

Wpłynęło 01.12.2014 r.
Zrecenzowano 10.02.2015 r.
Zaakceptowano 10.02.2015 r.

Zużycie energii w rolnictwie polskim w latach 2009–2013

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

Jan PAWLAK^{ABCDEF}

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

Streszczenie

Badania tendencji zmian w zakresie gospodarki energią w rolnictwie są konieczne z uwagi na potrzebę uzyskania danych wejściowych do prognoz zapotrzebowania na energię. Celem pracy była analiza bezpośrednich nakładów energii w rolnictwie polskim w latach 2009–2013. Zastosowano metodę grupowania nośników energii oraz analizy dynamiki i struktury ich nakładów. Zużycie energii w rolnictwie polskim wyniosło w 2013 r. 150 065 TJ (o 0,8% więcej niż w 2009 r.). Największy udział w latach 2009–2013 miały w nim paliwa ciekłe (49,0–50,5%). Udział paliw stałych wyniósł od 42,4 do 46,5%, gazowych – 2,5–3,0%, energii elektrycznej – 3,6–3,9%, a energii cieplnej – 0,6–0,7%. Najwyższy poziom zużycia paliw stałych odnotowano w 2010 r. (74 412 TJ – o 17,9% więcej niż rok wcześniej). W tej grupie dominował węgiel kamienny z udziałem od 61,3% (2011 r.) do 68,2% (2010 r.). Nakłady paliw ciekłych wyniosły 75 177 TJ w 2009 r. i 73 872 TJ w 2013 r., przy czym dominujący udział miały oleje napędowe (od 92,2% w 2009 r. do 93,9% w 2013 r.). Zwiększało się zużycie paliw gazowych, osiągając maksimum 4 371 TJ w 2012 r. (o 25,3% więcej niż w 2009 r.). W grupie paliw gazowych największy udział (od 50,9% w 2012 r. do 59,9% w 2010 r.) miał gaz ciekły. Zużycie energii elektrycznej i cieplnej było w 2013 r. o 1,1 i 4,8% mniejsze niż w 2009 r., kiedy wynosiło odpowiednio 5 196 i 1 050 TJ.

Słowa kluczowe: zużycie energii w rolnictwie, struktura zużycia energii, dynamika zmian, nośnik energii

Wstęp

Bezpośrednie nośniki energii stanowią istotny element nakładów w produkcji rolniczej. Ich udział na przykład w przypadku produkcji grochu konserwowego stanowi ok. 17–19% łącznej wartości nakładów energii skumulowanych w pracy żywej i środkach produkcji [GRUDNIK 2012]. Na poziom bezpośrednich nakładów energii wpływa wiele czynników, zarówno zależnych, jak i niezależnych od działalności ludzkiej. W przypadku rolnictwa od producentów rolnych zależy m.in. wybór energo-



oszczędnych 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 zależy od stosowanych sposobów wykonywania zabiegów uprawy roli, nawożenia, siewu i ochrony roślin. Zastosowanie uprawy zachowawczej, polegającej na płytkiej uprawie z zastosowaniem agregatów wieloczynnościowych oraz spulchniacza obrotowego, skonstruowanego w Mazowieckim Ośrodku Badawczym ITP zamiast tradycyjnej uprawy z zastosowaniem orki, powoduje zmniejszenie zużycia paliwa na prace polowe w pięcioletnim zmianowaniu: pszenica – buraki cukrowe – kukurydza – żyto – rzepak ozimy z 240,1 do 105,7 $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, a nakładów energii na jednostkę powierzchni – z 1197 do 575 $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ [GOLKA, PTASZYŃSKI 2014]. Według SØRENSENA i in. [2014], zastosowanie uprawy minimum (ang. minimum tillage system) powoduje zmniejszenie nakładów energii w produkcji roślinnej w warunkach czteroletniego zmianowania (jęczmień jary – jęczmień ozimy – pszenica ozima – rzepak ozimy) o 26%. W przypadku zastosowania systemu bezuprawowego (ang. no tillage system) zmniejszenie to wynosi 41%. 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. Dokonujący się postęp techniczny ma swój wyraz: a) w przypadku konstrukcji silników w zmniejszaniu jednostkowego zużycia paliwa; b) w przypadku innych maszyn i narzędzi stosowanych w rolnictwie w poprawie wydajności, komfortu i jakości pracy.

Sprzęt nowej generacji jest drogi i dlatego trudno dostępny lub wręcz niedostępny dla większości rolników. Wysokie ceny, niepewna opłacalność produkcji, duże wymagania odnośnie do umiejętności obsługi sprzętu nowych generacji powodują, że nawet w krajach wysoko rozwiniętych nie jest on powszechnie wdrażany. W celu ułatwienia rolnikom korzystania z walorów nowoczesnego sprzętu opracowywane są wspomagane łącznością z Internetem programy, ułatwiające rolnikom realizację zadań produkcyjnych z zastosowaniem obecnych i przyszłościowych technologii. Systemy wspomaganie decyzji, pozwalające na poprawę organizacji pracy w gospodarstwach o różnym kierunku produkcji, umożliwiają poprawę efektywności czynników produkcji w gospodarstwach o różnej specjalności, np. sadowniczej [AMPATZIDIS i in. 2014] czy kwiaciarskiej [OOSTER VAN'T i in. 2014]. Istnieją też programy optymalizacji tras ruchu maszyn rolniczych po polu i wyznaczania ścieżek przejazdowych, powiązane z globalnym systemem nawigacji satelitarnej i umożliwiające eliminację zbędnych nawrotów oraz wykorzystanie pełnej szerokości roboczej maszyn, przyczyniając się do zmniejszenia czasu wykonywania czynności i nakładów energii [BRUIN DE i in. 2014]. 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, m.in. PAWLAKA [2013; 2014], WÓJCICKIEGO [2001; 2007] oraz WÓJCICKIEGO i in. [2014].

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy corocznie publikuje raport rynkowy, zawierający rozdział poświęcony tej tematyce [ZALEWSKI (red.) 2014]. 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, będzie sprzyjało 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, postępująca w miarę udostępniania odpowiednich danych wejściowych. Zmotywowało to autora do podjęcia tego tematu i przyczyniło się do powstania niniejszej pracy.

Celem tej pracy jest analiza zmian poziomu i struktury nakładów energii w rolnictwie polskim w latach 2009–2013. Zakres badań ograniczono do bezpośredniego zużycia nośników energii¹⁾, których zestaw był uzależniony od dostępności aktualnych danych statystycznych. Analizą objęto lata 2009–2013.

Materiał źródłowy i metoda badań

Źródłem danych o nakładach energii w rolnictwie polskim w latach 2009–2013 były publikacje GUS [2011; 2012; 2013; 2014]. W niniejszej pracy dokonano podziału ogółu nośników energii 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 (biogaz, gaz ziemny wysokometanowy, ziemny zaazotowany, ciekły).

Posługując się wartością opałową poszczególnych nośników energii, wyrażoną w teradżulach (TJ), w ramach każdej z opisanych powyżej grup obliczono sumę nakładów energii, poniesionych w każdym roku objętym analizą. Następnie obliczono udział procentowy nośników energii wchodzących w skład każdej z tych grup, a także udział sum nakładów energii w poszczególnych grupach oraz energii elektrycznej i energii cieplnej w łącznych nakładach energii, poniesionych w rolnictwie w kolejnych latach.

Ponadto, w przypadku nośników energii, na temat zużycia których w 2009 r. dostępne były dane w materiałach GUS, wyznaczono dynamikę zmian tego zużycia w latach 2010–2013, przyjmując za 100 stan z 2009 r.

¹⁾ Zgodnie z definicją przyjętą w GUS, zużycie bezpośrednie równa się sumie nośników energii, która 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.

Wyniki badań i ich analiza

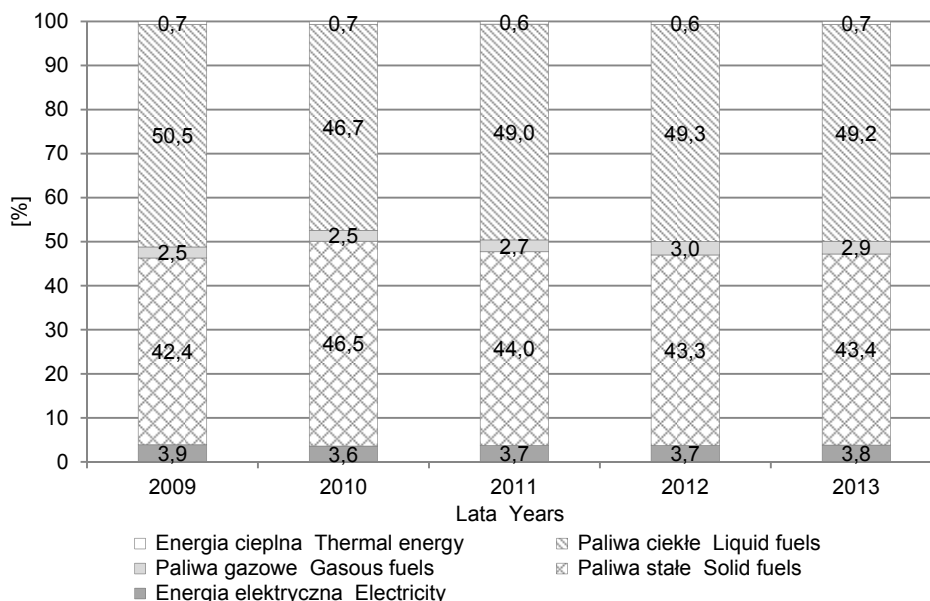
Zużycie energii w rolnictwie polskim w okresie objętym niniejszą analizą, z uwzględnieniem poszczególnych nośników energii oraz podziału na wcześniej wymienione grupy, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Bezpośrednie zużycie energii w rolnictwie w Polsce w latach 2009–2013
Table 1. Direct energy consumption in Polish agriculture in the years 2009–2013

Nośnik/rodzaj energii Media/type of energy	Zużycie energii [TJ] w latach Energy consumption [TJ] in years				
	2009	2010	2011	2012	2013
Węgiel kamienny Hard coal	41 600	50 731	41 600	43 725	41 600
Węgiel brunatny Brown coal	1 607	1 657	1 338	1 321	1 600
Torf i drewno Peat and wood	19 000	20 988	23 750	20 900	20 900
Paliwa odpadowe stałe Residue solid fuels	31	100	181	45	37
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	26	12	46	35	0
Koks i półkoks Coke and semi-coke	840	924	959	950	950
Razem paliwa stałe Total solid fuels	63 104	74 412	67 874	66 976	65 087
Oleje napędowe Diesel oils	69 328	69 328	69 761	70 412	69 339
Lekki olej opałowy Light fuel oil	4 374	4 374	4 461	4 374	3 499
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	1 251	936	1 257	1 400	988
Benzyny silnikowe Engine petrols	224	53	47	40	39
Benzyny lotnicze Aircraft petrols	0	16	16	7	7
Paliwa odrzutowe Jet fuels	0	0	0	12	0
Razem paliwa ciekłe Total liquid fuels	75 177	74 707	75 542	76 245	73 872
Gaz ziemny wysokometanowy High methane natural gas	1 436	1 366	1 394	1 618	1 330
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	141	120	137	179	171
Gaz ciekły Liquid gas	2 129	2 365	2 412	2 365	2 365
Biogaz Biogas	0	100	276	481	505
Razem paliwa gazowe Total gaseous fuels	3 706	3 951	4 219	4 643	4 371
Energia elektryczna Electricity	5 796	5 818	5 744	5 740	5 735
Energia cieplna Thermal energy	1 050	1 100	900	1 000	1 000
Ogółem Total	148 833	159 988	154 279	154 604	150 065

Źródło: dane GUS i wyniki własne. Source: CSO data and own study.

W okresie objętym analizą zużycie bezpośrednie energii w rolnictwie polskim zwiększyło się z 148 833 do 150 065 TJ. Największy udział w strukturze tego zużycia miały paliwa ciekłe. W analizowanym okresie stanowiły one od 46,7% (2010 r.) do 50,5% (2009 r.) – rysunek 1. Znaczący był też udział paliw stałych (od 42,4% w 2009 r. do 46,5% w 2010 r.). Energia zużyta w rolnictwie w postaci nośników gazowych stanowiła od 2,5 do 3,0%, energia elektryczna – od 3,6 (2010 r.) do 3,9% (2009 r.), a energia cieplna – 0,6 (lata 2011 i 2012) do 0,7% (pozostałe lata okresu objętego analizą).



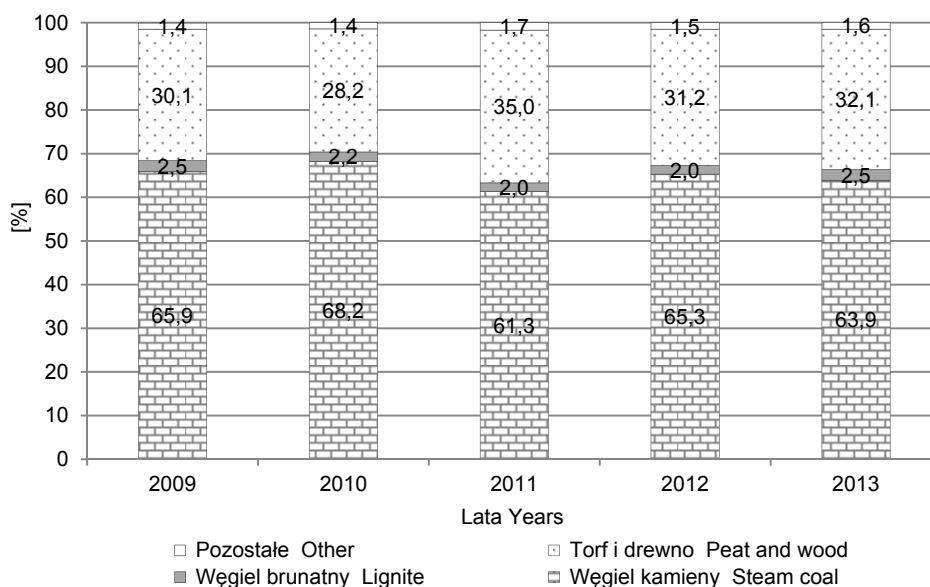
Źródło: dane GUS i wyniki własne. Source: CSO data and own study.

Rys. 1. Struktura procentowa nakładów energii w rolnictwie wg rodzajów nośników energii
Fig. 1. Percentage structure of energy inputs in agriculture according to types of energy carriers

W grupie paliw stałych dominował węgiel kamienny z udziałem od 61,3% (2011 r.) do 68,2% (2010 r.). Znaczny był też udział torfu i drewna (od 28,2% w 2010 r. do 35,0% w 2011 r.). Udział węgla brunatnego wyniósł od 2,0% (lata 2011 i 2012) do 2,5% (lata 2009 i 2013). Pozostałe paliwa stałe (paliwa odpadowe, brykiety węgla kamiennego, koks i półkoks) stanowiły 1,4–1,7% w strukturze zużytych paliw stałych (rys. 2).

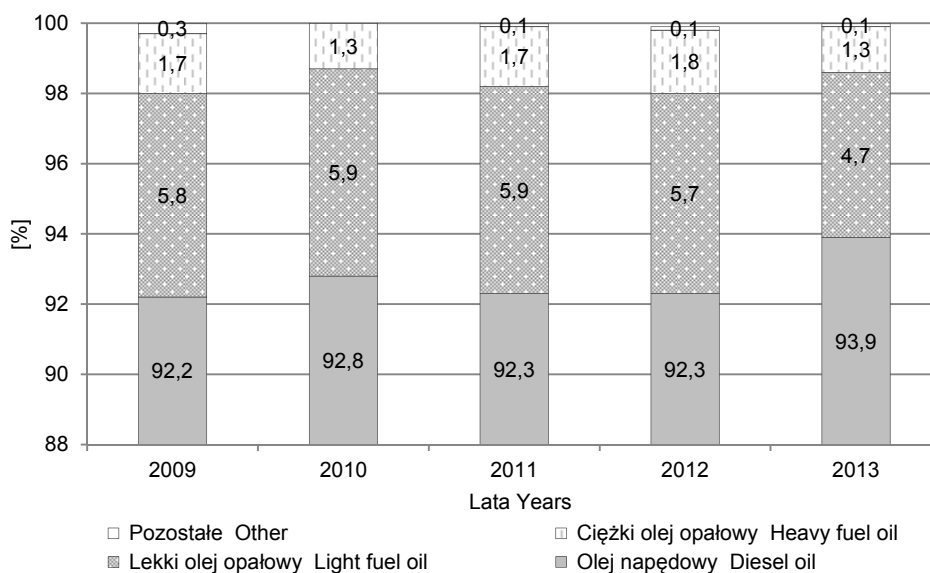
Oleje napędowe dominowały w strukturze paliw ciekłych. Ich udział wynosił od 92,2% w 2009 r. do 93,9% w 2013 r. (rys. 3). Lekkie oleje opałowe stanowiły 4,7–5,9% ogółu paliw ciekłych, ciężki olej opałowy – 1,3–1,8%, a benzyny silnikowe i lotnicze oraz paliwa odrzutowe, zaliczone do jednej podgrupy. Pozostałe stanowiły od mniej niż 0,1 do 0,3% wartości opałowej zużytych paliw ciekłych.

W grupie paliw gazowych największy udział (od 50,9% w 2012 r. do 59,9% w 2010 r.) miał gaz ciekły (rys. 4). Udział gazu ziemnego wysokometanowego mieścił się w przedziale od 30,4% (2013 r.) do 38,7% (2009 r.), a gazu ziemnego zaazotowanego – od 3,0% (2010 r.) do 3,9% (lata 2012 i 2013). Dane o zużyciu biogazu w rolnictwie są podawane przez GUS, począwszy od 2010 r. Ten odnawialny nośnik energii stanowił początkowo 2,5% łącznej wartości opałowej zużytych paliw gazowych. W kolejnych latach jego udział systematycznie się zwiększał, do 11,6% w 2013 r. W 2013 r. zużycie biogazu w rolnictwie było o 405% większe niż w 2010 r., a jego udział w strukturze paliw gazowych zwiększył się o 9,1 punktu procentowego.



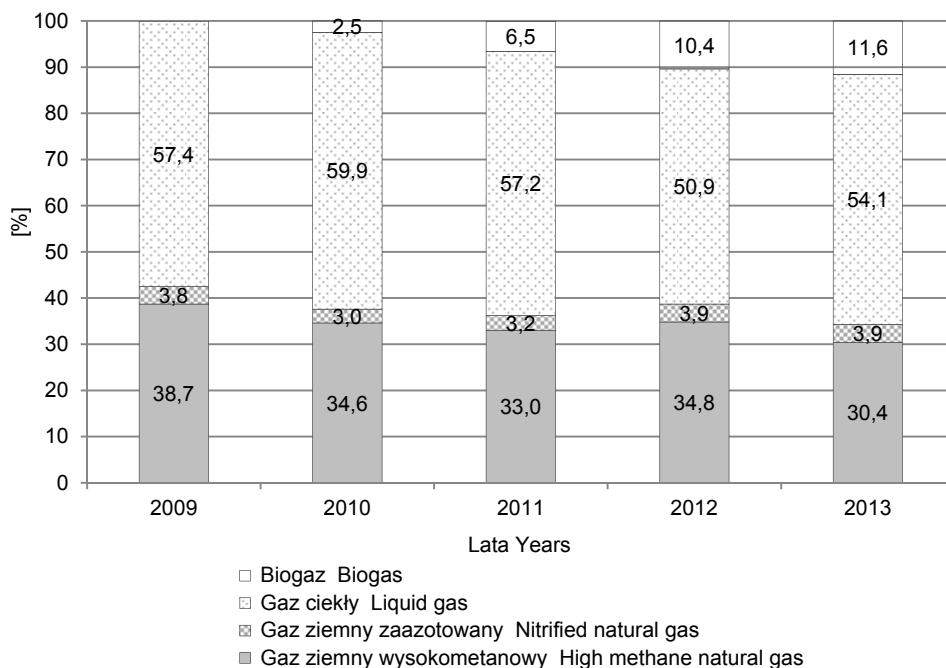
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.
Source: own elaboration based on CSO data.

Rys. 2. Struktura procentowa paliw stałych zużytych w rolnictwie
Fig. 2. Percentage structure of solid fuels consumed in agriculture



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.
Source: own elaboration based on CSO data.

Rys. 3. Struktura procentowa paliw ciekłych zużytych w rolnictwie
Fig. 3. Percentage structure of liquid fuels consumed in agriculture



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.
Source: own elaboration based on CSO data.

Rys. 4. Struktura procentowa paliw gazowych użytych w rolnictwie; dane o zużyciu biogazu publikowane przez GUS od 2010 r.
Fig. 4. Percentage structure of gaseous fuels consumed in agriculture; biogas consumption data published by CSO from 2010

Zużycie paliw stałych, po wyraźnym wzroście w 2010 r. (o 17,9%) w stosunku do 2009 r., w latach następnych wykazywało tendencję malejącą, jednak wciąż na poziomie wyższym niż w 2009 r. (tab. 2). O dynamicznym zwiększeniu zużycia paliw z tej grupy w 2010 r. przesądził wzrost zużycia węgla kamiennego aż o 21,9% w porównaniu ze stanem z roku poprzedniego i osiągnięcie wówczas najwyższego poziomu – 1760 tys. t. Duże wahania zużycia odnotowano w przypadku węgla brunatnego (po zwiększeniu o 3,1% w 2010 r. w stosunku do 2009 r. zmniejszenie w dwóch kolejnych latach odpowiednio o 16,7 i 17,8%) i osiągnięcie w 2013 r. 99,6% stanu z 2009 r. Zużycie torfu i drewna w latach 2010–2013 utrzymywało się na poziomie wyższym niż w 2009 r., osiągając maksimum w 2011 r. Zużycie paliw odpadowych stałych, po okresie dynamicznego wzrostu i osiągnięciu w 2011 r. wartości o 483,9% większej niż w 2009 r., w kolejnych latach wykazywało tendencję malejącą, ale nadal było większe niż w 2009 r. (o 19,4%). Największą zmienność zużycia odnotowano w przypadku brykietów węgla kamiennego, co nie miało wpływu na łączne nakłady energii w postaci paliw stałych, bowiem udział tego paliwa nie przekraczał 0,07% ogółu nakładów energii w tej grupie. Zużycie koksu i półkoksu w latach 2010–2013 było o 10,0–14,2% większe niż w 2009 r.

Tabela 2. Dynamika zużycia nośników energii w rolnictwie (rok 2009 = 100%)
 Table 2. Dynamics of energy carriers consumption in agriculture (year 2009 = 100%)

Nośniki/rodzaj energii Media/type of energy	Dynamika [%] w latach Dynamics of [%] in years			
	2010	2011	2012	2013
Węgiel kamienny Hard coal	121,9	100,0	105,1	100,0
Węgiel brunatny Brown coal	103,1	83,3	82,2	99,6
Torf i drewno Peat and wood	110,5	125,0	110,0	110,0
Paliwa odpadowe stałe Residue solid fuels	322,6	583,9	145,2	119,4
Brykiety węgla kamiennego Hard coal briquettes	46,2	176,9	134,6	0,0
Koks i półkoks Coke and semi-coke	110,0	114,2	113,1	113,1
Paliwa stałe Solid fuels	117,9	107,6	106,1	103,1
Oleje napędowe Diesel oils	100,0	100,6	101,6	100,0
Lekki olej opałowy Light fuel oil	100,0	102,0	100,0	80,0
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	74,8	100,5	111,9	79,0
Benzyny silnikowe Engine petrols	23,7	21,0	17,9	17,4
Razem paliwa ciekłe Total liquid fuels	99,4	100,5	101,4	98,3
Gaz ziemny wysokometanowy High methane natural gas	95,1	97,1	112,7	92,6
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	85,1	97,2	127,0	121,3
Gaz ciekły Liquid gas	111,1	113,3	111,1	111,1
Paliwa gazowe Gaseous fuels	106,6	113,8	125,3	117,9
Energia elektryczna Electricity	100,4	99,1	99,0	98,9
Energia cieplna Thermal energy	104,8	85,7	95,2	95,2
Ogółem Total	107,5	103,7	103,9	100,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.
 Source: own elaboration based on CSO data.

Na dość wyrównanym poziomie utrzymywały się nakłady energii zużywanej w rolnictwie w postaci paliw ciekłych. Przesądziły o tym minimalne wahania zużycia paliw dominujących w tej grupie – olejów napędowych (1600–1625 tys. t). Niewielkie zwiększenie ich zużycia odnotowano jedynie w latach 2011 i 2012 – odpowiednio o 0,6 i 1,6% w porównaniu ze stanem z 2009 r. Wyraźnie zmniejszyło się natomiast zużycie lekkiego oleju opałowego (o 20% w 2013 r.), a ciężkiego oleju opałowego – o 25,2 i 21,0% odpowiednio w latach 2010 i 2013. Najbardziej zmniejszyły się nakłady energii w postaci benzyn silnikowych – do poziomu o 82,6% niższego w porównaniu ze stanem z 2009 r. Warto zaznaczyć, że udział energii zużywanej w rolnictwie w postaci benzyn silnikowych wynosił w 2009 r. 0,30%, a w następnych latach sukcesywnie się zmniejszał – do 0,05% w 2013 r.

Zużycie paliw gazowych w rolnictwie miało tendencję rosnącą, osiągając maksimum w 2012 r. (o 25,3% więcej niż w 2009 r.). Było to spowodowane zwiększeniem nakładów energii w postaci gazu ciekłego (o 11,1–13,3%), a od 2010 r. – także biogazu, który z uwagi na brak danych za 2009 r. nie został wykazany w tabeli 2., jednak zawarte w nim nakłady energii zostały uwzględnione w sumach zużycia paliw gazowych w latach 2010–2013. Zużycie gazu ziemnego wysokome-

tanowego było w 2013 r. o 7,4% mniejsze, a gazu ziemnego zaazotowanego – o 21,3% większe niż w 2009 r. Nakłady energii zawarte w obu tych nośnikach osiągnęły maksimum w 2012 r.

Zużycie energii elektrycznej i ciepłej, po niewielkim wzroście w 2010 r. (odpowiednio o 0,4 i 4,8%), w 2013 r. było o 1,1 i 4,8% mniejsze niż w 2009 r.

Zmiany poziomu nakładów energii zawartej w poszczególnych nośnikach były spowodowane oddziaływaniem wielu czynników, m.in. intensywności i technologii produkcji rolnej, fluktuacji cen, a niektórych przypadkach – przebiegu pogody, zwłaszcza w okresach zimowych. Zmiany intensywności i technologii produkcji rolnej zachodzą stosunkowo powoli i w okresie objętym analizą nie powodowały zasadniczych zmian nakładów energii. Miało to swój wyraz w niewielkich zmianach poziomu zużycia olejów napędowych. Natomiast niska temperatura powietrza i wydłużony czas ich występowania w okresie zimowym miały wpływ na zużycie paliw stałych, a także olejów opałowych, energii ciepłej, a w mniejszym stopniu – paliw gazowych i energii elektrycznej. Poza tym zmiany relacji między cenami nośników energii, które mogą być stosowane zamiennie, mają odzwierciedlenie w proporcjach zużycia poszczególnych z nich. Na przykład w przypadku, gdy relacje między cenami węgla kamiennego i olejów opałowych zmieniają się na korzyść tego pierwszego, zwiększa się jego zużycie kosztem olejów opałowych. Niekorzystny przebieg pogody może też mieć wpływ na pewne zwiększenie zużycia olejów napędowych. Zdarza się tak w razie konieczności wykonania dodatkowych prac w przypadku wymarznienia roślin ozimych, a także wykonywania prac polowych w niekorzystnych warunkach [ZALEWSKI (red.) 2014].

Podsumowanie

Łączne zużycie energii w rolnictwie w Polsce wyniosło w 2013 r. 150 065 TJ i było o 0,8% większe niż w 2009 r. Największy udział w strukturze tych nakładów miały paliwa ciekłe (od 46,7% w 2010 r. do 50,5% w 2009 r.). Udział paliw stałych wyniósł od 42,4% (2009 r.) do 46,5% (2010 r.). Energia zużyta w rolnictwie zawarta w nośnikach gazowych stanowiła 2,5–3,0%, energia elektryczna – 3,6–3,9%, a energia ciepła – 0,6–0,7%.

Największe zużycie paliw stałych odnotowano w 2010 r. (74 412 TJ – o 17,9% więcej niż rok wcześniej). Dynamiczny wzrost zużycia paliw z tej grupy w 2010 r. był spowodowany zwiększeniem zużycia węgla kamiennego o 21,9%. W następnych latach zużycie paliw z tej grupy zmniejszało się, pozostając jednak na poziomie wyższym niż w 2009 r. (w 2013 r. o 3,1%).

W grupie paliw stałych dominował węgiel kamienny z udziałem 61,3–68,2%. Udział torfu i drewna wynosił 28,2–35,0%, węgla brunatnego – 2,0–2,5%. Pozostałe paliwa stałe (paliwa odpadowe roślinne i zwierzęce, brykiety węgla kamiennego, koks i półkoks) stanowiły 1,4–1,7% w strukturze zużycia paliw stałych.

Nakłady energii zawartej w paliwach ciekłych utrzymywały się na dość wyrównanym poziomie (75 177 TJ w 2009 r. i 73 872 TJ w 2013 r.). Przesądziły o tym minimalne wahania zużycia paliw dominujących w tej grupie – olejów napędowych

(69 328 TJ w 2009 r. i 69 339 TJ w 2013 r.). Niewielkie zwiększenie zużycia olejów napędowych odnotowano jedynie w latach 2011 i 2012 – odpowiednio o 0,6 i 1,6% w porównaniu ze stanem z 2009 r. Zarejestrowano wyraźne zmniejszenie zużycia lekkiego oleju opałowego (o 20%) w 2013 r., a ciężkiego oleju opałowego – w latach 2010 i 2013 r. (odpowiednio o 25,2 i 21,0%).

Udział olejów napędowych w strukturze zużycia paliw ciekłych wynosił od 92,2 do 93,9%. Lekkie oleje opałowe stanowiły 4,7–5,9% ogółu paliw ciekłych, ciężki olej napędowy – 1,3–1,8%, a benzyny silnikowe i lotnicze oraz paliwa odrzutowe, zaliczone do jednej podgrupy „pozostałe”, stanowiły od mniej niż 0,1 do 0,3% wartości opałowej zużytych paliw ciekłych.

Zużycie paliw gazowych w rolnictwie miało tendencję rosnącą, osiągając maksimum 4 643 TJ w 2012 r. (o 25,3% więcej niż w 2009 r.), co było spowodowane zwiększeniem nakładów energii zawartej w gazie ciekłym (o 11,1–13,3%), a od 2010 r. – także biogazu. Zużycie gazu ziemnego wysokometanowego było w 2013 r. o 7,4% mniejsze, a gazu ziemnego zaazotowanego – o 21,3% większe niż w 2009 r. Nakłady energii zawartej w obu tych nośnikach osiągnęły maksimum w 2012 r., wynosząc odpowiednio 1 618 i 179 TJ.

W grupie paliw gazowych największy udział (50,9–59,9%) miał gaz ciekły. Udział gazu ziemnego wysokometanowego mieścił się w przedziale od 30,4 do 38,7%, a gazu ziemnego zaazotowanego – od 3,0 do 3,9%. Biogaz stanowił w 2010 r. 2,5% łącznej wartości opałowej zużytych paliw gazowych. W kolejnych latach jego udział systematycznie się zwiększał, do 11,6% w 2013 r.

Zużycie energii elektrycznej i cieplnej, po niewielkim wzroście w 2010 r. (odpowiednio o 0,4 i 4,8%), w 2013 r. było o 1,1 i 4,8% mniejsze niż w 2009 r., kiedy wynosiło odpowiednio 5 796 i 1 050 TJ.

Bibliografia

AMPATZIDIS Y.G., VOUGIOUKAS S.G. 2014., WHITING M.D., ZHANG Q. 2014. Applying the machine repair model to improve efficiency of harvesting fruit. *Biosystems Engineering*. Vol. 120 s. 25–33.

BRUIN DE S., LERINK P., LA RIVIERE I.J., VANMEULEBROUK B. 2014. Systematic planning and cultivation of agricultural fields using a geo-spatial arable field optimization service: Opportunities and obstacles. *Biosystems Engineering*. Vol. 120 s. 15–24.

GOLKA W., PTASZYŃSKI S. 2014. Nakłady na uprawę roli w technologii zachowawczej i tradycyjnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 31–47.

GRUDNIK P. 2012. Energochłonność skumulowana produkcji grochu zielonego na konserwy. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4 s. 121–129.

GUS 2011. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009, 2010. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 370.

GUS 2012. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2010, 2011. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 370.

- GUS 2013. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2011, 2012. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 290.
- GUS 2014. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2012, 2013. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 298.
- KOCIRA S., KOŁTUN M. 2013. Nakłady energetyczne w gospodarstwach ze zbilansowaną ilością substancji organicznej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 99–106.
- OOSTER VAN'T A., BONTSEMA J., HENTEN VAN E.J., HEMMING S. 2014. Simulation of harvest operations in a static rose cultivation system. *Biosystems Engineering*. Vol. 120 s. 34–46.
- PAWLAK J. 2013. Nakłady energii w rolnictwie polskim i ich struktura. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 21–31.
- PAWLAK J. 2014. Udział rolnictwa w produkcji i zużyciu energii z zasobów odnawialnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 71–81.
- 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. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 135–141.
- WÓJCICKI Z. 2001. Metody badania przemian organizacyjno-technicznych w rolnictwie do 2020 r. *Prace Naukowo-Badawcze IBMER*. Nr 2 s. 37–58.
- WÓJCICKI Z. 2007. Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Warszawa. IBMER. ISBN 978-8-389806-17-8 ss. 124.
- WÓJCICKI Z. 2013a. Optymalizacyjne projektowanie modernizacji gospodarstw rolnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 5–11.
- WÓJCICKI Z. 2013b. Projektowanie nowych technologii produkcji roślinnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4 s. 33–46.
- WÓJCICKI Z., PAWLAK J., RUDEŃSKA B. 2014. Nakłady energetyczne ciągników w gospodarstwach rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 15–28.
- ZALEWSKI A. (red.) 2014. Rynek środków produkcji dla rolnictwa. Stan i perspektywy. Nr 41. Warszawa. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW. ISSN 2081-8815 ss. 45.

Jan Pawlak

ENERGY CONSUMPTION IN POLISH AGRICULTURE IN THE YEARS 2009–2013

Summary

Research of trend changes in energy management in agriculture are necessary due to the need of obtaining input data for energy demand prognostics. The purpose of this thesis was an analysis of direct energy consumption in Polish agriculture in the years 2009–2013. The Method used was based on grouping energy sources and analyzing the dynamics and structure of their inputs. Energy consumption in Polish agriculture, in the year 2013 reached 150 065 TJ (up to 0.8% higher than in 2009). The largest share in it, in the years 2009–2013 reached liquid fuels (49.0–50.5%). The share of solid fuels reached from 42.4 to 46.5%, gaseous fuels – 2.5–3.0%, electric energy – 3.6–3.9%,

and thermal energy – 0.6–0.7%. The largest level of solid fuels consumption was noted in the year 2010 (74 412 TJ) – by 17.9% more than the year before). This group was dominated by hard coal with its share from 61.3% (2011) to 68.2% (2010). The inputs of liquid fuels reached 75 177 TJ in 2009 and 73 872 TJ in 2013, wherein the dominant share had diesel oils (from 92.2% in 2009 to 93.9% in 2013). The consumption of gaseous fuels increased reaching maximum 4 371 TJ in 2012 (by 25.3% more, than in 2009). In the group of gaseous fuels the largest share (from 50.9% in 2012 to 59.9% in 2010) had liquid gas. The electric and thermal energy consumption was in 2013 by 1.1 and 4.8% lower than in 2009, when it reached 5 196 and 1 050 TJ, respectively.

Key words: energy consumption in agriculture, structure of energy consumption, dynamic of changes, energy carrier

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