energii (paliwa, energia elektryczna),
- zużywających się środków trwałych i materiałów do ich napraw,
- nawozów mineralnych i innych agrochemikaliów,
- zużywanych surowców rolniczych roślinnych i zwierzęcych,
- pracy żywej ludzi i zwierząt roboczych (koni).

Efekty produkcji rolniczej ( $P$ ) szacuje się w umownych jednostkach zbożowych (JZ), co pozwala określić jej jednostkową energochłonność w formie ilorazu  $N/P$  dotychczas wyrażanego najczęściej w MJ/JZ.

Można jednak zarówno ponoszone nakłady, jak i uzyskiwane efekty szacować w takich samych umownych jednostkach (zł, JZ, MJ, kcal) i uzyskiwać wskaźniki energochłonności i efektywności liczbowo wyższe, równe lub niższe od 1,0 lub 100%. Pamiętając o tym, że energochłonność (nakładochłonność)  $N/P$  jest odwrotnością efektywności  $P/N$ , w aktualizowanej metodyce IBMER wylicza się dwa rodzaje wskaźników efektywności energetycznej produkcji rolniczej:

- wg dotychczasowych przeliczników IBMER,
- przy zastosowaniu przeliczników wartości energetycznej (kalorycznej) towarowych produktów rolniczych.

Tym sposobem możemy dowiadywać się czy pod względem nakładów energetycznych określona produkcja rolnicza jest dla nas opłacalna i ile jednostek skumulowanego nakładu materiałowo–energetycznego trzeba ponieść, aby uzyskać 100 jednostek kalorycznych rolniczego surowca żywnościowego.

Nowa metodyka badań energochłonności produkcji rolniczej uwzględnia wewnętrzne i zewnętrzne (z zakupów) zużywanie surowców rolniczych na pozyskanie końcowej produkcji roślinnej i zwierzęcej. Wprowadza wewnętrzne przepływy międzygałęziowe, bilansując uzyskiwaną produkcję globalną i końcową. Pozwala to oddzielnie szacować energochłonność i efektywność energetyczną produkcji roślinnej i zwierzęcej.

Materiałami do badań energochłonności produkcji rolniczej są dotychczasowe dane z eksploatacyjno–ekonomicznych i technologicznych badań empirycznych IBMER, wyniki Powszechnych Spisów Rolnych GUS z 1996 r. (PSR '96) i z 2002 r. (PSR '02) oraz wyniki studiów prognostycznych przemian technicznych na wsi i w rolnictwie do 2030 r. (tab. 1).

*Tabela 1. Przemiany społeczno–produkcyjne w polskim rolnictwie (liczby zaokrąglone)*  
*Table 1. Social and production transformations in Polish agriculture (round-off numbers)*

Wyszczególnienie	Jednostka	Liczba jednostek w roku				
		1996 PSR '96	2002 PSR '02	2010 prognoza	2020 prognoza	2030 prognoza
Rolniczy Produkt Krajowy Brutto (ceny 2002 r.)	mld zł	23,2	23,2	25,7	29,6	31,0
Udział rolnictwa w PKB kraju	%	3,5	3,0	2,5	2,0	1,6
Rolnicza produkcja globalna	mln JZ	1100	1080	1200	1300	1360
Rolnicza produkcja końcowa	mln JZ	646	650	730	800	830
UR w gospodarstwach rolnych	tys. ha	17882	16899	15200	13500	12200
Ugory, odłogi i inne UR poza gospodarstwami rolnymi	tys. ha	592	851	700	400	200
Gospodarstwa rolnicze powyżej 1 ha	tys.	2047	1956	1200	700	530
Działki rolne do 1 ha UR	tys.	1020	977	1030	1100	1020

Źródło: *Studia prognostyczne IBMER, 2005 r.*

Wejściowymi danymi do szacowania stanów (za 2005 r.) oraz określania prognoz krótko (do 2010 r.), średnio (do 2020 r.) i długoterminowych (do 2030 r.) prognoz energetycznych w rolnictwie, były szczegółowe analizy porównawcze efektów i nakładów w rolnictwie za 2002 r. (PSR '02).

### **Efekty i nakłady produkcyjne w rolnictwie w 2002 r.**

Syntetyczne bilanse pozyskiwanej w 2002 r. globalnej i końcowej (towarowej) produkcji roślinnej i zwierzęcej prezentują (w liczbach zaokrąglonych) tabela 2 i rysunek 1. Z danych tych wynika, że globalna produkcja rolnicza szacowana na 1080 mln JZ jest zużywana w produkcji roślinnej (12%) i produkcji zwierzęcej (28%), a tylko jej 60% stanowi produkcję końcową (potencjalnie towarową). Ta produkcja końcowa, szacowana w skumulowanych jednostkach energetycznych, wynosiła 900 mln GJ, a wyliczona w jednostkach wartości energetycznej (kalorycznej) dawała tylko 435 mln GJ. Przyczyną tego zróżnicowania są relatywnie niskie przeliczniki wartości kalorycznej dla produktów zwierzęcych, wysoko ocenianych wg przeliczników skumulowanych nakładów energetycznych. Przez to zmienia się struktura końcowej produkcji roślinnej i zwierzęcej szacowana wartościowo wg różnych przeliczników (rys. 1).

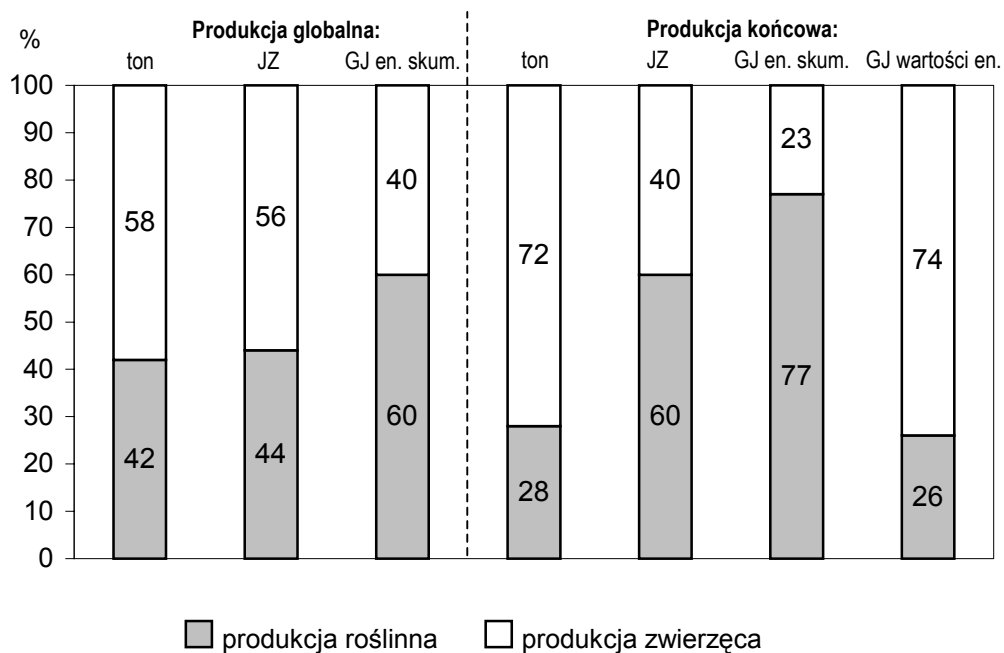
*Tabela 2. Produkcja rolnicza w 2002 r. przeliczona na umowne jednostki zbożowe i energetyczne*

*Table 2. Agricultural production in 2002 converted into cereal and energy units*

Rodzaj produkcji rolniczej	Produkcja globalna			Produkcja końcowa			
	mln ton	mln JZ	mln GJ energii skumulowanej	mln ton	mln JZ	mln GJ	
						energii skumulowanej	wartości energetycznej (kalorycznej)
Produkcja roślinna	150	600	500	48	262	210	320
Produkcja zwierzęca	110	480	750	19	388	690	115
Razem produkcja rolnicza	260	1080	1250	67	650	900	435
Wskaźnik: na 1 ha UR w gospodarstwach rolnych	15,4 ton	63,9 JZ	74,0 GJ	3,97 ton	38,5 JZ	53,3 GJ	25,74 GJ

*Źródło: Badania energochłonności produkcji rolniczej, IBMER, 2005 r.*

Szacunek wartości skumulowanych nakładów materiałowo–energetycznych na pozyskanie rolniczej produkcji końcowej w 2002 r. i jej strukturę przedstawiają tabela 3 i rysunek 2.



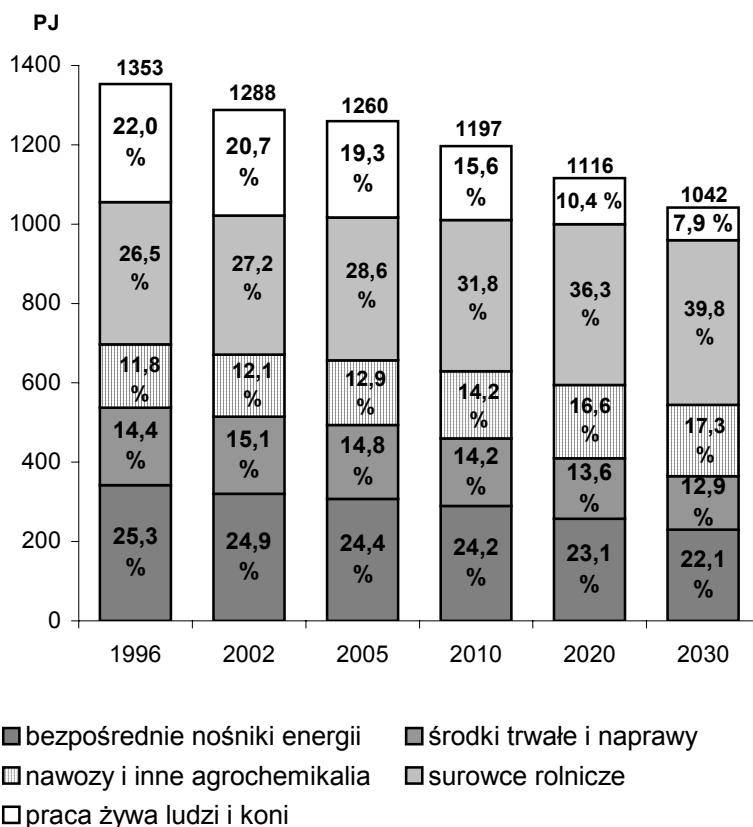
Rys. 1. Struktura procentowa różnych kategorii produkcji rolniczej w Polsce w 2002 r. (wg badań IBMER, 2005 r.)

Fig. 1. Percentage structure of agricultural crop and animal production (total and final) in Poland in 2002 (according to IBMER's studies, 2005)

Tabela 3. Skumulowane nakłady energetyczne na rolniczą produkcję końcową w 2002 r.  
Table 3. Cumulative energy inputs on the final agricultural production in 2002

Rodzaj nakładu energetycznego	Zużycie w produkcji						
	roślinnej		zwierzęcej i innej		razem w rolnictwie		
	mln ton	mln GJ	mln ton	mln GJ	mln ton	mln GJ	struktura %
Bezpośrednie nośniki energii	5,1	155	4,9	165	10,0	320	24,8
Środki trwałe i naprawy	2,0	85	3,9	110	5,9	195	15,2
Nawozy i inne agrochemikalia	4,3	141	0,3	15	4,6	156	12,1
Surowce rolnicze roślinne i zwierzęce	110,0	80	83,0	270	193,0	350	27,2
Razem nakłady materialne	121,4	461	92,1	560	213,5	1021	79,3
Praca żywa ludzi i koni	–	89	–	178	–	267	20,7
Ogółem nakłady energetyczne w rolnictwie	–	550	–	738	–	1288	100,0

Źródło: Badania energochłonności produkcji rolniczej, IBMER, 2005 r.



Rys. 2. Poziom i struktura procentowa nakładów energetycznych w rolnictwie w okresie 1996–2030 (wg prognoz IBMER, 2005 r.)

Fig. 2. Level and percentage structure of energy inputs in agriculture within the period of 1996–2030 (according to IBMER's studies, 2005): -direct energy carriers, -fixed assets and repairs, -fertilizers and other chemicals, -agricultural raw materials, -live work (men and horses)

Z powyższych danych (tab. 3, rys. 2) wynika, że ogólne nakłady materiałowo – energetyczne ponoszone na pozyskanie rolniczej produkcji końcowej (potencjalnie towarowej), łącznie ze zużyciem surowców rolniczych oraz z pracą żywą, stanowiły 1288 mln GJ, z czego 43% zużywała produkcja roślinna a 57% pochłaniało pozyskiwanie produktów zwierzęcych.

W ogólnej strukturze skumulowanych nakładów materiałowo–energetycznych w polskim rolnictwie najwyższą pozycję stanowiły surowce rolnicze, a potem kolejno: bezpośrednie nośniki energii, praca żywa, środki trwałe i naprawy, a na końcu nawozy i inne agrochemikalia (rys. 2). Z porównań efektów ( $P$ ) rolniczej produkcji końcowej (tab. 2) z nakładami ( $N$ ) na pozyskanie tej produkcji (tab. 3) wynika (tab. 4), że energochłonność rolniczej produkcji końcowej (towarowej) jest nadal bardzo wysoka i wynosi około 2 GJ (2000 MJ)

na pozyskiwaną jednostkę zbożową (1,98 GJ/JZ). Przez to efektywność energetyczna ogółem (z pracą żywą) jest niska i wynosi około 0,5 JZ na 1 GJ skumulowanego nakładu energetycznego. Lepszą efektywność uzyskuje się przy przeliczaniu na energię skumulowaną (0,70), a gorszą przy liczeniu wg wartości energetycznej (0,34).

*Tabela 4. Energochłonność i efektywność energetyczna rolniczej produkcji końcowej w Polsce w 2002 r.*

*Table 4. Energy consumption and energetic effectiveness of final agricultural production in Poland in 2002*

Wyszczególnienie	Wskaźniki energochłonności i efektywności w produkcji:		
	roślinnej	zwierzęcej i innej	razem w rolnictwie
Energochłonność rolniczej produkcji końcowej (towarowej) – ogółem	2,10	1,90	1,98
Energochłonność ogółem wg energii skumulowanej	2,62	1,07	1,43
Energochłonność ogółem wg wartości energetycznej (kalorycznej)	1,72	6,42	2,96
Efektywność energetyczna rolniczej produkcji końcowej (towarowej) – ogółem	0,48	0,53	0,50
Efektywność energetyczna ogółem – wg energii skumulowanej	0,38	0,93	0,70
Efektywność energetyczna ogółem wg wartości energetycznej (kalorycznej)	0,58	0,16	0,34

*Źródło: Badania energochłonności produkcji rolniczej, IBMER, 2005 r.*

We wszystkich rodzajach efektywności energetycznej jej wskaźniki są mniejsze od 1,0 i można stwierdzić, że ogólna efektywność energetyczna, zarówno produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej jest wciąż ujemna. Wyraźnie wskazują na to liczby energochłonności ogółem liczone wg wartości energetycznej. Wynika z nich, że jeśli średnio do pozyskania 1 jednostki wartości energetycznej (kalorycznej) trzeba zużyć 2,96 jednostki nakładu energetycznego, to na pozyskanie jednostki kalorycznej produkcji roślinnej trzeba zużyć 1,72 jednostki nakładu energetycznego, a na produkcji zwierzęcej aż 6,42 jednostek skumulowanego nakładu materiałowo–energetycznego (z pracą żywą).

### **Prognoza przemian energetycznych w rolnictwie do 2030 r.**

Badania nakładów materiałowo–energetycznych ponoszonych na produkcję rolniczą oraz studia prognostyczne IBMER wykazują (tab. 5) obniżanie się tych nakładów ogółem w rolnictwie, przy równoczesnym pewnym wzroście jednostek energetycznych na 1 ha UR i systematycznym obniżaniu się energochłonności końcowej produkcji rolniczej (MJ/JZ). Prognozujemy zmniejsz-

szanie się nakładów pracy żywej, nakładów środków trwałych i napraw oraz bezpośrednich nośników energii (głównie węgla). Wzrastać będą nakłady nawozów mineralnych i innych agrochemikaliów, a także nakłady surowców rolniczych (głównie pasz). Przemiany w poziomie i strukturze (rys. 2) nakładów materiałowo–energetycznych w rolnictwie mają istotny wpływ na poszanowanie (oszczędzanie) energii i środowiska obszarów wiejskich.

Tabela 5. Prognoza przemian skumulowanych nakładów materiałowo–energetycznych w rolnictwie w 2030 r.

Table 5. Prognosis of energetic transformations in Polish agriculture until 2030

Rodzaj nośników energii	Liczba jednostek energetycznych (PJ) nakładów w roku:					
	1996 PSR '96	2002 PSR '02	2005 szacunek	2010 prognoza	2020 prognoza	2030 prognoza
Bezpośrednie nośniki energii	342	320	308	290	258	230
Środki trwałe i naprawy	195	195	187	170	151	135
Nawozy i inne agrochemikalia	160	156	162	170	185	180
Razem nośniki bezpośrednie, środki trwałe i chemiczne	697	671	657	630	595	545
Surowce rolnicze roślinne i zwierzęce	358	350	360	380	405	415
Ogółem nakłady energetyczne bez pracy żywej	1055	1021	1017	1010	1000	960
Praca żywa ludzi i koni	298	267	243	187	116	82
Ogółem z pracą żywą	1353	1288	1260	1197	1116	1042
Wskaźniki nakładów ogółem:						
– na 1 ha UR (GJ/ha)	75,7	76,2	76,8	78,7	82,7	85,4
– na 1 JZ (MJ/JZ)	2094	1984	1867	1640	1395	1255

Źródło: Badania prognostyczne IBMER, 2005 r.

Na przyszłościową poprawę wskaźników energochłonności i efektywności energetycznej rolnictwa, istotny wpływ będą miały:

- zmniejszanie się liczby towarowych gospodarstw rodzinnych,
- zmniejszanie się produkcyjnej powierzchni rolniczej,
- wzrost intensywności produkcji roślinnej i zwierzęcej,
- wprowadzanie energooszczędnych technologii produkcji rolniczej,
- wzrost wykorzystywania odnawialnych zasobów energii (OZE),
- wprowadzanie wieloczynnościowych narzędzi i maszyn oraz środków energetycznych nowych generacji.



Uwzględniając powyższe uwarunkowania i prognostyczne szacunki zmienności nakładów materiałowo–energetycznych oraz uzyskiwanej rolniczej produkcji końcowej wyliczono wskaźniki energochłonności i efektywności polskiego rolnictwa do 2030 r. (tab. 6, rys. 3).

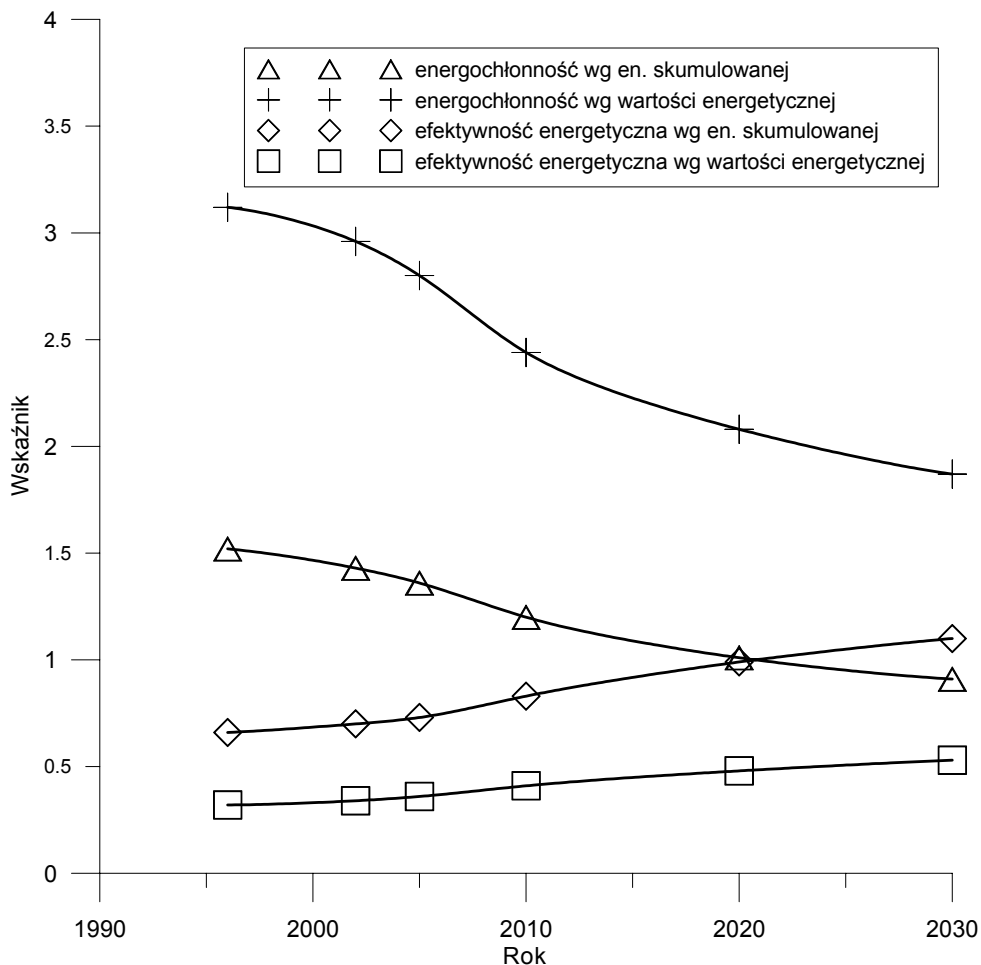
Prognoza przemian w strukturze wykorzystywania bezpośrednich nośników energii i udziału w nich OZE (tab. 6) wykazuje zmniejszanie się udziału konwencjonalnych paliw (głównie węgla i oleju opałowego), a wzrost udziału energii elektrycznej i biopaliw tak, że udział niekonwencjonalnych nośników energii (jądrowa i ogniwa paliwowe) i wykorzystanie pozostałych OZE może w polskim rolnictwie w 2030 r. wzrosnąć aż do 37%.

*Tabela 6. Przemiany w energochłonności i energetycznej efektywności rolniczej produkcji końcowej (towarowej)*

*Table 6. Transformations in energy consumption and energetic effectiveness of final (market) agricultural production in Polish agriculture*

Wyszczególnienie (określenie wskaźnika)	Jed- nostka	Liczba jednostek w roku:					
		1996 PSR '96	2002 PSR '02	2005 szacunek	2005 szacunek	2005 szacunek	2005 szacunek
Energochłonność rolniczej produkcji końcowej (z pracą żywą)	MJ/JZ	2094	1984	1867	1640	1395	1255
Wskaźnik energochłonności produkcji końcowej wg energii skumulowanej	PJ/PJ	1,52	1,43	1,36	1,20	1,01	0,91
Wskaźnik energochłonności produkcji końcowej wg wartości energetycznej	PJ/PJ	3,12	2,96	2,80	2,44	2,08	1,87
Efektywność energetyczna rolniczej produkcji końcowej	JZ/MJ	0,48	0,50	0,53	0,61	0,72	0,80
Wskaźnik efektywności energetycznej produkcji końcowej wg energii skumulowanej	PJ/PJ	0,66	0,70	0,73	0,83	0,99	1,10
Wskaźnik efektywności energetycznej produkcji końcowej wg wartości energetycznej	PJ/PJ	0,32	0,34	0,36	0,41	0,48	0,53

*Źródło: Studia prognostyczne IBMER, 2005 r.*



Rys. 3. Zmienność wskaźników energochłonności i energetycznej efektywności rolniczej produkcji końcowej do 2030 r. (wg prognoz IBMER, 2005 r.)

Fig. 3. Variation of the indices of energy consumption and energetic effectiveness for final agricultural production until 2030 (according to IBMER's prognoses, 2005): -energy consumption according to cumulative energy, -energy consumption according to energy value, -energetic effectiveness according to cumulative energy, -energetic effectiveness according to energy value

### Podsumowanie i wnioski

Prowadzone badania nakładów materiałowo–energetycznych wykazują nadal wysoką (choć obniżającą się od 1990 r.) energochłonność produkcji rolniczej. Stwierdzono ujemną efektywność energetyczną rolniczej produkcji zarówno roślinnej, jak i zwierzęcej. Obniżanie energochłonności działalności rozwojowych gospodarstw rolniczych i zwiększanie energetycznej efektywności produkcji rolniczej (szczególnie zwierzęcej), wskazują na moż-

liwości dalszego relatywnego obniżania jednostkowych kosztów pozyskiwania surowców żywnościowych, a tym samym polepszania ekonomicznej efektywności modernizowanych gospodarstw rodzinnych.

Z drugiej strony wysokie nakłady materiałowo–energetyczne na pozyskiwanie surowców rolniczych o określonej wartości energetycznej, ostrzegają przed zbyt optymistycznym programowaniem wprowadzania biopaliw ciekłych i pozyskiwania energii z biomasy rolniczej i leśnej. Ujemna efektywność energetyczna produkcji biomasy wskazuje, że w perspektywie 5–7 lat koszty bezpośrednie (bez podatków) pozyskiwania biopaliw mogą być nadal wyższe od kosztów stosowania paliw konwencjonalnych.

*Tabela 7. Stan i prognoza przemian w wykorzystywaniu bezpośrednich nośników energii i OZE w polskim rolnictwie do 2030 r. (liczby zaokrąglone)*

*Table 7. State and transformation prognosis dealing with the use of direct energy carriers and renewable energy sources in Polish agriculture until 2030 (round-off numbers).*

Rodzaj nośnika energii	Liczba PJ energii zużywanej w rolnictwie w roku:					
	1996 PSR '96	2002 PSR '02	2005 szacunek	2010 prognoza	2020 prognoza	2030 prognoza
Paliwa stałe (węgiel, drewno i inne)	188	155	141	120	81	48
Paliwa ciekłe	123	133	132	129	124	120
Paliwa gazowe i en. cieplna	3	5	6	8	14	20
Energia elektryczna i fotowoltaiczna (słoneczna)	28	27	29	33	39	42
Ogółem bezpośrednie nośniki energii	342	320	308	290	258	230
Wykorzystanie OZE w rolnictwie	47	49	52	60	78	85
Udział OZE w potrzebach energetycznych rolnictwa –%	14	15	17	21	30	37

*Źródło: Studia prognostyczne IBMER, 2005 r.*

Istnieją potencjalnie dalsze możliwe zmniejszania jednostkowej energochłonności produkcji rolniczej, przy równoczesnym zwiększaniu wykorzystania OZE oraz poszanowania energii i środowiska na obszarach wiejskich.

Niezbędny jest rozwój interdyscyplinarnych badań, wdrożeń, doradztwa i upowszechniania wiedzy w zakresie ekonomicznej, ekologicznej i energetycznej efektywności obecnej i przyszłościowej produkcji rolniczej w Polsce.

W publikacjach dotyczących nakładów materiałowo–energetycznych w rolnictwie i efektywności energetycznej produkcji rolniczej trzeba wyraźnie zaznaczyć, co wchodzi w skład analizowanych nakładów i jakie zastosowano przeliczniki.

## **Bibliografia**

- Banasiak J. i in. 1999. Agrotechnologia, PWN, Wrocław
- Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystywania w rolnictwie. Wydawnictwo PTIR, Kraków
- Golka W., Wójcicki Z. 2005. Ekologiczna modernizacja gospodarstwa rolniczego. ZPTI – IBMER, Warszawa
- GUS 2003. Wstępne wyniki Powszechnego Spisu Rolnego, Warszawa
- Kowalski J. i in. 2002. Postęp naukowo–techniczny a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. Wydawnictwo PTIR, Kraków
- Pawlak J. i in. 2005. Rynek energii. Rynek środków produkcji i usług dla rolnictwa nr 28. Wydawnictwo JERGŻ, Warszawa
- Szeptycki A., Wójcicki Z. 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Wydawnictwo IBMER, Warszawa
- Szeptycki A. i in. 2005. Stan i kierunki rozwoju techniki oraz infrastruktury rolniczej w Polsce. Wydawnictwo IBMER, Warszawa
- Wójcicki Z. 2005. Metodyczne problemy badania energochłonności produkcji rolniczej. Problemy Inżynierii Rolniczej, 1(47): 5-12
- Wójcicki Z. 2005. Nakłady materiałowo-energetyczne w polskim rolnictwie. Wieś Jutra, 12

*Recenzent: Rudolf Michałek*