

Wpłynęło 12.04.2018 r.
Zrecenzowano 2.06.2018 r.
Zaakceptowano 8.06.2018 r.

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

EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH NA SKUTEK ZUŻYCIA ENERGII W ROLNICTWIE POLSKIM A WYPOSAŻENIE W CIĄGNIKI ROLNICZE

Jan PAWLAK^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie

Streszczenie

Przeprowadzono analizę zmian w latach 2000–2015 wyposażenia polskiego rolnictwa w ciągniki rolnicze, zainstalowanej w ich silnikach mocy i emisji gazów cieplarnianych (GHG) na skutek zużycia nośników energii ze szczególnym uwzględnieniem oleju napędowego. W latach między kolejnymi powszechnymi spisami rolnymi liczbę ciągników szacowano, stosując metodę interpolacji. Emisję GHG w przeliczeniu na ekwiwalent dwutlenku węgla obliczono, mnożąc zużycie poszczególnych nośników energii przez odpowiednie wskaźniki emisyjności i wartości współczynników ocieplenia globalnego. Podjęto też próbę określenia współzależności między tymi czynnikami, stosując metodę analizy trendów. W okresie objętym analizą liczba ciągników rolniczych w Polsce zwiększyła się o 10,8%, a łączna moc w nich zainstalowana – o 35,2%. Emisja gazów cieplarnianych w wyniku zużycia ogółu nośników energii w rolnictwie polskim była w 2015 r o 13,9% mniejsza niż w 2000 r., natomiast na skutek zużycia oleju napędowego – o 7,6% większa. Nie stwierdzono zależności między liczbą i mocą ciągników użytkowanych w rolnictwie a emisją gazów cieplarnianych w wyniku zużycia ogółu nośników energii w rolnictwie. Istnieje natomiast wpływ liczby i mocy ciągników użytkowanych w rolnictwie na emisję gazów cieplarnianych na skutek zużycia oleju napędowego. Wartości współczynnika dopasowania R^2 dla funkcji wielomianowych opisujących te zależności wynoszą odpowiednio 0,81 i 0,76.

Słowa kluczowe: *ciągniki, emisja gazów cieplarnianych, moc, nośniki energii, olej napędowy, rolnictwo*

Do cytowania For citation: Pawlak J. 2018. Emisja gazów cieplarnianych na skutek zużycia energii w rolnictwie polskim a wyposażenie w ciągniki rolnicze. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 18. Z. 2 (62) s. 57–68.

WSTĘP

Jednym ze sposobów zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych jest poprawa efektywności nakładów energii w rolnictwie [ASGEDOM, KERBEAB 2011]. Dzięki stosowaniu energooszczędnych technologii produkcji rolniczej można zmniejszyć zużycie paliw w produkcji roślinnej z korzyścią dla środowiska naturalnego [GOLKA, PTASZYŃSKI 2014; SØRENSEN i in. 2014; ŠARAUSKIS i in. 2014; 2017]. Według PARTONA i in. [2011], stosując odpowiednio zmodyfikowane technologie produkcji rolniczej, można zmniejszyć ogólny poziom emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie o 1/3.

Efektywność nakładów energii w produkcji rolniczej w Polsce była badana m.in. przez WÓJCICKIEGO [2015]. Nie prowadzono natomiast badań współzależności między stanem wyposażenia w ciągniki rolnicze a poziomem emisji gazów cieplarnianych w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie. Było to motywem podjęcia analiz prezentowanych w niniejszej pracy.

Celem pracy jest analiza zmian w latach 2000–2015 wyposażenia polskiego rolnictwa w ciągniki rolnicze, zainstalowanej w ich silnikach mocy i emisji gazów cieplarnianych na skutek zużycia nośników energii w rolnictwie polskim ze szczególnym uwzględnieniem oleju napędowego oraz próba określenia wpływu liczby i mocy ciągników rolniczych na poziom emisji gazów cieplarnianych.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Realizując przedstawiony powyżej cel pracy, wykorzystano dane z publikacji Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), Instytutu Ochrony Środowiska (IOŚ) oraz Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE). Na ich podstawie przeprowadzono analizę zmian stanu ilościowego wyposażenia polskiego rolnictwa w ciągniki rolnicze w latach 2000–2015. Dane o stanie ciągników w rolnictwie za lata 2000–2015 są dostępne w publikacjach GUS [2003a; 2007b; 2008; 2009b; 2010; 2011b; 2017b]. Z przyczyn uzasadnionych w pracy PAWŁAKA [2017] dane o stanie ciągników rolniczych za lata, w których nie było powszechnych spisów rolnych, wyznaczono na podstawie szacunków własnych. Przyjmując wartości z kolejnych spisów [GUS 1997; 2003a; 2011b], oszacowano wartości w latach pośrednich, stosując metodę interpolacji.

Moc zainstalowaną w ciągnikach rolniczych obliczono, mnożąc liczbę tych technicznych środków produkcji przez ich średnią moc w poszczególnych latach. Średnią moc w latach 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2013 i 2016 przyjęto według danych z roczników rolniczych GUS [2007b; 2008; 2010; 2017b], natomiast za lata 2000–2002, 2006, 2011–2012 i 2014–2015 oszacowano, stosując metodę interpolacji. Podczas interpolacji danych za lata 2000–2002 wykorzystano wyniki powszechnego spisu rolnego z 1996 r. [GUS 1997].

Podstawowymi źródłami danych o zużyciu najważniejszych nośników energii w rolnictwie również były publikacje GUS [2002; 2003b; 2005; 2007a; 2009a; 2011a; 2013; 2015; 2017a]. Na podstawie tych danych oraz wskaźników emisji dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄) i podtlenku azotu (N₂O) w wyniku zużycia poszczególnych nośników, przyjętych na podstawie prac IOŚ, KOBiZE [2016a, b] oraz OLECKIEJ i in. [2017], oszacowano emisję gazów cieplarnianych (GHG) w rolnictwie polskim w 2015 r. w wyniku zużycia nośników energii.

Wartości emisji GHG wskutek zużycia poszczególnych nośników energii w rolnictwie obliczono za pomocą formuły:

$$Zen_g = \frac{En \cdot Wen_g}{1000} \quad (1)$$

gdzie:

Zen_g = emisja g -tego gazu cieplarnianego w wyniku zużycia n -tego nośnika energii w rolnictwie, Mg·10³;

En = energia zużyta w rolnictwie w postaci n -tego jej nośnika w 2015 r., TJ;

Wen_g = wskaźnik emisyjności g -tego gazu cieplarnianego dla n -tego nośnika energii, Mg·TJ⁻¹.

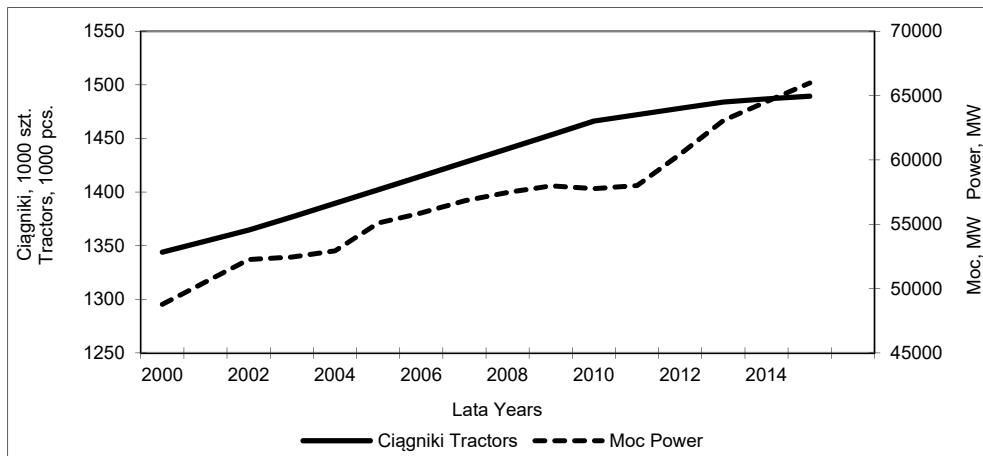
Współzależności między wartościami badanych czynników przedstawiono graficznie za pomocą linii trendów wyznaczonych z zastosowaniem funkcji liniowej i wielomianowej.

WYNIKI I ICH ANALIZA

Rozwój motoryzacji rolnictwa jest kojarzony ze zwiększeniem zużycia energii z zasobów kopalnych, generującym wzrost emisji gazów cieplarnianych w gospodarstwach rolnych. Jednym z mierników poziomu motoryzacji rolnictwa jest liczba i moc ciągników użytkowanych w tym dziale gospodarki narodowej. Dlatego wartości danych o liczbie i łącznej mocy ciągników rolniczych przyjęto w niniejszej pracy jako podstawę odniesienia dla emisji gazów cieplarnianych wskutek zużycia nośników energii w rolnictwie.

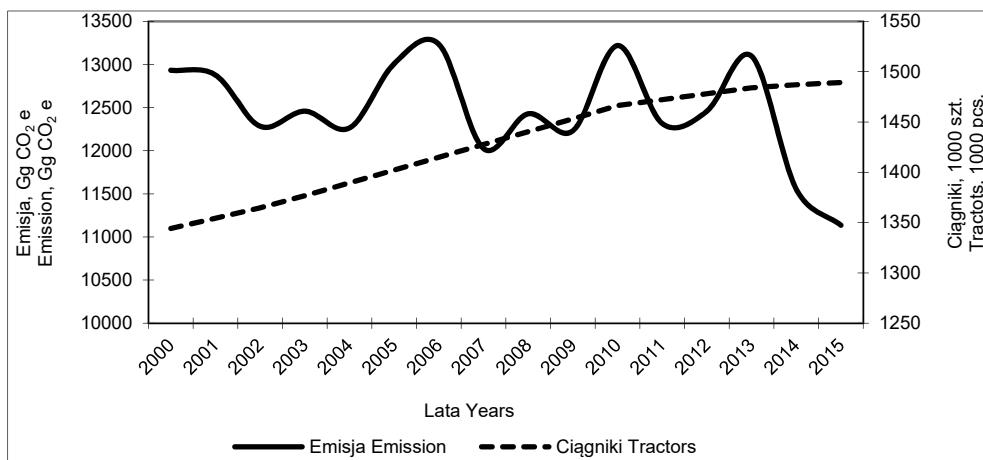
W latach 2000–2015 liczba ciągników rolniczych w Polsce zwiększyła się o 10,8%, a łączna moc w nich zainstalowana – o 35,2% (rys. 1).

W okresie objętym analizą liczba i moc ciągników rolniczych użytkowanych w gospodarstwach rolnych Polski miała wciąż tendencję rosnącą, silniej zaznaczoną w przypadku mocy zainstalowanej w tych ciągnikach. Natomiast emisja gazów cieplarnianych w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie podlegała znacznym wahaniom w poszczególnych latach, ze słabo zaznaczoną tendencją malejącą. W 2015 r. była ona o 13,9% mniejsza niż w 2000 r. (rys. 2).



Rys. 1. Liczba i moc ciągników w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2003a; 2007b; 2008; 2009b; 2010; 2017b]

Fig. 1. Number and power of tractors in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2003a; 2007b; 2008; 2009b; 2010; 2017b]



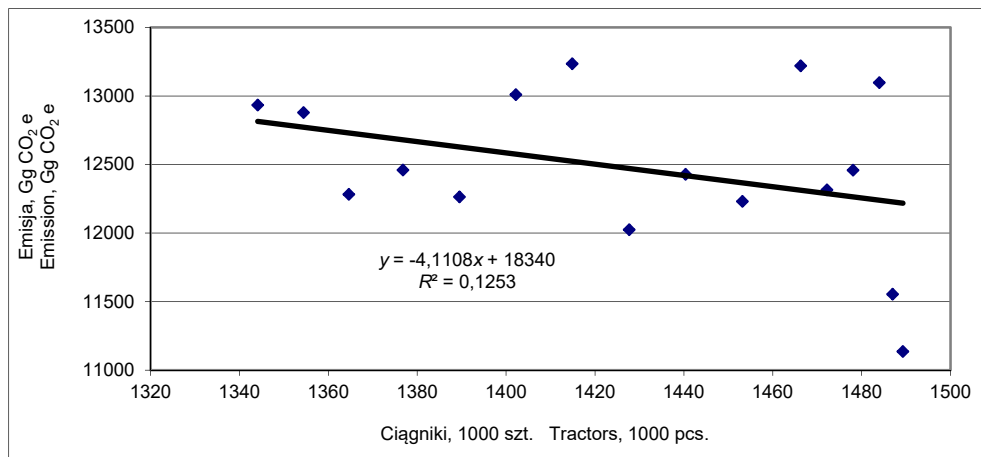
Rys. 2. Liczba ciągników i emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia energii w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 2. Number of tractors and emission of greenhouse gases in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Główną przyczyną tak dużych wahań poziomu emisji w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie polskim było duże zróżnicowanie danych GUS o zużyciu węgla kamiennego w kolejnych latach okresu objętego analizą. Różnica między

wartością podaną za 2013 r. (51 194 TJ) i za 2015 r. (36 400 TJ) wynosi aż 40,6% w stosunku do 2015 r. i nie da się wytłumaczyć zmiennością warunków pogodowych, a tym bardziej – intensywności produkcji rolnej.

Ujemna współzależność między liczbą ciągników rolniczych użytkowanych w gospodarstwach rolnych a emisją gazów cieplarnianych na skutek zużycia energii w rolnictwie polskim jest bardzo słabo zaznaczona (rys. 3).

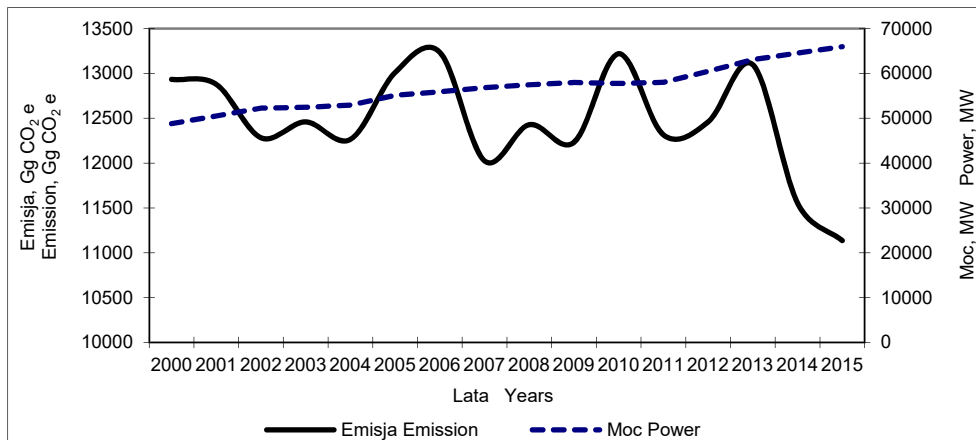


Rys. 3. Liczba ciągników a emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia energii w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 3. Number of tractors versus emission of greenhouse gases in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

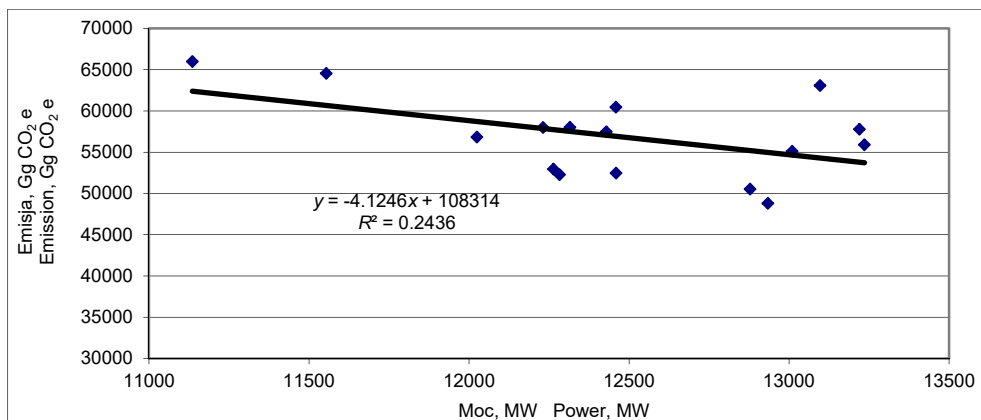
Przyczyną tego jest przede wszystkim duży udział paliw stałych w strukturze zużycia nośników energii w rolnictwie. Ten rodzaj paliw nie ma związku ze stanem wyposażenia w ciągniki rolnicze. Jedną z przyczyn jest też wspomniane zróżnicowanie zużycia węgla kamiennego w poszczególnych latach okresu objętego analizą według danych GUS.

Nieco wyraźniej, ale też niewystarczająco silnie zaznaczona jest ujemna korelacja między mocą ciągników użytkowanych w rolnictwie a emisją gazów cieplarnianych (rys. 4, 5). W tej sytuacji brak jest wystarczającej podstawy do formułowania stwierdzeń odnośnie do wpływu liczby i mocy ciągników na emisję gazów cieplarnianych w wyniku zużycia całości nośników energii w rolnictwie. Można jednak domniemywać, że zależność taka występuje w przypadku przyjęcia w badaniach oleju napędowego zamiast ogółu nośników energii.



Rys. 4. Moc ciągników i emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia energii w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

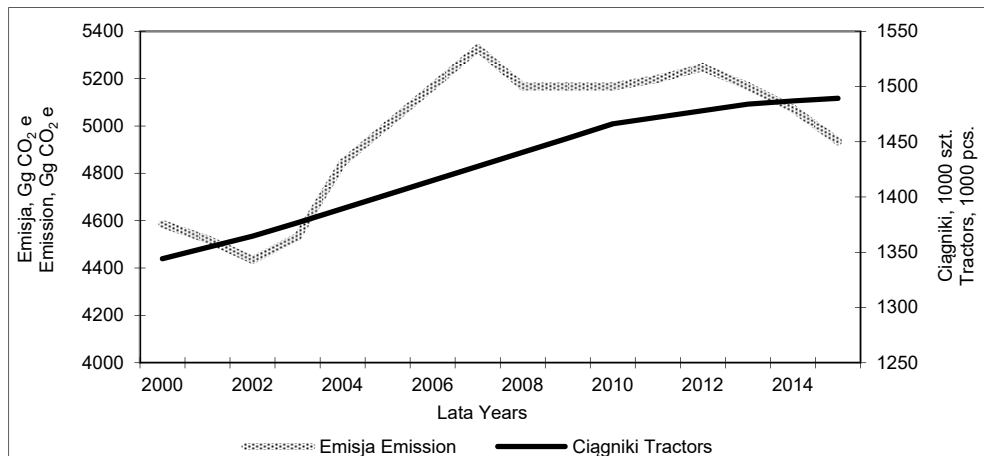
Fig. 4. Power of tractors and emission of greenhouse gases in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]



Rys. 5. Moc ciągników a emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia energii w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 5. Power of tractors versus emission of greenhouse gases in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

W miarę zwiększania się liczby ciągników rolniczych rósł też początkowo poziom emisji gazów cieplarnianych w wyniku zużycia oleju napędowego w rolnictwie, osiągając maksimum (5328 Gg CO₂e) w 2007 r. W 2015 r. poziom tych emi-



Rys. 6. Liczba ciągników i emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia oleju napędowego w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 6. Number of tractors and emission of greenhouse gases caused by Diesel oil consumption in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

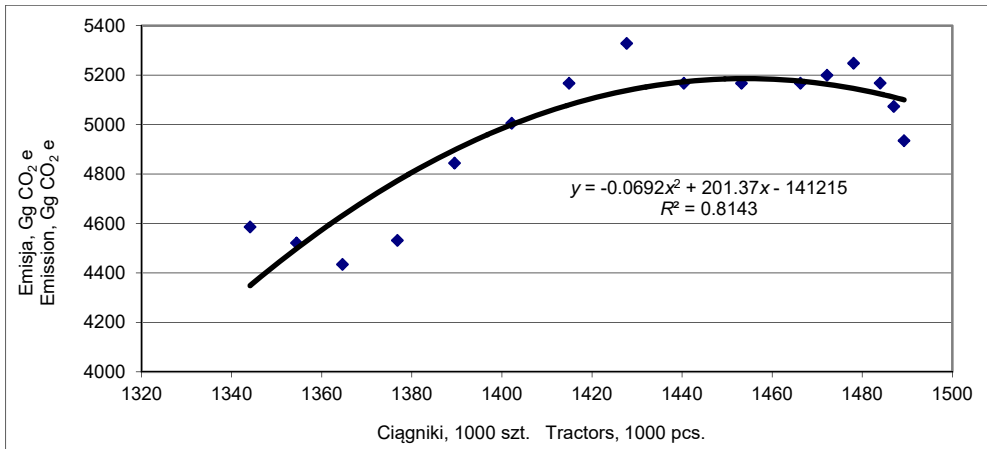
sji był o 7,6% większy niż w 2000 r. Począwszy od 2013 r., obserwowano jednak dość wyraźną tendencję do ich zmniejszania (rys. 6).

Stwierdzono dodatnią korelację między liczbą ciągników rolniczych w gospodarstwach rolnych a poziomem emisji gazów cieplarnianych w wyniku zużycia oleju napędowego w rolnictwie. Zależność tę dobrze odwzorowuje funkcja wielomianowa, ze współczynnikiem dopasowania $R^2 = 0,81$ (rys. 7).

Przebieg (obniżenie) krzywej tej funkcji po przekroczeniu liczby 1 450 tys. szt. ciągników jest spowodowane przede wszystkim zmniejszaniem przeciętnego rocznego wykorzystania tych środków w gospodarstwach rolnych. W warunkach w miarę wyrównanej ilości prac do wykonania ciągnikami w rolnictwie zwiększanie liczby ciągników powoduje, że wykorzystanie statystycznego ciągnika maleje, zmniejsza się zatem też zużycie paliwa. Dodatkową przyczyną zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w wyniku zużycia oleju napędowego w rolnictwie jest zmniejszenie zużycia tego paliwa w przeliczeniu na jednostkę wykonanej pracy, spowodowane stopniowym wdrażaniem bardziej energooszczędnych metod produkcji rolniczej.

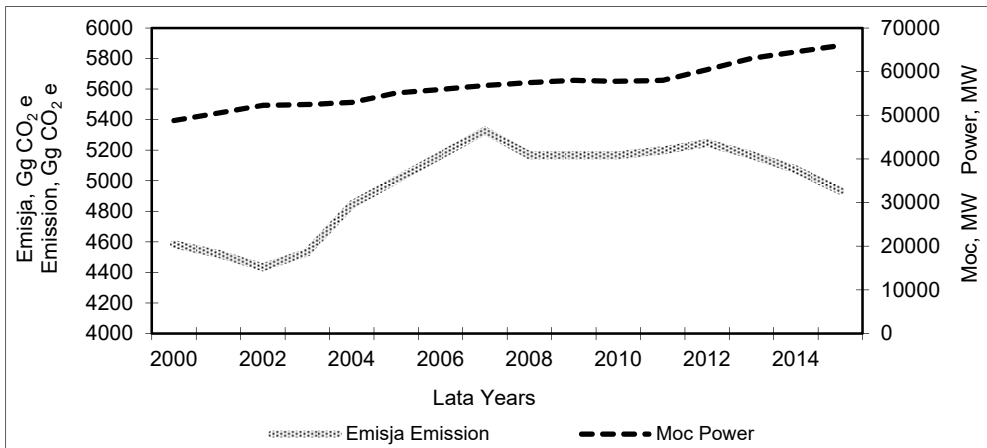
W latach 2000–2015 moc zainstalowana w ciągnikach użytkowanych w rolnictwie zwiększyła się z 48 791 tys. kW do 65 978 tys. kW, przy czym największą dynamikę tego wzrostu odnotowano w 2013 r. (rys. 8). Średni roczny przyrost tej mocy wyniósł 1 146 tys. kW.

Wpływ mocy zainstalowanej w ciągnikach użytkowanych w rolnictwie z zadowalającą dokładnością opisuje funkcja wielomianowa (rys. 9).



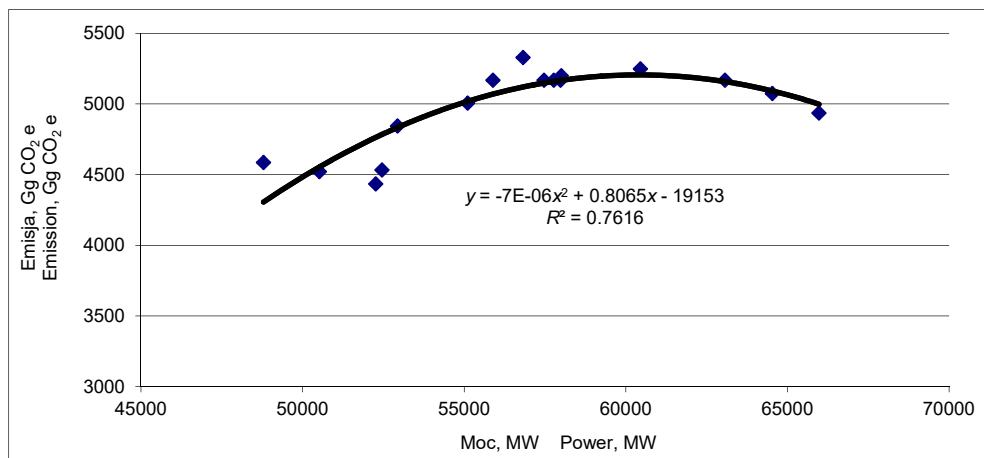
Rys. 7. Liczba ciągników a emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia oleju napędowego w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 7. Number of tractors versus emission of greenhouse gases caused by Diesel oil consumption in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]



Rys. 8. Moc ciągników i emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia oleju napędowego w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 8. Power of tractors versus emission of greenhouse gases caused by Diesel oil consumption in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]



Rys. 9. Moc ciągników a emisja gazów cieplarnianych wskutek zużycia oleju napędowego w rolnictwie polskim w latach 2000–2015; źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Fig. 9. Power of tractors versus emission of greenhouse gases caused by Diesel oil consumption in Polish agriculture during the years 2000–2015; source: own elaboration based on Central Statistical Office [GUS 2002; 2003a, b; 2005; 2007a, b; 2008; 2009a, b; 2010; 2011a, b; 2013; 2015; 2017a, b]

Wyniki analizy zależności przedstawionych na rysunkach 7. i 9. dają podstawy do stwierdzenia dodatknej korelacji między liczbą ciągników użytkowanych w gospodarstwach rolnych oraz zainstalowaną w ich silnikach mocą a emisją gazów cieplarnianych na skutek zużycia oleju napędowego w rolnictwie. Na siłę tej zależności mają też wpływ inne czynniki, np. intensywność produkcji rolnej oraz postęp techniczny i wdrażanie energooszczędnych systemów produkcji rolniczej.

PODSUMOWANIE

W latach 2000–2015 liczba ciągników rolniczych w Polsce zwiększyła się o 10,8%, a łączna moc w nich zainstalowana – o 35,2%. Emisja gazów cieplarnianych w wyniku zużycia ogółu nośników energii w rolnictwie polskim była w 2015 r. o 13,9% mniejsza niż w 2000 r., natomiast wskutek zużycia oleju napędowego – o 7,6% większa.

Nie stwierdzono zależności między liczbą i mocą ciągników użytkowanych w rolnictwie a emisją gazów cieplarnianych w wyniku zużycia ogółu nośników energii w rolnictwie.

Istnieje natomiast wpływ liczby i mocy ciągników użytkowanych w rolnictwie na emisję gazów cieplarnianych na skutek zużycia oleju napędowego. Wartości współczynnika dopasowania R^2 dla funkcji wielomianowych opisujących te zależności wynoszą odpowiednio 0,81 i 0,76.

Podziękowania

Praca wykonana w ramach zadania „Możliwości redukcji gazów cieplarnianych oraz gazów wpływających na jakość powietrza generowanych przez sektor rolny – technologiczne uwarunkowania i ekonomiczne oceny” w programie wieloletnim pt. „Przedsięwzięcia technologiczno-przyrodnicze na rzecz innowacyjnej, efektywnej i niskoemisyjnej gospodarki na obszarach wiejskich na lata 2016–2020”.

BIBLIOGRAFIA

- ASGEDOM H., KEBREAB E. 2011. Beneficial management practices and mitigation of greenhouse gas emissions in the agriculture of the Canadian Prairie: A review. *Agronomy Sustainable Development*. Vol. 31. Iss. 3 s. 433–451.
- GOLKA W., PTASZYŃSKI S. 2014. Nakłady na uprawę roli w technologii zachowawczej i tradycyjnej [Expenditures for soil cultivation in conservative and conventional technology]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3(86) s. 31–47.
- GUS 1997. Ciągniki, maszyny rolnicze i inne środki transportowe. Powszechny spis rolny 1996 [Tractors, machines and other transport equipment. Agricultural census 1996]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 0208-9602 ss. 212.
- GUS 2002. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2000, 2001 [Energy statistics in 2000 and 2001]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 243.
- GUS 2003a. Ciągniki, maszyny rolnicze i inne środki transportu w gospodarstwach rolnych. Powszechny spis rolny 2002 [Tractors, machines and other transport equipment on farms. Agricultural census 2002]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISBN 83-7027-282-7 ss. 71.
- GUS 2003b. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2001, 2002 [Energy statistics in 2001 and 2002]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 239.
- GUS 2005. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2003, 2004 [Energy statistics in 2003 and 2004]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 239.
- GUS 2007a. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2005, 2006 [Energy statistics in 2005 and 2006]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1896-7809 ss. 249.
- GUS 2007b. Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2007 [Statistical yearbook of agriculture and rural areas 2007]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1895-121X ss. 493.
- GUS 2008. Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2008 [Statistical yearbook of agriculture and rural areas 2008]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1895-121X ss. 491.
- GUS 2009a. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2007, 2008 [Energy statistics in 2007 and 2008]. Warszawa. ISSN 1896-7809 ss. 276.
- GUS 2009b. Rocznik statystyczny rolnictwa 2009 [Statistical yearbook of agriculture 2009]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 2080-8798 ss. 395.
- GUS 2010. Rocznik statystyczny rolnictwa 2010 [Statistical yearbook of agriculture 2010]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 2080-8798 ss. 389.
- GUS 2011a. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009, 2010 [Energy statistics 2009, 2010]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 290.
- GUS 2011b. Środki produkcji w rolnictwie. Powszechny spis rolny 2010 [Production means in agriculture. Agricultural census 2010]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISBN 978-83-7027-487-0 ss. 111.
- GUS 2013. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2011, 2012 [Energy statistics 2011–2012]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 290.

- GUS 2015. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2013, 2014 [Energy statistics 2013–2014]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 294.
- GUS 2017a. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2015, 2016 [Energy statistics in 2015 and 2016]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 1506-7947 ss. 294.
- GUS 2017b. Rocznik statystyczny rolnictwa 2017 [Statistical yearbook of agriculture 2017]. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. ISSN 2080-8798 ss. 495.
- IOŚ-PIB, KOBiZE 2016a. Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2014 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017 [Calorific values (WO) and CO₂ emission indices (WE) in 2014 for reporting in frames of the EU emissions trading system for 2017]. Warszawa. Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami ss. 4.
- IOŚ-PIB, KOBiZE 2016b. Wskaźniki emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej u odbiorców końcowych [CO₂ emissivity indices for electricity at final consumers]. Warszawa. Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami ss. 7.
- OLECKA A., BEBKIEWICZ K., CHŁOPEK Z., JĘDRYSIAK P., KANAFA M., KARGULEWICZ I., RUTKOWSKI J., SĘDZIWA M., SKOŚKIEWICZ J., WAŚNIEWSKA S., ŻACZEK M. 2017. Poland's national inventory report 2017. Greenhouse gas inventory for 1988–2015. Warszawa. KOBiZE ss. 559.
- PARTON W.J., DEL GROSSO S.J., MARX E., SWAN A.L. 2011. Agriculture's role in cutting greenhouse gas emissions. Issues in Science and Technology. Vol. 27. No. 4 s. 29–32.
- PAWLAK J. 2017. Wyposażenie w ciągniki a wartość produkcji rolniczej [Equipment in tractors and the value of agricultural output]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 3(97) s. 73–81.
- 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.
- ŠARAUSKIS E., BURAGIENE S., MASILIONYTE L., ROMANECKAS K., AVIZIENYTE D., SAKALAUSKAS A. 2014. Energy balance, costs and CO₂ analysis of tillage technologies in maize cultivation. Energy. Vol. 69 s. 227–235.
- ŠARAUSKIS E., VAITAUSKIENĖ K., ROMANECKAS K., JASINSKAS A., BUTKUS V., KRIAUCIŪNIENĖ Z. 2017. Fuel consumption and CO₂ emission analysis in different strip tillage scenarios. Energy. Vol. 118 s. 967–968.
- WÓJCIK Z. 2015. Energochłonność produkcji rolniczej na podstawie badań [Energy consumption of agricultural production based on studies]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4(90) s. 31–41.

Jan PAWLAK

EQUIPMENT WITH AGRICULTURAL TRACTORS AND EMISSION OF GREENHOUSE GASES CAUSED BY ENERGY CONSUMPTION IN AGRICULTURE

Key words: *agriculture, Diesel oil, effect, energy carriers, greenhouse gases emission, power, tractors*

S u m m a r y

An analysis of equipment with tractors and their power changes during the years 2000–2015 and emission of greenhouse gases caused by energy consumption in Polish agriculture with a special regard to Diesel oil as well as an attempt to determine correlations between these factors has been carried out. Number of tractors increased by 10.8% and the power in tractors' engines – by 35.2% within

the analyzed period. Greenhouse gases emission caused by all energy carriers' consumption in Polish agriculture was in 2015 by 13.9% lower, and the one caused by Diesel oil consumption – by 7.6% higher. Correlations between the number and power of tractors and the greenhouse gases emission caused by all energy carriers' consumption have not been stated. Instead, there are correlations between number and power of tractors and the greenhouse gases emission caused by Diesel oil consumption. Values of polynomial functions coefficient of determination R^2 amount to 0.81 and 0.76 relatively.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. Jan Pawlak, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie, ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa; tel. 694 479 615; e-mail: j.pawlak@itp.edu.pl