

## EFEKTYWNOŚĆ NAKŁADÓW ENERGII W ROLNICTWIE WYBRANYCH KRAJÓW W LATACH 2005 I 2007

*Krzysztof Jadwisieńczyk, Katarzyna Zalewska*

*Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

**Streszczenie.** Wyznaczono efektywność nakładów energii w rolnictwie wybranych krajów, zróżnicowanych pod względem poziomu rozwoju i stanu mechanizacji rolnictwa. Najwyższą efektywność nakładów energii w latach 2005, 2007 osiągnęły Chiny wyprzedzając Danię – kraj o najwyższym stopniu rozwoju rolnictwa. Najniższą efektywność nakładów energii odnotowano w rolnictwie duńskim, gdzie występuje największe zużycie energii w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych. Efektywność nakładów energii w rolnictwie Polski była porównywalna do osiągniętej na Białorusi i w Rosji. Przeprowadzone badania statystyczne wykazały, iż dominującym nośnikiem energii stosowanym w rolnictwie krajów objętych analizą był olej napędowy, gdyż większość maszyn pobiera napęd od silników z zapłonem samoczynnym.

**Słowa kluczowe:** energia, rolnictwo, efektywność, struktura

### Wprowadzenie

Rozwój światowego rolnictwa, postęp w zakresie jego mechanizacji oraz intensyfikacja produkcji rolniczej wiąże się ze wzrostem zapotrzebowania na energię [Kuesters, Lammel 1999].

Nakłady materiałowe i energetyczne decydują o aktualnych kosztach produkcji rolniczej, uzyskiwanym dochodzie i o poziomie wynagrodzenia za pracę rolnika. Dlatego też, racjonalna gospodarka energetyczna jest jednym z podstawowych warunków decydującym o prawidłowym funkcjonowaniu gospodarstwa, ponieważ bezpośrednio wpływa na wynik ekonomiczny oraz korzystnie wpływa na środowisko poprzez oszczędne korzystanie z zasobów naturalnych [Wójcicki 2005, Natka 2010].

### Cel pracy

Celem pracy jest porównanie efektywności nakładów energii w rolnictwie wybranych krajów.

## Metodyka badań

Badania dotyczyły oceny wielkości i struktury zużycia nośników energii w rolnictwie wybranych krajów. Do analizy porównawczej wybrano kraje o zróżnicowanym poziomie rozwoju mechanizacji: Białoruś, Danię, Polskę, Republikę Czeską, Rosję oraz Chiny (ze względu na dynamikę rozwoju tego kraju) [Dalgaard, Halberg, Porter 2001, Jianbo 2006].

Uwzględniono źródła energii pierwotnej i wtórnej takie jak: węgiel kamienny, gaz ciekły LPG, benzynę, gaz ziemny, koks, olej napędowy, olej opałowy, energię elektryczną oraz energię cieplną.

Dane do analizy efektywności nakładów energii w rolnictwie wybranych krajów zaczerpnięto z anglojęzycznych stron internetowych, które zawierają stosunkowo dokładne informacje dotyczące zużycia energii w sektorze rolnym. Do instytucji gromadzących takie dane należą: CIA, ONZ i OECD, [Nation Master, Energy Statistics Database United Nations Statistics Division 2011].

W celu porównania energii zużytej w rolnictwie wybranych krajów oraz zsumowania nakładów poszczególnych jej nośników – ujednotaczono jednostki miary na teradzule [TJ] według następujących przeliczników<sup>3</sup>: 1 tona paliwa umownego (tpu)= 0,029 TJ, 1 tona oleju ekwiwalentnego (toe)= 0,0419 TJ, 1 gigawatogodzina [GWh]= 3,69 TJ [Ogrzewnictwo PL].

W celu dokonania bardziej obiektywnych porównań nakładów energii w poszczególnych krajach wyznaczono wartości wskaźników, w których nakłady te odniesiono do jednostki powierzchni użytków rolnych oraz do jednostki wartości produktu krajowego brutto (PKB) wytworzonego w rolnictwie. Zużycie energii w przeliczeniu na 100 ha UR wyznaczono dzieląc wartości tego zużycia wyrażone w GJ przez hektary użytków rolnych i mnożąc uzyskany wynik przez 100.

$$\text{Nakłady energii} = \frac{\text{Ilość energii zużytej [GJ]}}{100 \text{ ha UR}} \times 100 \quad (1)$$

Przy wyznaczaniu energochłonności rolnictwa dzielono wartości zużytej energii w MJ przez 1000 dolarów PKB. Zestawienie wyników efektywności nakładów energii pozwala określić regionalne zróżnicowanie poziomu gospodarki paliwowo-energetycznej w sektorze rolnym.

$$\text{Energochłonność} = \frac{\text{Ilość energii zużytej [MJ]}}{1000 \$ \text{PKB}} \quad (2)$$

Efektywność nakładów energii obliczono dzieląc wartość PKB w dolarach USA przez wartość zużytej energii TJ.

$$\text{Efektywność} = \frac{\text{PKB [USD]}}{\text{Nakłady energii [TJ]}} \quad (3)$$

Na wykresach przedstawiono strukturę procentową nakładów poszczególnych nośników energii w rolnictwie państw objętych analizą porównawczą oraz nakłady energii w przeliczeniu na 100 ha UR, energochłonność produkcji rolniczej i efektywność nakładów energii.

## Wyniki i ich analiza

Spośród państw objętych analizą największą powierzchnią użytków rolnych dysponują Chiny (tab. 1). We wszystkich krajach powierzchnia użytków rolnych zmniejszyła się, (za wyjątkiem Danii i Białorusi), gdzie powiększyła się kolejno o ok.1,5 oraz 0,5%, w ciągu dwóch lat.

Tabela 1. Powierzchnia użytków rolnych  
Table 1. Surface area of arable lands

Wyszczególnienie	Uzytki rolne [mln ha]		Uzytki rolne [%]	
	2005	2007	2005	2007
Białoruś	8,9p	9,0	42,9	43,4
Chiny	556,3*	552,8	58,0	57,6
Dania	2,6p	2,7	60,3	62,7
Polska	15,9p	15,5	50,8	49,6
Republika Czeska	4,3p	4,2	54,5	53,3
Rosja	215,7p	215,5	12,6	12,6

\*Powierzchnia UR Chin dotyczy 2002 roku.

Źródło: Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2008, 2009 r.

W tabeli 2. przedstawiono dane o nakładach energii w przeliczeniu na teradzule [TJ] oraz obliczono ogólne zużycie tych nakładów w poszczególnych krajach. Dane umieszczone w tej tabeli informują o bezwzględnych wartościach zużycia energii.

Na podstawie danych z tabeli 3. obliczone nakłady energii odniesiono do jednostki powierzchni użytków rolnych oraz do jednostki wartości produktu krajowego brutto (PKB) wytworzonego w rolnictwie poszczególnych państw.

Najwyższą wartość wskaźnika nakładów energii w przeliczeniu na jednostkę powierzchni UR odnotowano w Danii (rys.1). Rolnictwo duńskie jest najbardziej zmechanizowane i zautomatyzowane, co pociąga za sobą wykorzystanie większych nakładów energii, to z kolei wynika z wysokiego poziomu intensywności produkcji rolniczej.

Natomiast wprowadzenie energooszczędnych technologii spowodowało obniżenie poniesionych nakładów w przeciągu dwóch lat o ok. 2%.

Stosunkowo wysokie nakłady energii sięgające  $800 \text{ GJ} \cdot 100^{-1} \text{ ha}$  odnotowano w Polsce. Najmniejsze nakłady energii w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych odnotowano w Rosji, gdzie dominuje gospodarka ekstensywna. Wyniosły one tam zaledwie  $200 \text{ GJ} \cdot 100 \text{ ha UR}^{-1}$ . Natomiast niskie nakłady energii na  $100 \text{ ha UR}$  poniosły także Chiny, a to ze względu na relatywnie niski poziom mechanizacji rolnictwa w tym kraju. Duży udział przy wykonywaniu prac w gospodarstwach ma tam praca żywa.

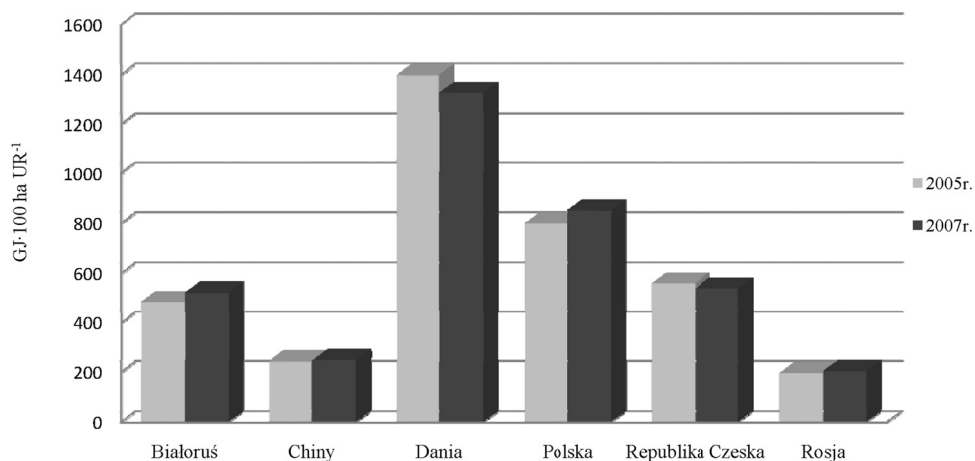
We wszystkich porównywanych krajach dominującym nośnikiem energii był olej napędowy. Jego udział w strukturze rodzajowej nakładów energii wyniósł od 40% w Chinach do 61% na Białorusi (rys. 2). Natomiast w najmniejszym stopniu wykorzystuje się gaz ciekły LPG. Najwięcej zużyto go w Polsce, gdzie stanowił 2% spośród wykorzystanych źródeł energii. LPG stosowany jest głównie do zasilania silników benzynowych, a także urządzeń grzewczych.

Tabela 2. Zużycie nośników energii w rolnictwie wybranych krajów w TJ.  
Table 2. Wear and tear of energy carriers in agriculture of the selected countries in TJ

Wyszczególnienie	Białoruś		Chiny		Dania		Polska		Republika Czeska		Rosja	
	2005	2007	2005	2007	2005	2007	2005	2007	2005	2007	2005	2007
Węgiel kamienny	29,0	29,0	439002,0	440684,0	1943,0	2233,0	40600,0	43500,0	87,0	58,0	5133,0	3132,0
Koks	-	-	18415,0	16588,0	-	-	1160,0	870,0	232,0	87,0	0,0	0,0
Olej napędowy	26313,2	29790,9	538959,7	508205,1	19818,7	19399,7	64945,0	73325,0	13659,4	13114,7	188927,1	186538,8
Gaz ciekły LPG	0,0	0,0	1466,5	2597,8	125,7	125,7	2933,0	2095,0	251,4	83,8	125,7	3561,5
Benzyna	1382,7	1466,5	66872,4	72403,2	41,9	41,9	251,4	209,5	-	-	-	-
Olej opałowy	41,9	0,0	293,3	419,0	921,8	670,4	7667,7	1257,0	377,1	0,0	3100,6	17179,0
Gaz ziemny	1159,0	1854,0	0,0	0,0	2498,0	2366,0	1204,0	2046,0	3156,0	3066,0	25556,0	44000,0
Energia ciepła	6876,0	6571,0	-	-	1985,0	1985,0	850,0	945,0	562,0	501,0	135928,0	125720,0
Energia elektryczna	5214,0	5261,9	286465,8	324336,2	7029,5	6988,9	5535,0	5557,1	3785,9	3719,5	62966,2	60700,5
Ogółem	43020,8	46980,3	1353479,7	1367240,3	36368,6	35817,6	127151,1	131811,6	24115,8	22637,0	423741,6	442838,8

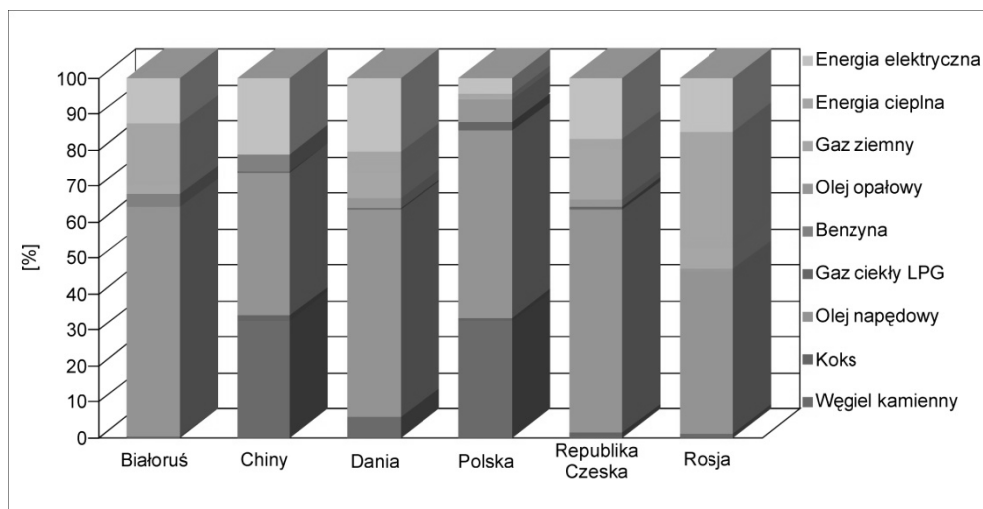
Źródło: obliczenia własne, na podstawie danych ze strony internetowej: <http://data.un.org/Browse.aspx?d=EDATA>, stan z dnia: 17.07.2011r.

Efektywność nakładów energii...



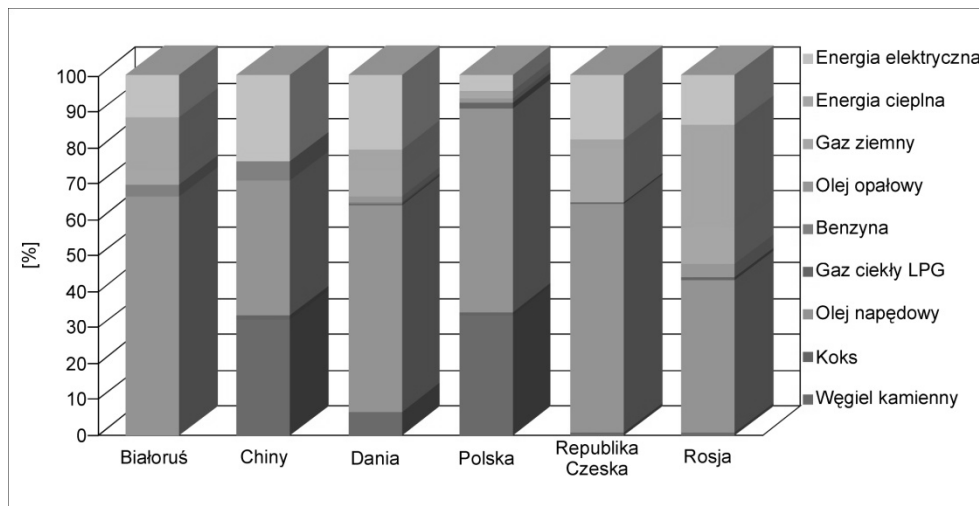
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych baz statystyki międzynarodowej banku światowego.

Rys. 1. Nakłady energii na jednostkę powierzchni UR w rolnictwie wybranych krajów 2005, 2007 r.  
Fig. 1. Energy inputs per a unit of AL area in agriculture of the selected countries (2005,2007)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych baz statystyki międzynarodowej banku światowego.

Rys. 2. Struktura procentowa nakładów energii w rolnictwie wybranych krajów 2005 r.  
Fig. 2. Percentage share of energy inputs in agriculture of the selected countries in 2005



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych baz statystyki międzynarodowej banku światowego

Rys. 3. Struktura procentowa nakładów energii w rolnictwie wybranych krajów 2007 r.  
Fig. 3. Percentage share of energy inputs in agriculture of the selected countries in 2007

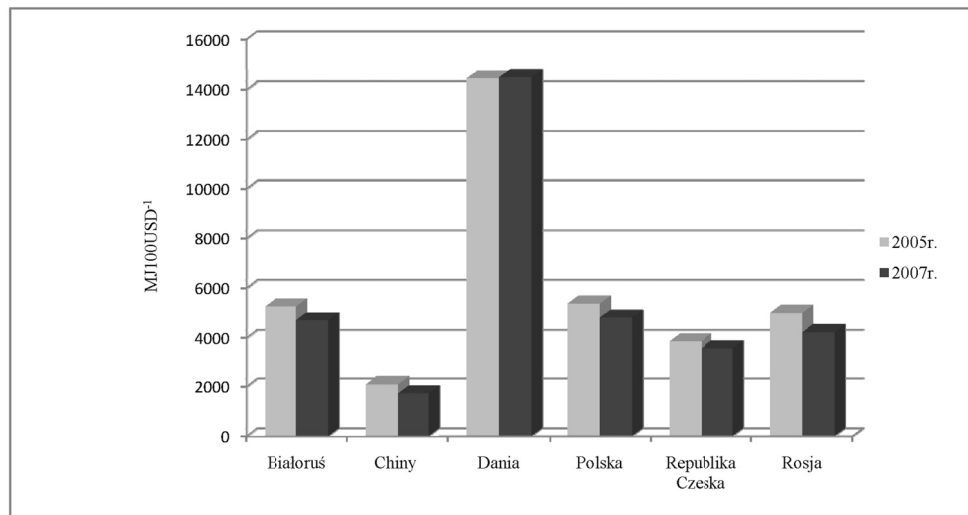
Największą energochłonność produkcji rolniczej mierzoną zużyciem energii w przeliczeniu na jednostkę wartości dodanej brutto w rolnictwie miała Dania (ponad 14440,9 MJ·1000USD<sup>-1</sup>, w roku 2005, (rys. 4)). Najmniej energii pochłonęło rolnictwo chińskie-2085,2MJ·1000USD<sup>-1</sup> w 2005r. i 1725,2 MJ·1000USD<sup>-1</sup> w 2007 r.

Miernikiem dającym najbardziej obiektywną ocenę gospodarki energetycznej w rolnictwie jest efektywność ponoszonych w tym dziale gospodarki narodowej nakładów energii. Wyniki odnoszące się do krajów objętych analizą przedstawiono w tabeli 3. oraz na rys. 4.

Tabela 3. Jednostkowe nakłady i efektywność energii w wybranych krajach  
Table 3. Unitary inputs and energy efficiency of the selected countries

Kraje	PKB w rolnictwie [USD]		Nakłady energii [TJ]		Efektywność [USD·TJ <sup>-1</sup> ]	
	2005r.	2007r.	2005r.	2007r.	2005r.	2007r.
Białoruś	8 182 169 691,44	10 017 770 258,13	43020,8	46980,3	190191,1	213233,2
Chiny	649 074 467 043,56	792 523 768 685,01	1353479,7	1367240,3	479559,8	579652,1
Dania	2 518 438 892,93	2 472 117 882,79	36368,6	35817,6	69247,7	69019,7
Polska	23 673 544 347,77	27 473 045 180,97	127151,1	131811,6	186184,3	208426,5
Republika Czeska	6 252 750 958,72	6 342 960 820,42	24115,8	22637,0	259279,8	280203,0
Rosja	84 836 458 498,69	105 050 834 264,98	423741,6	442838,8	200208,0	237221,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych baz statystyki międzynarodowej banku światowego.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych baz statystyki międzynarodowej banku światowego.

Rys. 4. Energochłonność produkcji rolniczej w wybranych krajach 2005, 2007 r.

Fig. 4. Energy consumption of agricultural production in the selected countries (2005, 2007)

Porównanie efektywności nakładów energii świadczy o stanie gospodarki energetycznej w rolnictwie krajów objętych analizą porównawczą. Porównanie to wypada korzystnie dla rolnictwa Chin. Natomiast najniższy poziom efektywności nakładów energii odnotowano w rolnictwie Danii, które w porównaniu z Chinami zużywa znacznie więcej energii na jednostkę powierzchni UR.

### Podsumowanie i wnioski

1. Najwyższą efektywność nakładów energii w rolnictwie osiągnęły Chiny (579652,1 USD PKB·TJ<sup>-1</sup>, w 2007r.). Powodem tego jest z jednej strony relatywnie niski poziom mechanizacji rolnictwa i związany z tym niższy niż w porównywanych krajach nakład bezpośrednich nośników energii przy wykonywaniu prac, a z drugiej zaś dość wysoki poziom intensywności produkcji rolniczej.
2. Najniższą efektywność nakładów energii odnotowano w rolnictwie duńskim. Na fakt ten składa się najniższy PKB wytworzony przez sektor rolniczy (spośród porównywanych krajów), a spowodowany najmniejszą powierzchnią użytków rolnych w Danii sięgającej zaledwie ok. 2,6 mln ha, podczas gdy w Chinach powierzchnia ta wynosi ponad 550 mln ha. Chiny uzyskały znacznie większą wartość produktu krajowego brutto w stosunku do poniesionych nakładów energii.
3. Efektywność nakładów energii w rolnictwie Polski była tylko nieco niższa od osiągniętej w Rosji czy na Białorusi, ale wyższa niż w Danii.
4. Wraz ze wzrostem efektywności energetycznej maleje energochłonność produkcji rolniczej i odwrotnie. Dzięki obniżaniu się energochłonności obniżają się także koszty pro-

dukcji surowców żywnościowych, a co za tym idzie polepsza się ekonomiczna efektywność modernizowanych gospodarstw rodzinnych.

5. Z przeprowadzonych badań statystycznych wynika, iż dominującym nośnikiem energii stosowanym w rolnictwie krajów objętych analizą w 2005 i 2007 roku był olej napędowy.

## Bibliografia

- Dalgaard T., Halberg N., Porter J.R.** (2001): A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming agriculture. *Ecosystems and Environment*, 1(87), 51-65.
- Jianbo L.** (2006): Agriculture, Energy balance and economic benefits of two agroforestry systems in northern and southern China. *Ecosystems and Environment*, 3-4(116), 255-262.
- Kuesters J. Lammel J.** (1999): Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe. *European Journal of Agronomy* 1(11), 35-43.
- Wójcicki Z.** (2005): Efektywność energetyczna produkcji rolniczej w Polsce. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 4(50), 5-16.
- All Countries (on-line). Information Technology Associates, 2006, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: <http://www.allcountries.org>.
- Bank Światowy, Baza Statystyki Międzynarodowej (on-line). The World Bank Group, 2010, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: <http://data.worldbank.org>.
- NationMaster.com (online). Australia, NationMaster.com, 2011, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: <http://www.nationmaster.com/index.php>.
- Ogrzewnictwo PL (online). Łódź, Termoclima, 2011, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: [www.ogrzewnictwo.pl](http://www.ogrzewnictwo.pl).
- Rocznik statystyczny rolnictwa obszarów wiejskich (on-line). 2009, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: [http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/rls\\_rocznik\\_rolnictwa\\_2009.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/rls_rocznik_rolnictwa_2009.pdf)
- Rocznik statystyczny rolnictwa (on-line). 2010, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: [http://www.stat.gov.pl/gus/5840\\_4127\\_PLK\\_HTML.htm?action=show\\_archive](http://www.stat.gov.pl/gus/5840_4127_PLK_HTML.htm?action=show_archive)
- UNdata A Word of Information (online). United Nations Statistics Division, 2011, [dostęp 7-07-2011], Dostępny w Internecie: <http://data.un.org>.



## **EFFICIENCY OF ENERGY INPUTS IN AGRICULTURE OF THE SELECTED COUNTRIES IN 2005 AND 2007**

**Abstract.** Efficiency of inputs of energy in agriculture of the selected countries, varied on account of the level of development, was determined. China achieved the highest efficiency of energy inputs in 2005 and 2007 and outstripped Denmark - a country of the highest degree of agriculture development. The lowest efficiency of energy inputs was reported in the Danish agriculture, where the highest energy consumption occurs per a unit of arable land area. The efficiency of energy inputs in the Polish agriculture was comparable to the one achieved in Belarus and Russia. The statistic research proved that diesel oil, which is used in the agriculture of countries covered by analysis was a predominant energy carrier, since majority of machines is supplied by drive from compression ignition engines.

**Key words:** energy, agriculture, efficiency, structure

**Adres do korespondencji:**

Krzysztof Jadwisieńczyk; e-mail: krzychj@moskit.uwm.edu.pl  
Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Oczapowskiego 11  
10-719 Olsztyn