

Wpłynęło 02.12.2015 r.  
Zrecenzowano 28.12.2015 r.  
Zaakceptowano 29.12.2015 r.

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

# Nakłady energii a liczba gospodarstw i powierzchnia użytków rolnych

Jan PAWLAK<sup>ABCDEF</sup>

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

**Do cytowania For citation:** Pawlak J. 2016. Nakłady energii a liczba gospodarstw i powierzchnia użytków rolnych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Z. 2 (92) s. 53–66.

## Streszczenie

Celem pracy była analiza bezpośrednich nakładów energii w rolnictwie polskim w latach 2004–2014. Zastosowano metodę grupowania nakładów nośników energii, mierzonych w TJ, oraz analizy dynamiki ich zmian w rolnictwie ogółem, a także w przeliczeniu na hektar użytków rolnych (UR) i na jedno gospodarstwo rolne. W 2014 r. łączne nakłady energii w rolnictwie polskim (w TJ) były o 6,9% mniejsze niż w 2004 r. Większe było jednak zużycie paliw stałych – o 8,3%, paliw gazowych, rozpatrywanych łącznie – o 2,5%, a energii elektrycznej o 2,7%. O 17,7% zmniejszyło się natomiast zużycie paliw ciekłych (mimo wzrostu zużycia oleju napędowego o 6,9%) i o 10,0% zużycie ciepła. Łączne nakłady energii w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych były w 2014 r. o 4,5% większe niż w 2004 r. Zużycie paliw stałych na 1 ha UR zwiększyło się o 21,4%, paliw gazowych – o 14,9%, energii elektrycznej – o 15,1% oraz ciepła – o 0,9%. Zmniejszyło się natomiast (o 7,7%) zużycie paliw ciekłych. Zmniejszenie liczby i zwiększenie przeciętnej powierzchni gospodarstw rolnych spowodowało wzrost wartości wskaźnika nakładów energii w przeliczeniu na jedno gospodarstwo. W 2014 r. wartość tego wskaźnika była o 22,4% większa niż w 2004 r. Przeciętne gospodarstwo zużywało więcej: o 42,2% energii w postaci paliw stałych, o 8,1% paliw ciekłych, o 34,6% paliw gazowych, o 34,9% energii elektrycznej oraz o 18,2% ciepła.

**Słowa kluczowe:** energia, zużycie energii w rolnictwie, nakłady na hektar, nakłady na gospodarstwo

## Wstęp

Na poziom bezpośrednich nakładów energii ma wpływ wiele czynników, zarówno zależnych, jak i niezależnych od działalności ludzkiej. W przypadku rolnictwa od producentów rolnych zależy m.in.: wybór energooszczędnych technologii produkcji [WÓJCICKI 2007], racjonalne zaprojektowanie budynków inwentarskich, zapewniające

ograniczenie strat energii [SUSZANOWICZ 2012], stan techniczny stosowanych środków mechanizacji rolnictwa, a także wybór systemów produkcji odpowiednich do istniejących warunków naturalnych oraz dobra organizacja pracy. Poziom nakładów energetycznych w produkcji roślinnej zależy od stosowanych sposobów wykonania zabiegów uprawy roli, nawożenia, siewu i ochrony roślin [GOLKA, PTASZYŃSKI 2014; SØRENSEN i in. 2014]. Oszczędność energii w produkcji zwierzęcej można uzyskać m.in. przez odzysk ciepła. W gospodarstwach prowadzących chów bydła mlecznego wykorzystuje się ciepło będące produktem ubocznym chłodzenia mleka. W fermach zwierzęcych o intensywnej produkcji drobiu i trzody chlewnej znaczne oszczędności energii można uzyskać w wyniku odzysku ciepła z powietrza usuwanego z budynków inwentarskich za pomocą wentylacji mechanicznej, stosując odpowiednie wymienniki ciepła. Korzyści z tego tytułu zależą od właściwego zaprojektowania parametrów tych urządzeń [KIC, ZAJÍČEK 2015].

Jednostkowe nakłady energetyczne siły pociągowej (ciągników) zmniejszają się też wraz ze zwiększaniem powierzchni UR lub wartości nadwyżki bezpośredniej [WÓJCICKI i in. 2014].

Zaawansowany wiek większości środków mechanizacji rolnictwa, znajdujących się w posiadaniu polskich rolników, ma swoje odzwierciedlenie w stanie technicznym tych środków, co niekorzystnie przekłada się na jednostkowe zużycie paliwa. Poprawie sytuacji sprzyja postęp techniczny, mający swój wyraz: a) w przypadku konstrukcji silników, w zmniejszaniu jednostkowego zużycia paliwa; b) w przypadku innych maszyn i narzędzi stosowanych w rolnictwie – w zmniejszeniu jednostkowego zapotrzebowania na energię, m.in. dzięki wykonywaniu kilku czynności podczas jednego przejazdu roboczego.

W celu poprawy gospodarki energetycznej w rolnictwie opracowywane są optymalizacyjne projekty modernizacji gospodarstw rolnych [WÓJCICKI 2013a] oraz nowych technologii produkcji roślinnej [WÓJCICKI 2013b]. Zużyciu energii w rolnictwie w makro- i mikroskali poświęcono dotychczas wiele opracowań [PAWLAK 2013; 2015; WÓJCICKI 2001; 2007; WÓJCICKI i in. 2014; WÓJCICKI, RUDEŃSKA 2014]. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy corocznie publikuje raport rynkowy, zawierający rozdział poświęcony tej tematyce [ZALEWSKI (red.) 2015]. Prowadzone były też badania zależności między nakładami energetycznymi a odnawialnością glebowej substancji organicznej (GSO) w gospodarstwach rolnych [KOCIRA, KOŁTUN 2013]. Zmniejszanie nakładów energii w przeliczeniu na jednostkę produkcji, poza bezsprzeczną poprawą wskaźników efektywności energetycznej i ekonomicznej, sprzyja środowisku naturalnemu. Takie cele są zakładane w prognozach dotyczących gospodarki energetycznej w rolnictwie polskim [WÓJCICKI 2001]. Podstawą przyszłych prac prognostycznych i weryfikacji wcześniejszych prognoz są bieżące analizy tendencji dotychczasowych zmian nakładów energii. Konieczna jest kontynuacja badań w tym zakresie, w miarę udostępniania odpowiednich danych wejściowych. Badania te powinny uwzględniać zmiany zachodzące w rolnictwie, charakteryzujące się m.in. zmniejszaniem powierzchni użytków rolnych (UR) oraz liczby gospodarstw rolnych. Motywowało to autora do podjęcia tego tematu i przyczyniło się do powstania niniejszej pracy.

Celem pracy jest analiza zmian nakładów energii w rolnictwie polskim w jednostkach naturalnych i energetycznych, w ujęciu ogółem oraz w przeliczeniu na ha UR i na jedno gospodarstwo. Zakres badań ograniczono do bezpośredniego zużycia nośników energii<sup>1)</sup>, których zestaw był uzależniony od dostępności aktualnych danych statystycznych. Analizą objęto lata 2004–2014.

## Materiał źródłowy i metoda badań

Źródłem danych o nakładach energii oraz powierzchni użytków rolnych (UR) i liczby gospodarstw w rolnictwie polskim w latach 2009–2013 były publikacje GUS [2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, b, c, d]. Podstawą analiz były dane o zużyciu energii w jednostkach naturalnych oraz w przeliczeniu na jednostki energetyczne (TJ). Ogół nośników energii w teradžulach (TJ) podzielono na następujące grupy:

- paliwa stałe (węgiel kamienny i brunatny, torf i drewno, paliwa odpadowe stałe, brykiety węgla kamiennego koks i półkoks);
- paliwa ciekłe (oleje napędowe i opałowe, benzyny silnikowe i lotnicze oraz paliwa odrzutowe);
- paliwa gazowe (gaz ziemny wysokometanowy, ziemny zaazotowany, ciekły LPG, biogaz).

W publikacjach GUS [2006; 2008a; 2011a] pojawiły się korekty danych za lata 2004, 2006 i 2009. Były one wynikiem zmian metodycznych. Zmiana danych za 2002 r. dotyczyła zużycia oleju napędowego, a danych za lata 2004, 2006 i 2009 – odpowiednio: energii elektrycznej, oleju opałowego i węgla brunatnego. W tej sytuacji konieczne były dodatkowe przeliczenia w celu zapewnienia porównywalności danych o zużyciu energii w okresie objętym analizą. W tym celu dokonano korekty wstecz danych za lata poprzedzające rok dokonanej zmiany. Podczas przeliczeń przyjęto zasadę zachowania proporcji korygowanych wartości do skali zmian wprowadzonych przez GUS. W obliczeniach posłużono się wzorem:

$$Ne_{r-k} = \frac{Neb_r}{Nep_r} Nep_{r-k} \quad (1)$$

gdzie:

$Ne_{r-k}$  = zużycie bezpośrednie danego nośnika energii w rolnictwie w roku poprzedzającym zmianę metody obliczania tego zużycia, liczone według nowej procedury w odpowiedniej jednostce miary [t, m<sup>3</sup>, GWh, TJ];

$Neb_r$  = zużycie bezpośrednie danego nośnika energii w rolnictwie w roku, odnośnie do którego GUS wprowadził zmianę metody obliczania tego zużycia, liczone według nowej procedury w odpowiedniej jednostce miary [t, m<sup>3</sup>, GWh, TJ];

$Nep_r$  = zużycie bezpośrednie danego nośnika energii w rolnictwie w roku, odnośnie do którego GUS wprowadził zmianę metody obliczania tego zużycia, liczone

<sup>1)</sup> Zgodnie z definicją przyjętą w GUS, zużycie bezpośrednie równa się sumie nośników energii, jaka została zużyta w odbiornikach końcowych bez dalszego przetwarzania (przemiany) na inne nośniki energii, uwzględniane w syntetycznym bilansie energetycznym. Zużycie bezpośrednie obejmuje również straty i ubytki naturalne nośników energii u odbiorców, nie obejmuje zaś strat sieciowych energii elektrycznej i gazu ziemnego.

według wcześniej stosowanej procedury w odpowiedniej jednostce miary [t, m<sup>3</sup>, GWh, TJ];

$Nep_{r-k}$  = zużycie bezpośrednie danego nośnika energii w rolnictwie w latach poprzedzających dokonaną przez GUS zmianę metody obliczania tego zużycia, w odpowiedniej jednostce miary [t, m<sup>3</sup>, GWh, TJ].

Posługując się wartością opałową poszczególnych nośników energii wyrażoną w TJ, w ramach grup opisanych powyżej, obliczono sumę nakładów energii, poniesionych w każdym z lat objętych analizą. Dzieliąc nakłady poszczególnych nośników energii w jednostkach naturalnych i energetycznych przez powierzchnię użytków rolnych (UR) i liczbę gospodarstw w poszczególnych latach, obliczono wartości tych nakładów w przeliczeniu na ha UR i na jedno gospodarstwo rolne.

## Wyniki badań i ich analiza

Zużycie poszczególnych nośników energii w rolnictwie polskim w jednostkach naturalnych, w okresie objętym niniejszą analizą, przedstawiono w tabeli 1.

W porównaniu ze stanem z 2004 r., w 2014 r. większe było zużycie węgla kamiennego – o 15,4%, oleju napędowego – o 6,9%, gazu ziemnego wysokometanowego – o 59,1% i energii elektrycznej – o 2,7%. Najbardziej, bo ponad trzynastokrotnie, wzrosło zużycie paliw odpadowych stałych roślinnych i zwierzęcych, zaliczanych do nośników energii pochodzących z zasobów odnawialnych. Zmniejszyło się natomiast zużycie węgla brunatnego – o 36,0%, koksu – o 85,7%, torfu i drewna – o 4,3%, lekkich olejów opałowych – o 81,6%, ciężkich olejów opałowych – o 91,4%, benzyn silnikowych – o 80,0%, gazu ciekłego LPG – o 14,3%, gazu ziemnego zaazotowanego – o 53,3% oraz ciepła – o 10,0%.

W latach 2004–2014 powierzchnia użytków rolnych w Polsce zmniejszyła się o 10,8%. Zmiana ta miała wpływ na wartości wskaźników zużycia poszczególnych nośników energii, odniesionych do jednostki tej powierzchni, które różnią się od wskaźników przedstawionych w tabeli 1. W 2014 r. większe niż w 2004 r. było zużycie węgla kamiennego – o 29,4%, torfu i drewna – o 7,3%, oleju napędowego – o 19,9%, gazu ziemnego wysokometanowego – o 78,4% i energii elektrycznej – o 15,1% oraz ciepła – o 0,9%. Ponad piętnastokrotnie, wzrosło zużycie paliw odpadowych stałych roślinnych i zwierzęcych. Zmniejszyło się zużycie węgla brunatnego – o 28,2%, koksu – o 84,0%, lekkich olejów opałowych – o 79,3%, ciężkich olejów opałowych – o 90,4%, benzyn silnikowych – o 77,6%, gazu ciekłego LPG – o 3,9%, gazu ziemnego zaazotowanego – o 47,7% (tab. 2).

W latach 2004–2014 liczba gospodarstw rolnych w Polsce zmniejszyła się o 23,0%. W porównaniu ze stanem z 2004 r., w 2014 r. większe było zużycie, w przeliczeniu na jedno gospodarstwo rolne: węgla kamiennego – o 96,7%, węgla brunatnego – o 3,9%, torfu i drewna – o 36,7%, paliw odpadowych stałych roślinnych i zwierzęcych – o 109,0%, oleju napędowego – o 38,6%, gazu ziemnego wysokometanowego – o 118,5%, energii elektrycznej – o 36,8% oraz ciepła – o 29,9%. Zmniejszyło się zużycie: koksu – o 62,9%, lekkich olejów opałowych – o 72,7%, ciężkich olejów opałowych – o 75,6%, benzyn silnikowych – o 74,0%, gazu ciekłego LPG – o 7,2%, gazu ziemnego zaazotowanego – o 39,4% (tab. 3).

Tabela 1. Zużycie energii w rolnictwie polskim w jednostkach naturalnych  
 Table 1. Energy inputs in Polish agriculture in natural units

Wyszczególnienie Specification	Jednostka miary Measure unit	Zużycie w latach Consumption in the years										
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal	1000 t	1 300	1 400	1 600	1 500	1 600	1 600	1 600	1 601	1 650	1 969	1 500
Węgiel brunatny Lignite	1000 t	250	252	280	250	270	180	200	160	165	200	160
Koks Coke	1000 t	70	40	50	30	29	30	33	35	10	20	10
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	1000 t	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes	1000 t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
Torfi drewno Peat and wood	1000 m <sup>3</sup>	2 090	2 000	2 100	2 000	2 000	2 000	2 200	2 500	2 200	2 200	2 000
Paliwa odpadowe stałe roślinne i zwierzęce Solid biomass and animal products	TJ	23	38	36	94	24	31	100	181	48	37	310
Lekki olej opałowy Light fuel oil	1000 t	380	380	300	100	95	100	100	102	100	80	70
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	1000 t	128	180	33	30	34	30	23	31	34	24	11
Oleje napędowe Diesel oil	1000 t	1 500	1 550	1 600	1 650	1 600	1 600	1 600	1 610	1 625	1 600	1 604
Benzyny silnikowe Motor gasoline	1000 t	5	6	6	5	5	5	2	1	1	1	1
Gaz ciekły LPG Liquefied petroleum gas	1000 t	70	70	50	50	51	45	50	51	50	50	60
Gaz ziemny wysokometanowy High-methane natural gas	mln m <sup>3</sup>	22	20	34	47	50	40	38	39	45	37	35
Gaz ziemny azazotowany Nitrified natural gas	mln m <sup>3</sup>	15	14	10	6	4	6	5	6	6	7	7
Biogaz Biogas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	271	481	505	328
Energia elektryczna Electricity	GWh	1 461	1 500	1 527	1 506	1 628	1 610	1 616	1 595	1 559	1 539	1 500
Ciepło Heat	GWh	1 000	850	880	945	1 000	1 050	1 100	1 000	1 000	1 000	900

Źródło: dane GUS [2006; 2007; 2008a; 2009; 2010; 2011a; 2012; 2013; 2014; 2015a].  
 Source: Central Statistical Office data [GUS 2006; 2007; 2008a; 2009; 2010; 2011a; 2012; 2013; 2014; 2015a].

Tabela 2. Zużycie energii w jednostkach naturalnych w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych  
 Table 2. Energy inputs natural units per 1 hectare of agricultural land

Wyszczególnienie Specification	Jednostka miary Measure unit	Zużycie w latach Consumption in the years										
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal		79,6	88,0	100,3	92,7	99,0	99,3	118,4	105,1	110,2	134,8	103,0
Węgiel brunatny Lignite		15,3	15,8	17,5	15,5	16,7	11,2	13,5	10,5	11,0	13,7	11,0
Koks Coke	kg·ha <sup>-1</sup>	4,3	2,5	3,1	1,9	1,8	1,9	2,2	2,3	0,7	1,4	0,7
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
Torf i drewno Peat and wood	m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Paliwa odpadowe stałe roślinne i zwierzęce Solid biomass and animal products	kJ·ha <sup>-1</sup>	1,4	2,4	2,3	5,8	1,5	1,9	6,7	11,9	3,2	2,5	21,3
Lekki olej opałowy Light fuel oil		0,0	23,9	18,8	6,2	5,9	6,2	6,7	6,7	6,7	5,5	4,8
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil		7,8	11,3	2,1	1,9	2,1	1,9	1,5	2,0	2,3	1,6	0,8
Oleje napędowe Diesel oil		91,9	97,4	100,3	102,0	99,0	99,3	107,7	105,7	108,6	109,5	110,2
Benzyny silnikowe Motor gasoline	kg·ha <sup>-1</sup>	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Gaz ciekły LPG Liquefied petroleum gas		4,3	4,4	3,1	3,1	3,2	2,8	3,4	3,3	3,3	3,4	4,1
Gaz ziemny wysokometanowy High-methane natural gas	m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	1,3	1,3	2,1	2,9	3,1	2,5	2,6	2,6	3,0	2,5	2,4
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	0,9	0,9	0,6	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Biogaz Biogas	kJ·ha <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	32,1	34,6	22,5
Energia elektryczna Electricity	kWh·ha <sup>-1</sup>	89,5	94,3	95,7	93,1	100,8	99,9	108,7	104,7	104,1	105,3	103,0
Ciepło Heat	kJ·ha <sup>-1</sup>	61,2	53,4	55,1	58,4	61,9	65,1	74,0	65,6	66,8	68,5	61,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, b, c].

Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, b, c].

Tabela 3. Zużycie energii w jednostkach naturalnych w przeliczeniu na jedno gospodarstwo rolne  
 Table 3. Energy inputs natural units per one farm

Wyszczególnienie Specification	Jednostka miary Measure unit	Zużycie w latach Consumption in the years										
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal		700,3	784,5	883,8	829,6	883,8	904,2	1 185,8	1 099,3	1 132,9	1 377,9	1 061,6
Węgiel brunatny Lignite		134,7	141,2	154,7	138,3	149,1	101,7	134,7	109,9	113,3	140,0	113,2
Koks Coke	kg·gosp. <sup>-1</sup>	37,7	22,4	27,6	16,6	16,0	17,0	22,2	24,0	6,9	14,0	7,1
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	kg·farm <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	1,4	0,7	0,0	0,0
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,1
Torf i drewno Peat and wood	m <sup>3</sup> ·gosp. <sup>-1</sup> m <sup>3</sup> ·farm <sup>-1</sup>	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,5	1,7	1,5	1,5	1,4
Paliwa odpadowe stałe roślinne i zwierzęce Solid biomass and animal products	kJ·gosp. <sup>-1</sup> kJ·farm <sup>-1</sup>	12,4	21,3	19,9	52,0	13,3	17,5	67,4	124,3	33,0	25,9	219,4
Lekki olej opałowy Light fuel oil		204,7	212,9	165,7	55,3	52,5	56,5	67,4	70,0	68,7	56,0	49,5
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil		69,0	100,9	18,2	16,6	18,8	17,0	15,5	21,3	23,3	16,8	7,8
Oleje napędowe Diesel oil	kg·gosp. <sup>-1</sup>	808,1	868,5	883,8	912,6	883,8	904,2	1 078,0	1 105,5	1 115,8	1 119,7	1 135,2
Benzyny silnikowe Motor gasoline	kg·farm <sup>-1</sup>	2,7	3,4	3,3	2,8	2,8	2,8	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7
Gaz ciekły LPG Liquefied petroleum gas		37,7	39,2	27,6	27,7	28,2	25,4	33,7	35,0	34,3	35,0	42,5
Gaz ziemny wysokometanowy High-methane natural gas	m <sup>3</sup> ·gosp. <sup>-1</sup> m <sup>3</sup> ·farm <sup>-1</sup>	11,9	11,2	18,8	26,0	27,6	22,6	25,6	26,8	30,9	25,9	24,8
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	m <sup>3</sup> ·gosp. <sup>-1</sup> m <sup>3</sup> ·farm <sup>-1</sup>	8,1	7,8	5,5	3,3	2,2	3,4	3,4	4,1	4,1	4,9	5,0
Biogaz Biogas	kJ·gosp. <sup>-1</sup> kJ·farm <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	186,1	330,3	353,4	232,1
Energia elektryczna Electricity	kWh·gosp. <sup>-1</sup> kWh·farm <sup>-1</sup>	787,1	840,5	843,5	832,9	899,3	909,8	1 088,7	1 095,2	1 070,4	1 077,0	1 061,6
Ciepło Heat	kJ·gosp. <sup>-1</sup> kJ·farm <sup>-1</sup>	538,7	476,3	486,1	522,7	552,4	593,4	741,1	686,6	686,6	699,8	636,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, c, d].

Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, c, d].

W 2014 r. łączne nakłady energii w rolnictwie polskim (w TJ) były o 6,9% mniejsze niż w 2004 r. (tab. 4). Większe o 8,3% było jednak zużycie paliw stałych, a paliw gazowych, rozpatrywanych łącznie – o 2,5%. O 17,7% zmniejszyło się natomiast zużycie paliw ciekłych. Dynamika nakładów poszczególnych nośników energii była identyczna, jak w przypadku zmian ich nakładów w jednostkach naturalnych, które zostały omówione powyżej. Dlatego ograniczono się do omówienia tylko trzech grup nośników energii: paliw stałych, ciekłych i gazowych. Podobną zasadę przyjęto także podczas omawiania zmian wskaźników nakładów energii, odniesionych do powierzchni UR i liczby gospodarstw rolnych.

Łączne nakłady energii w przeliczeniu na ha UR były w 2014 r. o 4,5% większe niż w 2004 r. (tab. 5). Wzrost nakładów energii w przeliczeniu na hektar UR był spowodowany intensyfikacją produkcji rolniczej w okresie objętym analizą. Zużycie paliw stałych na ha UR zwiększyło się o 21,4%, a paliw gazowych – o 14,9%. Zmniejszyło się natomiast (o 7,7%) zużycie paliw ciekłych.

Zmniejszenie liczby i zwiększenie przeciętnej powierzchni gospodarstw rolnych spowodowało wzrost wartości wskaźnika nakładów energii w przeliczeniu na jedno gospodarstwo. W 2014 r. wartość tego wskaźnika, w odniesieniu do całości nakładów energii, była o 22,4% większa niż w 2004 r. (tab. 6).

Przeciętne gospodarstwo używało w 2014 r. o 42,2% więcej energii w postaci paliw stałych, o 8,1% więcej paliw ciekłych (w tym o 37,6% oleju napędowego) i o 34,6% więcej paliw gazowych niż w 2004 r.

Zmniejszanie się łącznych nakładów energii w rolnictwie polskim jest wynikiem postępującej redukcji powierzchni użytków rolnych i zasiewów. Proces ten nie przebiega równomiernie. W latach 2005, 2006, 2008 i 2013 notowano wzrosty nakładów energii w porównaniu z latami poprzednimi, powodowane m.in. zmiennością warunków pogodowych i plonowania roślin uprawnych. Zwiększanie poziomu technicznego wyposażenia gospodarstw rolnych powoduje wzrost zużycia oleju napędowego i energii elektrycznej, a w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych – także ogółu nakładów energii. Wzrost ten zaznacza się jeszcze silniej w przypadku odniesienia nakładów energii do liczby gospodarstw rolnych, która sukcesywnie maleje.

## **Podsumowanie**

W 2014 r. łączne nakłady energii w rolnictwie polskim były o 6,9% mniejsze niż w 2004 r. Zmniejszyło się zużycie paliw ciekłych (z wyjątkiem oleju napędowego) oraz ciepła, zwiększyło się natomiast zużycie paliw stałych, gazowych i energii elektrycznej.

Zmniejszenie powierzchni UR i liczby gospodarstw rolnych spowodowało, że nakłady energii w przeliczeniu na hektar ich powierzchni oraz na jedno gospodarstwo w okresie objętym analizą zwiększyły się, odpowiednio o 4,5% i o 22,4%.



Tabela 4. Nakłady energii w rolnictwie polskim [TJ]  
Table 4. Energy inputs in Polish agriculture [TJ]

Wyszczególnienie Specification	Nakłady w latach Inputs in the years											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal	32 500	36 974	44 000	38 250	41 632	41 600	50 731	41 620	43 725	51 194	39 000	
Węgiel brunatny Lignite	2 050	2 180	2 422	2 089	2 904	1 607	1 657	1 338	1 321	1 600	1 280	
Koks Coke	1 960	1 120	1 400	840	812	840	924	959	280	560	280	
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	0	0	2	0	15	26	12	46	35	0	0	
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 188	
Torf i drewno Peat and wood	19 855	19 000	19 950	19 000	19 000	19 000	20 988	23 750	20 900	20 900	19 000	
Paliwa odpadowe stałe roślinne i zwierzęce Solid biomass and animal products	23	38	36	94	24	31	100	181	48	37	310	
Razem paliwa stałe Total solid fuels	56 388	59 312	67 810	60 273	64 387	63 104	74 412	67 894	66 309	74 291	61 058	
Lekki olej opałowy Light fuel oil	16 616	16 621	13 122	4 375	4 155	4 374	4 374	4 461	4 374	3 499	3 010	
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	5 145	7 530	1 375	1 218	1 408	1 251	936	1 257	1 400	988	467	
Oleje napędowe Diesel oil	64 995	67 162	69 328	71 495	69 328	69 328	69 328	69 761	70 412	69 339	68 075	
Benzyny Motor gasoline	224	269	302	239	238	224	69	63	47	46	45	
Razem paliwa ciekłe Total liquid fuels	86 980	91 582	84 127	77 327	75 129	75 177	74 707	75 542	76 233	73 872	71 597	
Gaz ciekły LPG Liquefied petroleum gas	3 311	3 311	2 365	2 365	2 434	2 129	2 365	2 412	2 365	2 365	2 838	
Gaz wysokometanowy High-methane natural gas	792	725	1 233	1 692	1 800	1 436	1 366	1 394	1 618	1 330	1 251	
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	390	343	260	149	100	141	120	137	179	171	187	
Biogaz Biogas	0	0	0	0	0	0	0	271	481	505	328	
Razem paliwa gazowe Total gaseous fuels	4 493	4 379	3 858	4 206	4 334	3 706	3 851	4 214	4 643	4 371	4 604	
Energia elektryczna Electricity	5 260	5 400	5 496	5 420	5 861	5 796	5 818	5 744	5 612	5 540	5 400	
Ciepło Heat	1 000	850	880	945	1 000	1 050	1 100	1 000	1 000	1 000	900	
<b>Razem Total</b>	<b>154 121</b>	<b>161 523</b>	<b>162 171</b>	<b>148 171</b>	<b>150 711</b>	<b>148 833</b>	<b>159 888</b>	<b>154 394</b>	<b>153 797</b>	<b>159 074</b>	<b>143 559</b>	

Źródło: dane GUS [2006; 2007; 2008a; 2009; 2010; 2011a; 2012; 2013; 2014; 2015a].

Source: Central Statistical Office data [GUS 2006; 2007; 2008a; 2009; 2010; 2011a; 2012; 2013; 2014; 2015a].

Tabela 5. Zużycie energii w przeliczeniu na ha powierzchni użytków rolnych [MJ]  
 Table 5. Energy inputs per 1 hectare of agricultural land [MJ]

Wyszczególnienie Specification	Zużycie w latach Consumption in the years											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal	1 990,6	2 324,5	2 757,4	2 364,5	2 577,2	2 580,8	3 413,9	2 732,0	2 921,0	3 504,3	2 678,9	
Węgiel brunatny Lignite	125,6	137,1	151,8	129,1	179,8	99,7	111,5	87,8	88,2	109,5	87,9	
Koks Coke	120,0	70,4	87,7	51,9	50,3	52,1	62,2	63,0	18,7	38,3	19,2	
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	1,6	0,8	3,0	2,3	0,0	0,0	
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,6	
Torf i drewno Peat and wood	1 216,1	1 194,5	1 250,2	1 174,5	1 176,2	1 178,7	1 412,4	1 559,0	1 396,2	1 430,6	1 305,1	
Paliva odpadowe stałe roślinne i zwierzęce Solid biomass and animal products	1,4	2,4	2,3	5,8	1,5	1,9	6,7	11,9	3,2	2,5	21,3	
Razem paliwa stałe Light fuel oil	3 453,7	3 728,9	4 249,5	3 725,8	3 985,8	3 914,9	5 007,5	4 456,7	4 429,8	5 085,3	4 194,1	
Lekki olej opałowy Light fuel oil	1 017,7	1 045,0	822,3	270,4	257,2	271,4	294,3	292,8	292,2	239,5	206,8	
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	315,1	473,4	86,2	75,3	87,2	77,6	63,0	82,5	93,5	67,6	32,1	
Oleje napędowe Diesel oil	3 980,8	4 222,4	4 344,7	4 419,5	4 291,7	4 301,0	4 665,4	4 579,3	4 703,9	4 746,3	4 676,1	
Benzyna Motor gasoline	13,7	16,9	18,9	14,8	14,7	13,9	4,6	4,1	3,1	3,1	3,1	
Razem paliwa ciekłe Liquefied petroleum gas	5 327,4	5 757,7	5 272,1	4 780,1	4 650,8	4 663,9	5 027,4	4 958,8	5 092,7	5 056,6	4 918,1	
Gaz ciekły LPG Liquefied petroleum gas	202,8	208,2	148,2	146,2	150,7	132,1	159,2	158,3	158,0	161,9	194,9	
Gaz wysokometanowy High-methane natural gas	48,5	45,6	77,3	104,6	111,4	89,1	91,9	91,5	108,1	91,0	85,9	
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	23,9	21,6	16,3	9,2	6,2	8,7	8,1	9,0	12,0	11,7	12,8	
Biogaz Biogas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	32,1	34,6	22,5	
Razem paliwa gazowe Total gaseous fuels	275,2	275,3	241,8	260,0	268,3	229,9	259,2	276,6	310,2	299,2	316,3	
Energia elektryczna Electricity	322,2	339,5	344,4	335,0	362,8	359,6	391,5	377,1	374,9	379,2	370,9	
Ciepło Heat	61,2	53,4	55,1	58,4	61,9	65,1	74,0	65,6	66,8	68,5	61,8	
<b>Razem Total</b>	<b>9 439,6</b>	<b>10 154,8</b>	<b>10 163,0</b>	<b>9 159,4</b>	<b>9 329,6</b>	<b>9 233,4</b>	<b>10 759,6</b>	<b>10 134,8</b>	<b>10 274,4</b>	<b>10 888,8</b>	<b>9 861,2</b>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, b, c].

Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, c, d].

Tabela 6. Zużycie energii w przeliczeniu na jedno gospodarstwo rolne [MJ]  
 Table 6. Energy inputs per one farm [MJ]

Wyszczególnienie Specification	Zużycie w latach Consumption in the years										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal	17 508,6	20 717,4	24 303,8	21 155,5	22 996,4	23 508,1	34 179,0	28 577,3	30 022,6	35 825,1	27 600,8
Węgiel brunatny Lignite	1 104,4	1 221,5	1 337,8	1 155,4	1 604,1	908,1	1 116,4	918,7	907,0	1 119,7	905,9
Koks Coke	1 055,9	627,6	773,3	464,6	448,5	474,7	622,5	658,5	192,3	391,9	198,2
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	0,0	0,0	1,1	0,0	8,3	14,7	8,1	31,6	24,0	0,0	0,0
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	840,8
Torfi drewno Peat and wood	10 696,4	10 646,1	11 019,6	10 508,6	10 495,1	10 736,9	14 140,3	16 307,3	14 350,4	14 625,6	13 446,6
Paliwa odpadowe stale roślinne i zwierzęce Solid biomass and animal products	12,4	21,3	19,9	52,0	13,3	17,5	67,4	124,3	33,0	25,9	219,4
Razem paliwa stale Total solid fuels	30 377,7	33 233,9	37 455,4	33 336,0	35 565,6	35 660,0	50 133,7	46 617,6	45 529,3	51 988,1	43 211,6
Lekki olej opałowy Light fuel oil	8 951,5	9 313,1	7 248,0	2 419,7	2 295,1	2 471,7	2 946,9	3 063,0	3 003,3	2 448,6	2 130,2
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	2 771,7	4 219,2	759,5	673,7	777,7	706,9	630,6	863,1	961,3	691,4	330,5
Oleje napędowe Diesel oil	35 014,5	37 632,4	38 293,9	39 542,7	38 294,9	39 177,1	46 708,4	47 899,5	48 346,5	48 522,7	48 177,6
Benzyny Motor gasoline	120,7	150,7	166,8	132,2	131,5	126,6	46,5	43,3	32,3	32,2	31,8
Razem paliwa ciekłe Total liquid fuels	46 858,3	51 315,5	46 468,3	42 768,3	41 499,2	42 482,4	50 332,4	51 868,9	52 343,4	51 694,9	50 670,2
Gaz ciekły LPG Liquefied petroleum gas	1 783,7	1 855,2	1 306,3	1 308,0	1 344,5	1 203,1	1 593,4	1 656,1	1 623,9	1 655,0	2 008,5
Gaz wysokometanowy High-methane natural gas	426,7	406,2	681,1	935,8	994,3	811,5	920,3	957,2	1 111,0	930,7	885,4
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	210,1	192,2	143,6	82,4	55,2	79,7	80,8	94,1	122,9	119,7	132,3
Biogaz Biogas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	186,1	330,3	353,4	232,1
Razem paliwa gazowe Total gaseous fuels	2 420,5	2 453,7	2 131,0	2 326,3	2 394,0	2 094,3	2 594,5	2 893,4	3 188,0	3 058,8	3 258,3
Energia elektryczna Electricity	2 833,7	3 025,7	3 035,8	2 997,7	3 237,5	3 275,3	3 919,8	3 944,0	3 853,3	3 876,8	3 821,7
Ciepło Heat	538,7	476,3	486,1	522,7	552,4	593,4	741,1	686,6	686,6	699,8	636,9
<b>Razem Total</b>	<b>83 028,9</b>	<b>90 505,0</b>	<b>89 576,6</b>	<b>81 951,0</b>	<b>83 248,7</b>	<b>84 105,3</b>	<b>107 721,5</b>	<b>106 010,6</b>	<b>105 600,7</b>	<b>111 318,4</b>	<b>101 598,7</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, c, d].

Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2005; 2006; 2007; 2008a, b; 2009; 2010; 2011a, b; 2012; 2013; 2014; 2015a, c, d].

## Bibliografia

GOLKA W., PTASZYŃSKI S. 2014. Nakłady na uprawę roli w technologii zachowawczej i tradycyjnej [Inputs for soil tillage in conservative and conventional technology]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3(85) s. 31–47.

GUS 2005. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa i obszarów wiejskich 2005* [Statistical yearbook of agriculture and rural areas 2005]. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych. ISSN 1508-0013 ss. 485.

GUS 2006. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2004, 2005* [Energy statistics 2004, 2005]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1896-7809 ss. 249.

GUS 2007. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2005, 2006* [Energy statistics 2005, 2006]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1896-7809 ss. 249.

GUS 2008a. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2006, 2007* [Energy statistics 2006, 2007]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1896-7809 ss. 249.

GUS 2008b. *Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2007* [Statistical yearbook of agriculture and rural areas 2007]. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych. ISSN 1895-121X ss. 493.

GUS 2009. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2007, 2008* [Energy statistics 2007, 2008]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1896-7809 ss. 276.

GUS 2010. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2008, 2009* [Energy statistics 2008, 2009]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1896-7809 ss. 370.

GUS 2011a. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009, 2010*. [Energy statistics] 2009, 2010. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 290.

GUS 2011b. *Rocznik statystyczny rolnictwa 2010* [Statistical yearbook of agriculture 2010]. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych. ISSN 2080-8798 ss. 389.

GUS 2012. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2010, 2011* [Energy statistics 2010, 2011]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 294.

GUS 2013. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2011, 2012* [Energy statistics 2011, 2012]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 290.

GUS 2014. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2012, 2013* [Energy statistics 2012, 2013]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 298.

GUS 2015a. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2013, 2014* [Energy statistics 2013, 2014]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 294.

GUS 2015b. *Mały rocznik statystyczny Polski 2015* [Concise statistical yearbook of Poland 2015]. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych. ISSN 1640-3630 ss. 539.

GUS 2015c. *Rocznik statystyczny rolnictwa 2014* [Statistical yearbook of agriculture 2014]. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych. ISSN 2080-8798 ss. 445.

GUS 2015d. *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015* [Statistical yearbook of the republic of Poland 2015]. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych. ISSN 1506-0632 ss. 907.

KIC P., ZAJĄCZEK M. 2015. CFD model of regenerative heat exchanger. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. Special issue 2015: 18<sup>th</sup> World Congress of CIGR s. 80–93.

KOCIRA S., KOŁTUN M. 2013. Nakłady energetyczne w gospodarstwach ze zbilansowaną ilością substancji organicznej [Energy inputs on the farms with balanced renewability of organic matter]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2(80) s. 99–106.

PAWLAK J. 2013. Nakłady energii w rolnictwie polskim i ich struktura [The inputs of energy in Polish agriculture and their structure]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2(80) s. 21–31.

PAWLAK J. 2015. Zużycie energii w rolnictwie polskim w latach 2009–2013 [Energy consumption in Polish agriculture within the years 2009–2013]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1(87) s. 29–40.

SØRENSEN C.G., HALBERG N., OUDSHOORN F.W., PETERSEN B.M., DALGAARD R. 2014. Energy inputs and GHG emissions of tillage systems. *Biosystems Engineering*. Vol. 120 s. 2–14.

SUSZANOWICZ D. 2012. Modelowanie strat energii z budynku inwentarskiego [Modeling the energy losses in livestock buildings]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3(77) s. 135–141.

WÓJCICKI Z. 2001. Metody badania przemian organizacyjno-technicznych w rolnictwie do 2020 r. [Methods for studying the organization-technology evolution in agriculture until 2020]. *Prace Naukowo-Badawcze IBMER*. Nr 2(4) s. 37–58.

WÓJCICKI Z. 2007. Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich [Energy and environment conservation in agriculture and rural areas]. Warszawa. IBMER. ISBN 978-8-389806-17-8 ss. 124.

WÓJCICKI Z. 2013a. Optymalizacyjne projektowanie modernizacji gospodarstw rolnych [Optimization projecting of the family farm modernization]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1(79) s. 5–11.

WÓJCICKI Z. 2013b. Projektowanie nowych technologii produkcji roślinnej [Development of new technologies for crop production]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4(82) s. 33–46.

WÓJCICKI Z., RUDENSKA B. 2014. Efektywność nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwie rolnym [Efficiency of material and energy inputs on farm]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4(86) s. 57–70.

WÓJCICKI Z., PAWLAK J., RUDENSKA B. 2014. Nakłady energetyczne ciągników w gospodarstwach rodzinnych [Energy inputs of tractors on family farms]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2(84) s. 15–28.

ZALEWSKI A. (red.) 2015. Rynek środków produkcji dla rolnictwa. Stan i perspektywy [Market of production means for agriculture – A present situation and prospects]. Nr 42. Warszawa. IERiGŻ–PIB, ARR, MRiRW. ISSN 2081-8815 ss. 45.

***Jan Pawlak***

## **ENERGY INPUTS AND AREA OF AGRICULTURAL LAND AND NUMBER OF FARMS**

### **Summary**

The purpose of this work has been analysis of direct energy inputs in Polish agriculture in the years 2004–2014. A method of grouping the energy inputs, measured in TJ, has been applied, as well as of their changes analysis in absolute values and the ones related to the area of agricultural land (AL) and to number if farms. In 2014 the total energy inputs in Polish agriculture (in TJ) were by 6.9% lower than in 2004. However, higher was consumption of solid fuels – by 8.3%, gaseous fuels – by 2.5%, electricity –

by 2.7%. Instead, by 17.7% decreased the consumption of liquid fuels (in spite of the increase by 6.9% in a case of the Diesel oil), and by 10.0% – the consumption of heat. Total energy inputs per 1 hectare of AL were in 2014 by 4.5% higher than in 2004. Consumption of solid fuels per 1 ha AL increased by 21.4%, of gaseous fuels – by 14.9%, electricity – by 15.1% and heat – by 0.9%. Instead, by 7.7% decreased the consumption of liquid fuels. Reduction in number and increase of average size of farms caused the increase of energy inputs per 1 farm. In 2014 the value of adequate index was by 22.4% higher than in 2004. Average farm consumed by 42.2% more energy in form of solid fuels, by 8.1% more liquid fuels, by 34.6% more gaseous fuels, by 34.9% electricity and 18.2% more heat.

**Key words:** energy, energy consumption in agriculture, inputs per hectare, inputs per farm

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jan Pawlak  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel. 22 542-11-67; e-mail: j.pawlak@itp.edu.pl