

Wpłynęło 14.11.2017 r.
Zrecenzowano 15.12.2017 r.
Zaakceptowano 18.12.2017 r.

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

Emisja gazów cieplarnianych spowodowana zużyciem nośników energii w rolnictwie polskim w 2015 r.

Jan PAWLAK^{ABCDEF}

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

Do cytowania For citation: Pawlak J. 2017. Emisja gazów cieplarnianych spowodowana zużyciem nośników energii w rolnictwie polskim w 2015 r. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Z. 4 (98) s. 45–53.

Streszczenie

Na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) o zużyciu nośników energii i wskaźników emisyjności CO₂ wg Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) oszacowano wielkość emisji gazów cieplarnianych powstałej w wyniku bezpośredniego zużycia energii w rolnictwie polskim w 2015 r. Wyniosła ona ogółem 11 125 tys. t CO₂ e, w tym: dwutlenku węgla 10 521 tys. t, metanu – 546 tys. t, CO₂ e, a podtlenku azotu – 58 tys. t CO₂ e. W przeliczeniu na 100 ha użytków rolnych (UR) stanowiło to 77 t, a na 100 gospodarstw rolnych – 779 t. Największy udział w emisji gazów cieplarnianych (47%) miały paliwa ciekłe, w tym olej napędowy 44%. Udział paliw stałych w emisji gazów cieplarnianych wyniósł 38%, w tym węgla kamiennego energetycznego – 35%. Energia elektryczna powodowała 12,2% ogółu emisji gazów cieplarnianych powstałej w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie, paliwa gazowe – łącznie 2% (w tym gaz ciekły 1,5%), a ciepło – 1%.

Słowa kluczowe: nośniki energii, zużycie, gazy cieplarniane, emisja, rolnictwo

Wstęp

Konieczność wdrażania metod produkcji spełniających wymogi zrównoważonego rozwoju wiąże się z ograniczaniem emisji gazów cieplarnianych (GHG, ang. greenhouse gas) i dotyczy m.in. rolnictwa [ARCHIBEQUE i in. 2012; ASGEDOM, KEBREAB 2011; BEACH i in. 2015; PAWLAK 2015]. Jednym ze strumieni tych emisji jest gospodarka paliwowo-energetyczna. Dzięki stosowaniu energooszczędnych technologii produkcji rolniczej można zmniejszyć zużycie paliw w produkcji roślinnej i zwierzęcej z korzyścią dla środowiska naturalnego [GOLKA, PTASZYŃSKI 2014; SØRENSEN i in. 2014].

Zmiana technologii wiąże się jednak z ponoszeniem kosztów, wynikających m.in. z konieczności dokonania odpowiednich inwestycji, a często z niepełną amortyzacją dotychczas stosowanych środków mechanizacji i/lub budownictwa. Istnieje zatem potrzeba oceny efektywności ekonomicznej i ekologicznej działań powodujących zmniejszenie emisji GHG. W przypadku gospodarki energetycznej w rolnictwie utrudnieniem tego zadania jest brak oficjalnych danych o krajowej wielkości emisji z tego źródła. W publikacjach i bazie statystycznej FAO [FAO 2014a, b; 2017; TUBIELLO i in. 2015], EPA [2017], a także w pracach KOBiZE [OLECKA i in. 2017] nie jest uwzględniana emisja gazów cieplarnianych (GHG) powstałej w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie. Jest ona włączana do łącznej puli emisji, związanej z gospodarką paliwowo-energetyczną kraju. Pojawił się zatem problem badawczy, polegający na konieczności oszacowania emisji GHG powodowanej zużyciem nośników energii w polskim rolnictwie. Próba rozwiązania tego problemu została podjęta przez PAWŁAKA [2017], jednak ograniczała się ona jedynie do jednego z emitowanych gazów – dwutlenku węgla, była zatem niepełna.

Celem niniejszej pracy jest oszacowanie emisji CO₂, CH₄ i N₂O powstałej w wyniku zużycia nośników energii w polskim rolnictwie oraz analiza struktury emisji według rodzaju emitowanych gazów oraz grup nośników energii.

Materiały źródłowe i założenia metodyczne

Podstawowymi źródłami danych o zużyciu najważniejszych nośników energii w rolnictwie były publikacje GUS [2016a, b; 2017]. Na podstawie tych danych oraz wskaźników emisji dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄) i podtlenku azotu (N₂O) powstałych w wyniku zużycia poszczególnych z nich (tab. 1), przyjętych na podstawie prac KOBiZE [2016a, b] i OLECKA i in. [2017], oszacowano emisję gazów cieplarnianych (GHG) w rolnictwie polskim w 2015 r., powodowaną zużyciem nośników energii.

Wartości wskaźników emisji CH₄ i N₂O powstałych w wyniku zużycia poszczególnych nośników energii wyrażono w równowartości dwutlenku węgla (CO₂ e), mnożąc wartości podane przez KOBiZE [OLECKA i in. 2017] przez 25 w przypadku metanu i 298 w przypadku podtlenku azotu. Takie wartości przelicznika są przyjmowane przez KOBiZE i EPA [2015].

Wartości wskaźnika emisji dwutlenku węgla dla energii cieplnej dostarczanej do odbiorców za pośrednictwem sieci obliczono na podstawie danych KOBiZE [2016b] o krajowej produkcji energii elektrycznej i cieplnej oraz związanej z tą produkcją emisją CO₂, natomiast wartości wskaźników emisji metanu i podtlenku azotu dla energii elektrycznej i ciepła wyznaczono w relacji do wskaźnika odnoszącego się do dwutlenku węgla na podstawie wartości średnich dla węgla kamiennego i brunatnego, jako głównych nośników energii stosowanych w procesie produkcji elektrycznej i ciepła sieciowego w Polsce.

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

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

Tabela 1. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych, powstałej w wyniku zużycia wybranych nośników energii

Table 1. Emission indexes of greenhouse gases emission resulting from use of selected energy carriers

Wyszczególnienie Specification	Wskaźniki emisyjności Emission factors [CO ₂ e t·TJ ⁻¹]		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal	97,50	7,500	0,447
Węgiel brunatny Lignite	111,21	7,500	0,447
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes	97,50	7,500	0,447
Koks Coke	107,00	7,500	0,447
Drewno opałowe Wood	112,00	7,500	1,192
Inna biomasa stała Other solid biomass	110,87	7,350	1,168
Gaz ziemny wysokometanowy High methane natural gas	56,10	0,125	0,030
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	56,10	0,125	0,030
Gaz ciekły Liquid petroleum gas	63,10	0,125	0,030
Biogaz Biogas	54,60	0,125	0,030
Benzyny silnikowe Motor gasoline	69,30	0,250	0,179
Benzyny lotnicze Aviation gasoline	70,00	0,250	0,179
Olej napędowy Diesel oil	74,10	0,250	0,179
Olej opałowy lekki Light fuel oil	74,10	0,250	0,179
Oleje opałowe pozostałe Other fuel oils	77,40	0,250	0,179
Energia elektryczna Electricity	229,28	16,478	0,982
Ciepło z sieci Heat	110,59	7,948	0,474

Źródło: opracowanie własne na podstawie: OLECKA i in. [2017] oraz danych KOBiZE [2016a, b].

Source: own elaboration based on OLECKA et al. [2017] and KOBiZE [2016a, b] data.

gdzie:

Zen_g = emisja g -tego gazu cieplarnianego wskutek zużycia n -tego nośnika energii w rolnictwie [tys. t];

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 [t·TJ⁻¹].

Uzyskane w ten sposób wartości emisji gazów cieplarnianych powstałych wskutek zużycia nośników energii w rolnictwie przeliczono na jednostkę powierzchni użytków rolnych, którą przyjęto według publikacji GUS [2017]:

$$Zens = \frac{10 \cdot \sum_{g=1}^3 Zen_g}{S_{UR}} \quad (2)$$

gdzie:

$Zens$ = emisja GHG wskutek zużycia n -tego nośnika energii w rolnictwie w przeliczeniu na 100 ha użytków rolnych [t·100 ha⁻¹ UR];

S_{UR} = powierzchnia użytków rolnych [tys. ha];

oraz na 100 gospodarstw rolnych:

$$Zeng = \frac{10 \cdot \sum_{g=1}^3 Zen_g}{N_g} \quad (3)$$

gdzie:

Z_{eng} = emisja GHG wskutek zużycia n -tego nośnika energii w rolnictwie w przeliczeniu na 100 gospodarstw rolnych [$t \cdot 100 \text{ gosp.}^{-1}$];

N_g = liczba gospodarstw rolnych [tys.].

W przypadku paliw pochodzących z biomasy emitowany podczas spalania dwutlenek węgla został uprzednio pobrany z atmosfery, dlatego w obliczeniach sumy emitowanych gazów cieplarnianych, stanowiącej podstawę analiz w niniejszej pracy, został on pominięty. Uwzględnione zostały natomiast emisje metanu i podtlenku azotu, związane ze zużyciem tych paliw.

Wyniki badań

Wykorzystując przedstawione w pracy założenia metodyczne, oszacowano emisję gazów cieplarnianych powstałej w wyniku zużycia poszczególnych nośników energii oraz grup tych nośników i ogółem w rolnictwie. W 2015 r. emisja GHG z tego tytułu wyniosła łącznie 13 266 tys. t (tab. 2).

Tabela 2. Zużycie nośników energii i emisja gazów cieplarnianych w rolnictwie polskim w 2015 r.

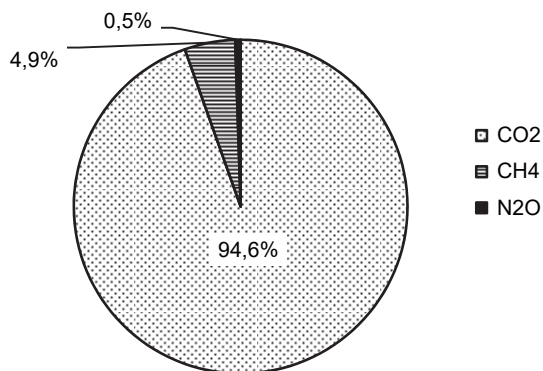
Table 2. Consumption of energy carriers and greenhouse gases emission in Polish agriculture in 2015

Nośnik energii Energy carrier	Zużycie Use [TJ]	Emisja GHG GHG emission [10^3 t CO ₂ e]			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Razem Total
Węgiel kamienny energetyczny Steam coal	36 400	3 549,0	273,0	16,3	3 838,3
Węgiel brunatny Lignite	1 142	127,0	8,6	0,5	136,1
Brykiety węgla brunatnego Lignite briquettes	613	59,8	4,6	0,3	64,7
Koks Coke	252	27,0	1,9	0,1	29,0
Drewno Wood	19 000	2 128,0	142,5	22,6	2 293,1
Biomasa stała Solid biomass	116	12,9	0,9	0,1	13,9
Razem paliwa stałe Solid fuels in total	57 523	5 903,7	431,5	39,9	6 375,1
Gaz ziemny wysokometanowy High methane natural gas	931	52,2	0,1	0,0	52,3
Gaz ziemny zaazotowany Nitrified natural gas	213	11,9	0,0	0,0	11,9
Gaz ciekły Liquid petroleum gas	2 622	165,4	0,3	0,1	165,8
Biogaz Biogas	385	21,0	0,0	0,0	21,0
Razem paliwa gazowe Gaseous fuels in total	4 151	250,5	0,4	0,1	251,0
Benzyny silnikowe Motor gasoline	42	2,9	0,0	0,0	2,9
Benzyny lotnicze Aviation gasoline	7	0,5	0,0	0,0	0,5
Olej napędowy Diesel oil	66 216	4 906,6	16,6	11,9	4 935,1
Lekki olej opałowy Light fuel oil	3 010	223,0	0,8	0,5	224,3
Ciężki olej opałowy Heavy fuel oil	420	32,5	0,1	0,1	32,7
Razem paliwa ciekłe Liquid fuels in total	69 695	5 165,5	17,5	12,5	5 195,5
Energia elektryczna Electricity	5 425	1 243,8	89,4	5,3	1 338,5
Ciepło Heat	890	98,4	7,1	0,4	105,9
Ogółem Total	137 684	12 661,9	545,9	58,2	13 266,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2016a; 2017] oraz KOBiZE [OLECKA i in. 2017].
Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2016a; 2017] and KOBiZE [OLECKA et al. 2017].

W tabeli 2. uwzględniono m.in. emisję gazów cieplarnianych powstałych w wyniku zużycia paliw pochodzących z biomasy, które (w przypadku dwutlenku węgla) nie będą podstawą analiz w dalszej części niniejszej pracy. Po odjęciu emisji dwutlenku węgla w wyniku spalania biomasy łączna wartość emisji gazów cieplarnianych z nośników energii zużytych w rolnictwie w 2015 r. wyniosła 11 125,1 tys. t CO₂ e, w tym 10 521,0 tys. t dwutlenku węgla, 545,9 tys. t CO₂ e metanu i 58,2 tys. t CO₂ e podtlenku azotu. W przeliczeniu na 100 ha użytków rolnych (UR) emisja gazów cieplarnianych z nośników energii zużytych w rolnictwie wyniosła 77 t, a na 100 gospodarstw rolnych – 779 t.

W strukturze gazów cieplarnianych wyemitowanych w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie w 2015 r. dominował dwutlenek węgla z udziałem blisko 95%. Udział metanu wyniósł 4,9%, a podtlenku azotu – 0,5% (rys. 1).



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2016a; 2017] oraz KOBiZE [OLECKA i in. 2017].
Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2016a; 2017] and KOBiZE [OLECKA et al. 2017].

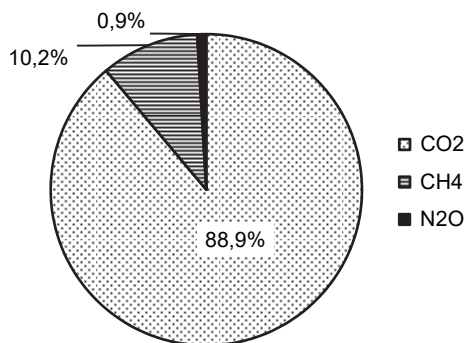
Rys. 1. Struktura emisji gazów cieplarnianych powstałej w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie polskim w 2015 r.

Fig. 1. Greenhouse gases emission by gases, result of energy use in Polish agriculture in 2015

Wyniki obliczeń wykazały, że wśród gazów, których emisja jest związana z gospodarką paliwowo-energetyczną w rolnictwie dominuje dwutlenek węgla, jednak w bilansie tych emisji nie można też pominąć metanu i podtlenku azotu, stanowiących razem ponad 5% w strukturze według rodzaju emitowanych gazów.

Struktura emisji według rodzaju emitowanych gazów różni się znacznie w zależności od rodzaju nośników energii. W strukturze gazów cieplarnianych wyemitowanych w wyniku zużycia paliw stałych w rolnictwie (z wyłączeniem biomasy) udział dwutlenku węgla wyniósł 89%. Udział metanu i podtlenku azotu wyniósł łącznie ok. 11% (rys. 2).

W przypadku paliw gazowych i ciekłych dwutlenek węgla stanowił odpowiednio 99,76 i 99,42%, metan – 0,21 i 0,34%, a podtlenek azotu – 0,05 i 0,24% w strukturze emitowanych gazów cieplarnianych. Z uwagi na to, że udział CO₂ był w tym przypadku bliski 100% zrezygnowano z graficznej prezentacji tej struktury.

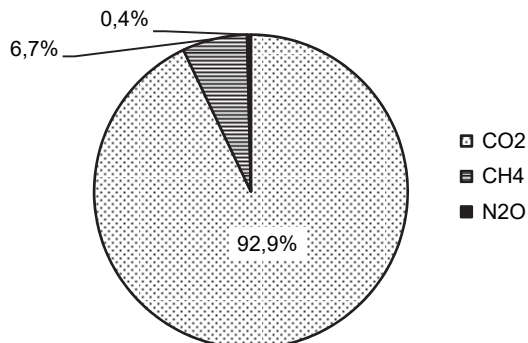


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2016a; 2017] oraz KOBiZE [OLECKA i in. 2017].
Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2016a; 2017] and KOBiZE [OLECKA et al. 2017].

Rys. 2. Struktura emisji gazów cieplarnianych powstałej w wyniku zużycia paliw stałych w rolnictwie polskim w 2015 r.

Fig. 2. Greenhouse gases emission by gases, result of solid fuels use in Polish agriculture in 2015

W przypadku emisji gazów cieplarnianych powstałej w wyniku zużycia energii elektrycznej i ciepła sieciowego udział metanu i podtlenku azotu w strukturze emisji gazów cieplarnianych był mniejszy niż w przypadku paliw stałych, rozpatrywanych łącznie (bez biomasy). Wyniósł on ok. 7%, czyli był o 4 punkty procentowe mniejszy niż średni udział w grupie paliw stałych (rys. 3). Powodem tej różnicy jest znaczny udział węgla brunatnego w produkcji energii elektrycznej w Polsce. W porównaniu z innymi paliwami stałymi węgiel brunatny cechuje się większym udziałem dwutlenku węgla w strukturze emisji gazów cieplarnianych. Z danych o jednostkowej emisyjności (tab. 1) wynika, że udział CO₂ w strukturze tych emisji wynosi w przypadku węgla brunatnego 93,3%, a dla pozostałych paliw stałych (bez biomasy) – 88,7%.

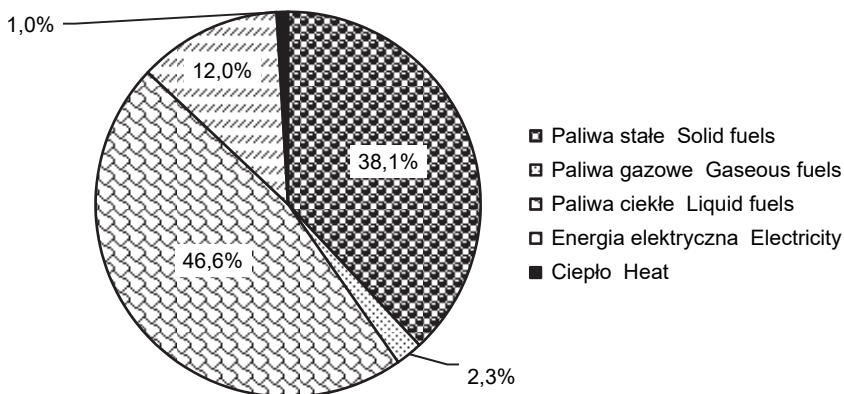


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2016a; 2017] oraz KOBiZE [OLECKA i in. 2017].
Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2016a; 2017] and KOBiZE [OLECKA et al. 2017].

Rys. 3. Struktura emisji gazów cieplarnianych powstałej w wyniku zużycia energii elektrycznej i ciepła w rolnictwie polskim w 2015 r.

Fig. 3. Greenhouse gases emission by gases, result of electricity and heat use in Polish agriculture in 2015

W strukturze emisji gazów cieplarnianych według grup nośników energii największy udział miały w 2015 r. paliwa ciekłe – 47%, w tym olej napędowy 44% (rys. 4). O 9 p.p. mniejszy był udział paliw stałych, a o 35 p.p. – udział energii elektrycznej. Łączny udział paliw gazowych i ciepła sieciowego wyniósł ok. 3%.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2016a] i KOBIZE [2016a, b].
Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2016a] and KOBIZE [2016a, b].

Rys. 4. Udział grup nośników energii, zużytych w rolnictwie w 2015 r. w emisji CO₂
Fig. 4. The share of energy carriers groups, consumed in agriculture in 2015 in CO₂ emission

Emisja powstała w wyniku zużycia nośników energii stanowi jeden z elementów całkowitej emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie. ARCHIBEQUE i in. [2012] podają, że udział tego źródła w strukturze emisji gazów cieplarnianych emitowanych w rolnictwie USA w 2009 r. wyniósł 15%. Produkcja roślinna miała 43% udziału w tej strukturze, fermentacja jelitowa – 28%, a gospodarka odchodami zwierzęcymi – 14%. Wyniki obliczeń przedstawione w niniejszej pracy mogą stanowić podstawę do wyznaczenia podobnej struktury dla rolnictwa polskiego.

Podsumowanie

Emisja gazów cieplarnianych powstała w wyniku zużycia nośników energii w rolnictwie polskim wyniosła w 2015 r. ogółem 11 125 tys. t CO₂ e, w tym: dwutlenku węgla 10 521 tys. t, metanu – 546 tys. t, CO₂ e, a podtlenku azotu – 58 tys. t CO₂ e. Wartość tej emisji w przeliczeniu na 100 ha użytków rolnych (UR) wyniosła 77 t, a na 100 gospodarstw rolnych – 779 t.

W strukturze według rodzaju emitowanych gazów dominował dwutlenek węgla z udziałem 94%. Udział ten był jednak zróżnicowany w zależności od rodzaju nośników energii. W przypadku paliw ciekłych i gazowych osiągał on poziom bliski 100%.

W strukturze według rodzaju nośników energii paliwa ciekłe stanowiły 47%, w tym olej napędowy 44%, paliwa stałe – 38%, w tym węgiel kamienny energetyczny – 35%, energia elektryczna – 12%, paliwa gazowe – łącznie ok. 2% (w tym gaz ciekły 1,5%), a ciepło – 1%.

Wyniki obliczeń przedstawione w niniejszej pracy mogą być wykorzystywane w ocenach ekologicznej i ekonomicznej efektywności wdrażania energooszczędnych technologii produkcji rolniczej. Mogą też stanowić podstawę do wyznaczenia poziomu i struktury źródeł emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie polskim.

Podziękowanie

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

ARCHIBEQUE S., HAUGEN-KOZYRA K., JOHNSON K., KEBREAB E., POWERS-SCHILLING W. 2012. Near-term options for reducing greenhouse gas emissions from livestock systems in the United States beef, dairy, and swine production systems. Durham, North Carolina, U.S.A. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. Duke University. Eds. L.P. Olander, A. Van de Bogert ss. 82.

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.

BEACH R.H., CREASON J., OHREL S.B., RAGNAUTH S., OGLE S., LI C., INGRAHAM P., SALAS W. 2015. Global mitigation potential and costs of reducing agricultural non-CO₂ greenhouse gas emissions through 2030. *Journal of Integrative Environmental Sciences*. Vol. 12. Iss. Sup. 1 s. 87–105.

EPA 2015. Emission factors for greenhouse gas inventories [online]. [Dostęp 07.11.2017]. Dostępny w Internecie: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf

EPA 2017. Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks 1990–2015 [online]. [Dostęp 09.10.2017]. Dostępny w Internecie: https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-02/documents/2017_complete_report.pdf

FAO 2014a. Agriculture's greenhouse gas emissions on the rise [online]. [Dostęp 27.10.2017]. Dostępny w Internecie: <http://www.fao.org/news/story/en/item/216137/icode/>

FAO 2014b. Greenhouse gas emissions from agriculture, forestry and other land use [online]. [Dostęp 27.10.2017]. Dostępny w Internecie: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/218650/>

FAO 2017. FAOSTAT [online]. [Dostęp 09.10.2017]. Dostępny w Internecie: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/GT>

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 2016a. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2014, 2015 [Energy statistics in 2014 and 2015]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 294.

GUS 2016b. Rocznik statystyczny rolnictwa 2016 [Statistical yearbook of agriculture 2016]. Warszawa. ISSN 2080-8798 ss. 460.

GUS 2017. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2015, 2016 [Energy statistics in 2015 and 2016]. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 294.

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. IOŚ-PIB ss. 4.

KOBiZE 2016b. Wskaźniki emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej u odbiorców końcowych [CO₂ emissivity indices for electricity at final consumers]. Warszawa. IOŚ-PIB ss. 7.

OLECKA A., BEBKIEWICZ K., CHŁOPEK Z., JĘDRYSIAK P., KANAFKA 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. Warsaw. KOBiZE ss. 559.

PAWLAK J. 2015. Rolnictwo a środowisko naturalne [Agriculture and environment]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1(87) s. 17–28.

PAWLAK J. 2017. Ocena emisji CO₂ spowodowanej zużyciem nośników energii w rolnictwie polskim [The emission of CO₂, caused by direct energy consumption in Polish agriculture]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1(95) s. 47–55.

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.

TUBIELLO F.N., CÓNDROR-GOLEC R.D., SALVATORE M., PIERSANTE A., FEDERICI S., FERRARA A., ROSSI S., FLAMMINI A., CARDENAS P., BIANCALANI R., JACOBS H., PRASULA P., PROSPERI P. 2015. Estimating greenhouse gas emissions in agriculture a manual to address data requirements for developing countries. Rome. FAO ss. 193.

Jan Pawlak

EVALUATION OF GREENHOUSE GAS EMISSION, CAUSED BY DIRECT ENERGY CONSUMPTION IN POLISH AGRICULTURE IN 2015

Summary

Basing on Central Statistical Office (GUS) about the use of energy carriers and of the National Centre for Emission Management (KOBiZE) the emission the level and structure of greenhouse gas (GHG) emission from energy use in Polish agriculture in 2015 has been estimated. The value of this emission in total amounted to 11 125 thous. t CO₂ e, of that: carbon dioxide 10 521 thous. t, methane – 546 thous. t CO₂ e and nitrous oxide – 58 thous. t CO₂ e. These emissions per 100 ha of the agricultural land amounted to 77 t, and for 100 farms – 779 t. Liquid fuels had the highest (47%) share of that Diesel oil 44%. The share of solid fuels amounted to 38%, of that hard coal – 35%. Electricity caused 12% of the total greenhouse emissions, gaseous fuels in total – 2% (of that LPG 1.5%), and heat – 1%.

Key words: energy carriers, use, greenhouse gases, emission, agriculture

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

