

Anna Jędrejek, Zuzanna Jarosz

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

ZMIANY EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH Z ROLNICTWA. POLSKA NA TLE UNII EUROPEJSKIEJ¹

*CHANGES IN GREENHOUSE GASES EMISSIONS FROM AGRICULTURE.
THE CASE OF POLAND IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN UNION*

Słowa kluczowe: emisja podtlenku azotu, emisja metanu, emisja dwutlenku węgla, emisja gazów cieplarnianych, rolnictwo

Key words: nitrous oxide emission, methane emission, carbon dioxide emission, greenhouse gas emissions, agriculture

JEL codes: Q15

Abstrakt. Celem artykułu jest zaprezentowanie zmian w wielkości emisji gazów cieplarnianych w latach 1990-2016 z rolnictwa w Polsce na tle zmian emisji i uregulowań prawnych w Unii Europejskiej. Przedstawiono także zmiany w poziomie emisji metanu i podtlenku azotu w analizowanym okresie. Z przeprowadzonej analizy wynika, że całkowita emisja GHG w 2016 roku uległa redukcji o 36,2%, metanu o 41,8%, a podtlenku azotu o 26,9% w porównaniu do 1990 roku. Głównymi przyczynami zmian w poziomie całkowitej emisji GHG i poszczególnych gazów były zmiany w liczebności zwierząt gospodarskich oraz wahania w zużyciu nawozów mineralnych.

Wstęp

Przeciwdziałanie niekorzystnym zmianom klimatycznym jest obecnie traktowane jako jedno z najpoważniejszych zadań, które stoją przed światową nauką i gospodarką. Wysoka koncentracja gazów cieplarnianych, do której niewątpliwie przyczynia się działalność człowieka, potęguje efekt cieplarniany i prowadzi do podniesienia temperatury na Ziemi. Należy maksymalnie zredukować emisję gazów odpowiedzialnych za proces ocieplenia oraz przystosować się do zmieniającego się klimatu, aby ograniczyć szkodliwe efekty tego zjawiska. Takie wyzwania stoją także przed rolnictwem oraz polityką rolną Unii Europejskiej (UE). Z jednej strony, istnieje potrzeba poszukiwania nowoczesnych rozwiązań technologicznych gwarantujących zabezpieczenie popytu na żywność, z drugiej zaś, istnieje konieczność ograniczania emisji gazów cieplarnianych (GHG). Państwa członkowskie UE podejmują starania mające na celu redukcję zjawisk przyczyniających się do zmian klimatu, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym. Pomimo opracowania i podpisania wielu inicjatyw i zobowiązań międzynarodowych, wypracowanie skutecznych mechanizmów redukcji GHG nadal wymaga dalszych prac.

Celem opracowania jest przedstawienie zmian emisji GHG generowanych przez sektor rolniczy w Polsce w latach 1990-2016 na tle zmian w UE.

Materiał i metodyka badań

Analizę zmian emisji GHG dla każdego państwa członkowskiego UE opracowano na podstawie danych European Environmental Agency [EEA 2018] obejmujących lata 1990-2016. Wielkości emisji dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄) i podtlenku azotu (N₂O) zaczerpnięte z bazy danych przeliczono na ekwiwalent CO₂, wykorzystując równoważniki GWP (*Global Warming Potential*) zamieszczone w tabeli 1.

¹ Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 Programu Wieloletniego 2016-2020.

Do określenia średniego tempa zmian emisji GHG w poszczególnych krajach zastosowano formułę:

$$\bar{T}_n = (\bar{i}_g - 1) * 100\% - \text{średniokoresowe tempo zmian}$$

gdzie:

$$\bar{i}_g = \sqrt[n-1]{i_{n/n-1} * i_{n-1/n-2} * \dots * i_{2/1} * i_{1/0}}$$

– średnia geometryczna z indeksów łańcuchowych

Wykorzystano metodę analizy opisowej oraz statystycznej. Przeprowadzone analizy dotyczące ograniczenia emisji GHG mogą być podstawą do wdrażania odpowiednich działań, które pozwolą na ich ograniczenie.

Tabela 1. Potencjał cieplarniany poszczególnych gazów
Table 1. Global warming potential of individual gases

Gaz cieplarniany/ <i>Greenhouse gas</i>	Potencjał cieplarniany/ <i>Global Warming Potential</i>
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298

Źródło/*Source*: [IPCC 2013]

Ewolucja regulacji prawnych Unii Europejskiej dotyczących ograniczania emisji gazów cieplarnianych

Do globalnego ocieplenia klimatu ziemi przyczynia się wzrost stężenia gazów cieplarnianych, głównie dwutlenku węgla, metanu i podtlenku azotu. Proces ten w konsekwencji doprowadzić może do zachwiania równowagi ekologicznej całej planety. W celu ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych, Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu podpisana w 1992 roku, wraz z protokołem z Kioto z 1997 roku nałożyły na kraje uprzemysłowione obowiązek obniżania emisji GHG powodujących efekt cieplarniany (co najmniej 5% emisji z 1990 roku). Dla obszaru UE oznaczało to redukcję aż 8% tych emisji.

W grudniu 2008 roku Parlament Europejski przyjął pakiet energetyczno-klimatyczny znany także jako pakiet „3 x 20” obejmujący akty prawne dotyczące przeciwdziałaniu zmianom klimatu i zapewnieniu równowagi ekologicznej. Dokumenty wchodzące w skład pakietu skupiały się na trzech kluczowych celach: ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych, promowaniu stosowania energii ze źródeł odnawialnych i podnoszeniu efektywności energetycznej UE [Decyzja 2009/406/WE, Dyrektywa 2009/28/WE, Dyrektywa 2009/29/WE, Dyrektywa 2009/31/WE]. Zgodnie z założeniami oczekiwano, że do 2020 roku UE dokona redukcji emisji GHG o 20% w stosunku do poziomu emisji z 1990 roku. Zaplanowano także stopniowe wprowadzanie aukcyjnego systemu handlu emisjami w miejsce bezpłatnych przydziałów. W ramach tzw. decyzji dotyczącej wspólnego wysiłku – ESD (*Effort Sharing Decision*), kraje członkowskie podjęły wiążące zobowiązania mające na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych z sektorów nieobjętych handlem uprawnieniami, m.in. z rolnictwa. Polska nie została dodatkowo obciążona, a wyznaczony cel stanowił +14% w porównaniu do 2005 roku.

W 2013 roku w wyniku decyzji podjętej przez Parlament Europejski i Radę Europy, do unijnej polityki przeciwdziałania zmianom klimatu zostało włączone rolnictwo i leśnictwo krajów UE [Decyzja 529/2013/UE]. Nie są one jednak jeszcze wliczane do osiągnięcia celu redukcyjnego, a jedynie uwzględniane w corocznych raportach inwentaryzacyjnych. Według propozycji, emisje (CH₄, N₂O) oraz pochłanianie gazów cieplarnianych (CO₂) z użytkowania gruntów, zmian użytkowania gruntów oraz leśnictwa (LULUCF) zostaną włączone do ramowej polityki klimatycznej UE do 2030 roku, a sposób ich ujęcia powinien być określony do 2020 roku.

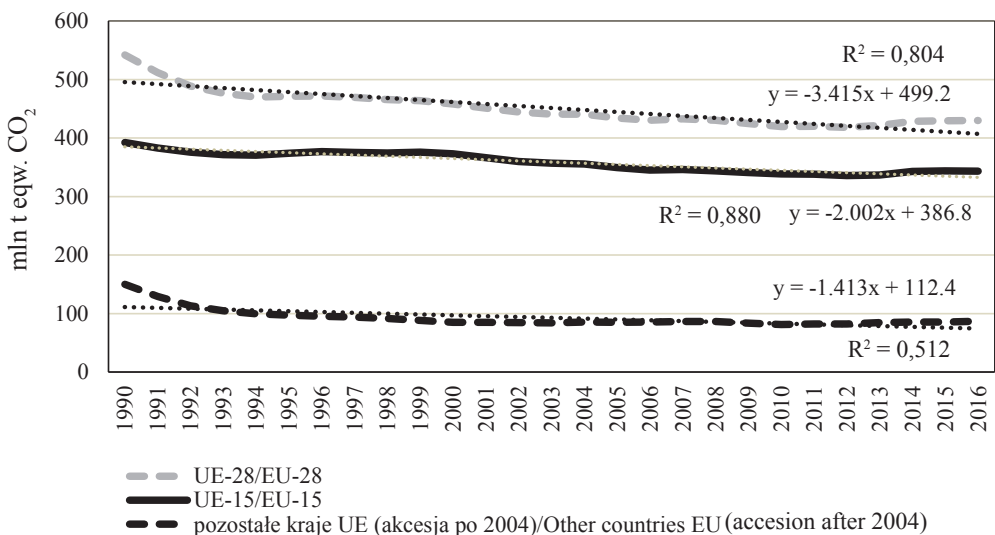
23 października 2014 roku w Brukseli przywódcy państw członkowskich UE uzgodnili ramy polityki klimatycznej do 2030 roku. Podstawowym celem tej polityki pozostaje redukcja emisji gazów cieplarnianych w 2030 roku o co najmniej 40% w stosunku do 1990 roku. Ponadto uzgodniono cel dotyczący poprawy efektywności energetycznej, określony jako 27-procentowe zmniejszenie zapotrzebowania w relacji do prognoz oraz osiągnięcie co najmniej 27-procentowego udziału źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii. W uzasadnieniu podkreśla się, że

osiągnięcie tak zdefiniowanych celów sprawi, że gospodarka UE, w tym jej system energetyczny, staną się bardziej konkurencyjne, a jednocześnie wzrośnie poziom bezpieczeństwa energetycznego i skuteczność walki ze zmianami klimatu. W sektorach nieobjętych systemem handlu uprawnieniami (*non-ETS*) zdecydowano, że redukcja emisji gazów cieplarnianych w 2030 roku osiągnie w skali całej UE 30% w stosunku do poziomu z 2005 roku. Dla Polski przewidywana wielkość ograniczenia to 7% w 2030 roku w porównaniu z 2005 rokiem. Decyzje mają charakter ogólny i jedynie wyznaczają pewne ramy dla przyszłych rozwiązań legislacyjnych. Dokładny kształt przyszłych regulacji będzie rezultatem toczących się wewnątrz UE rozmów między państwami członkowskimi, z udziałem Komisji Europejskiej i Parlamentu Europejskiego. Pomostem łączącym dzisiejszą politykę z przyszłą neutralnością klimatyczną jest światowe porozumienie w dziedzinie klimatu, przyjęte przez 195 krajów w Paryżu w grudniu 2015 roku. W porozumieniu tym określono ogólnoswiatowy plan działania, który po 2020 roku ma uchronić przed groźbą zmian klimatu, dzięki ograniczeniu globalnego ocieplenia do wartości znacznie poniżej 2°C.

Zmiany emisji gazów cieplarnianych ogółem z rolnictwa w Polsce i w UE

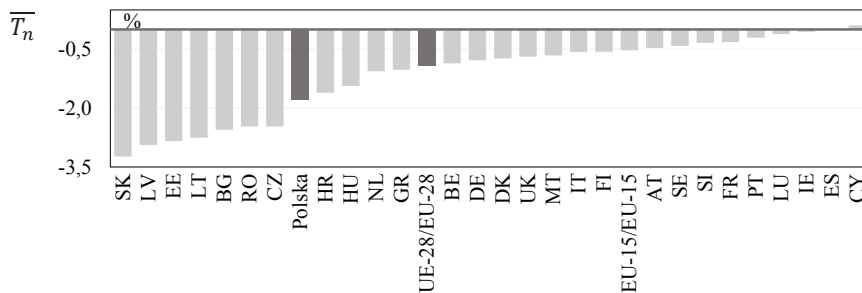
Rolnictwo jest drugim (po energetyce) co do wielkości udziału emisji GHG sektorem gospodarczym w UE. W latach 1990-2016 całkowita wielkość emisji gazów cieplarnianych powodowanych przez działalność rolniczą uległa redukcji z 541,87 do 430,00 mln t ekwiwalentu CO₂ (tj. o 20,6% w UE-28), z 392,1 do 343,4 mln t ekwiwalentu CO₂ (12,4%) w UE-15 i z 149,8 do 86,6 mln t ekwiwalentu CO₂ (42,2%) w krajach, które przystąpiły do UE po 2004 roku.

Najbardziej dynamiczny spadek emisji wystąpił w latach 1990-1993 (rys. 1). W UE-15 nastąpiła redukcja o 5,2% i wynikała ona z wdrażanych programów środowiskowych oraz reformy wspólnej polityki rolnej z 1992 roku. Natomiast w grupie krajów, które przystąpiły do UE po 2004 roku emisja GHG zmniejszyła się z 149,8 do 104,6 mln t ekwiwalentu CO₂, czyli o 30,2%. Niewątpliwym wpływem na tę redukcję miały zachodzące w tych krajach zmiany polityczno-gospodarcze. W związku z pogorszeniem się sytuacji ekonomicznej spadło поголівie zwierząt



Rysunek 1. Zmiany emisji GHG z rolnictwa UE w latach 1990-2016
 Figure 1. Changes in GHG emissions from EU agriculture in 1990-2016

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2018]
 Source: own study based on [EEA 2018]



Rysunek 2. Średniokresowe tempo zmian emisji GHG z rolnictwa w krajach członkowskich w latach 1990-2016

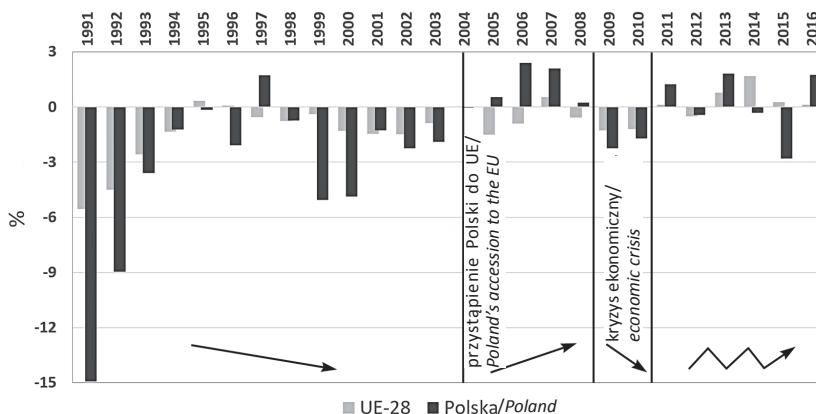
Figure 2. Medium-term rate of changes in GHG emissions from agriculture in the member states in 1990-2016

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2018]

Source: own study based on [EEA 2018]

hodowlanych oraz zużycie nawozów mineralnych. W następnych latach w UE tempo redukcji emisji gazów cieplarnianych wyraźnie wyhamowało. Od 2012 roku wielkość emisji zaczęła nawet stopniowo wzrastać. W analizowanym okresie dużym zróżnicowaniem charakteryzowała się zmiana wielkości emisji GHG z rolnictwa pomiędzy poszczególnymi państwami (rys. 2).

Największe średniokresowe tempo zmian emisji gazów cieplarnianych zaobserwowano w Słowacji. W 1990 roku wielkość emisji wynosiła 6,07 mln t ekwiwalentu CO₂ i do 2016 roku uległa redukcji do poziomu 2,7 mln t ekwiwalentu CO₂, tj. o około 56%, a średniokresowe tempo zmian wyniosło 3,23%. Równie wysoki, ponad 50-procentowy spadek emisji GHG odnotowano na Łotwie, Estonii i Litwie, gdzie wartości początkowe (1990 rok) wynosiły odpowiednio 5,6, 2,7 i 8,9 mln t ekwiwalentu CO₂, a w 2016 roku poziom emisji wynosił odpowiednio 2,7, 1,3 i 4,4 mln t ekwiwalentu CO₂, a więc w analizowanym okresie emisja GHG w tych państwach malała średnio o 2,94, 2,84 i 2,76%. Tylko dwa kraje UE odnotowały wzrost emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa w badanych latach – Hiszpania i Cypr, gdzie wartość



Rysunek 3. Zmiany emisji GHG w poszczególnych latach z rolnictwa w Polsce w latach 1990-2016 na tle zmian w UE

Figure 3. Changes in GHG emissions in each year from agriculture in 1990-2016, Poland in the context of the European Union

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2018]

Source: own study based on [EEA 2018]

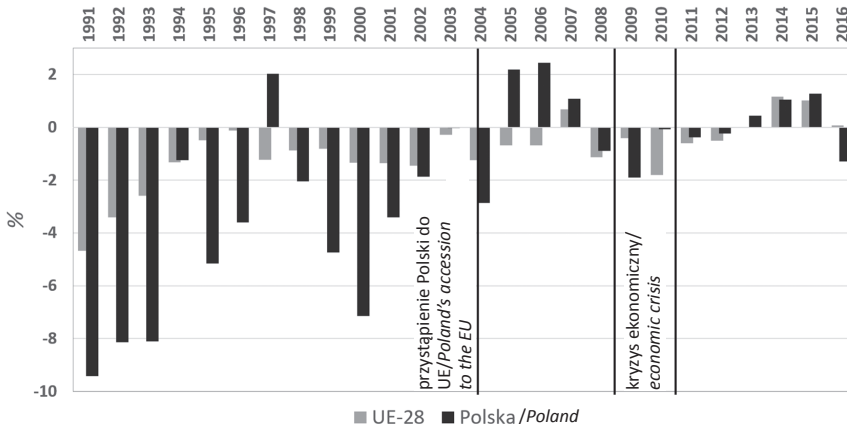
emisji GHG wzrastała średnio o 0,03 i 0,11%. Pod względem tempa zmian w redukcji emisji, które wyniosło 1,78%, Polska uplasowała się na 8. pozycji.

W latach 1990-2016 tendencję spadkową stwierdzono także w poziomie emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa w Polsce. Podobnie jak w UE, największa redukcja emisji wystąpiła na początku lat 90. XX wieku (rys. 3).

Ten trend spadkowy utrzymał się do 2004 roku. Dopiero po przystąpieniu do UE po 2004 roku i zwiększeniu transferu środków finansowych dla gospodarstw rolnych, które w głównej mierze były wykorzystywane na zakup środków produkcji (nawozów), emisja GHG z rolnictwa wzrosła o około 3%. Do spadku emisji GHG zarówno w Polsce, jak i w UE przyczynił się również kryzys ekonomiczny, którego szczyt przypadał na lata 2009-2010. Od 2011 roku stwierdzono zróżnicowaną tendencję w wielkości emisji GHG z rolnictwa w Polsce, jednak w 2016 roku wyniosła ona 30,1 mln t ekwiwalentu CO₂, co stanowiło 36,2% redukcji w stosunku do roku bazowego. Wzrost wielkości emisji w tym okresie wynikał ze wzrostu pogłowia zwierząt gospodarskich i wapnowania gleb oraz większego zużycia nawozów mineralnych. Natomiast na redukcję emisji niewątpliwym wpływ miał dynamiczny rozwój rolnictwa ekologicznego. W 2011 roku rolnictwo ekologiczne osiągało 3,7% udziału użytków rolnych i 1,4% udziału w ogólnej liczbie gospodarstw [Kociszewski 2013b].

Zmiany emisji metanu i podtlenku azotu z rolnictwa w Polsce

Rolnictwo jest głównym źródłem emisji dwóch gazów cieplarnianych: metanu i podtlenku azotu, których potencjał ocieplenia jest znacząco większy od dwutlenku węgla (tab. 1). Największym źródłem emisji metanu jest fermentacja jelitowa i odchody zwierząt gospodarskich. W latach 1990-2016 emisja metanu zmniejszyła się z poziomu 23,8 do 13,9 mln t ekwiwalentu CO₂, tj. o 41,8%. Do 2004 roku stwierdzono spadkową tendencję emisji CH₄, z wyjątkiem 1997 roku (rys. 4). Notowany od początku analizowanego okresu spadek pogłowia (krów i owiec), związany z głębokim kryzysem polskiego rolnictwa, wpłynął na ograniczenie emisji metanu. Po akcesji nastąpiło odwrócenie trendu. Wzrost liczby bydła rzeźnego i spadek pogłowia pozostałych zwierząt oraz wzrost udziału chowu bezścielowego w systemie utrzymania krów mlecznych miały istotny wpływ na zmiany w poziomie emisji metanu [Kociszewski 2013a].

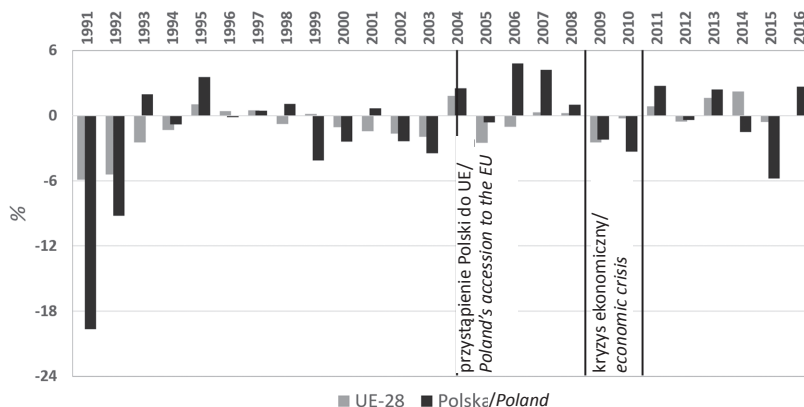


Rysunek 4. Zmiany emisji metanu w poszczególnych latach z rolnictwa w Polsce w latach 1990-2016 na tle zmian w UE

Figure 4. Changes on methane emissions in each year from agriculture in 1990-2016, Poland in the context of the European Union

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2018]

Source: own study based on [EEA 2018]



Rysunek 5. Zmiany emisji podtlenku azotu w poszczególnych latach z rolnictwa w Polsce w latach 1990-2016 na tle zmian w UE

Figure 5. Changes in nitrous oxide emissions in each year from agriculture in 1990-2016, Poland in the context of the European Union

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2018]

Source: own study based on [EEA 2018]

Głównymi źródłami emisji podtlenku azotu w rolnictwie są odchody zwierzęce, mineralizacja azotu organicznego zawartego w glebach, resztkach poźniwnych oraz przemiany wnoszonych do gleb nawozów, zwłaszcza azotowych. Efektem kryzysu w rolnictwie (brak środków finansowych) było także zmniejszenie zużycia nawozów mineralnych, co wpłynęło na znaczne ograniczenie emisji podtlenku azotu (rys. 5). Podniesienie poziomu nawożenia mineralnego po przystąpieniu do UE spowodowało odwrócenie trendu i wzrost emisji N_2O . Od 2011 roku wielkość emisji N_2O charakteryzuje się dużą zmiennością z roku na rok. W 2015 roku emisja podtlenku azotu wynosiła 14,7 mln t ekwiwalentu CO_2 , a już w następnym roku wzrosła do poziomu 15,1 mln t ekwiwalentu CO_2 . W 2016 roku wielkość emisji była o 26,9% niższa w porównaniu do roku bazowego.

Podsumowanie

Najbardziej dynamiczny spadek emisji GHG w Polsce i UE przypadł na początek lat 90. XX wieku. Udział polskiego rolnictwa w całkowitej krajowej emisji GHG zmniejszył się z około 10% (1990 rok) do 7,5% (2016 rok).

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i przeciwdziałanie zmianom klimatu postrzegane jest na forum europejskim i międzynarodowym jako konieczność. Potencjalnych możliwości redukcji GHG w produkcji rolniczej należy poszukiwać w modernizacji technologii produkcji. Racjonalne nawożenie dostosowane do potrzeb pokarmowych roślin, zmiany w systemach chowu i utrzymania zwierząt gospodarskich, właściwe przechowywanie i aplikacja nawozów naturalnych – to kilka z wielu działań mogących wpłynąć na redukcję GHG.

Literatura/Bibliography

Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/406/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych (Decision 2009/406/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on efforts made by Member States to reduce greenhouse gas emissions to meet Community commitments to reduce greenhouse gas emissions by 2020). Dz.Urz. UE, 140, 5.06.2009.

- Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady 529/2013/UE z dnia 21 maja 2013 r. w sprawie zasad rozliczania emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem oraz informacji o działaniach związanych z tą działalnością (Decision of the European Parliament and of the Council 529/2013/EU of 21 May 2013 on the rules for the settlement of emissions and removals of greenhouse gases as a result of activities related to land use, land use change and forestry and information on activities related to this activity). Dz.Urz. UE 165.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC to improve and extend the Community greenhouse gas emission allowance trading scheme). Dz.Urz. UE, 140, 5.06.2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, Euratom, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE, 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006 (Directive 2009/31 / EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directive 85/337 / EEC, Euratom, Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/ EC, 2001/80 / EC, 2004/35 / EC, 2006/12 / EC, 2008/1 / EC and Regulation (EC) No. 1013/2006). Dz.Urz. UE, 140, 5.06.2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC). Dz.Urz. UE, 140, 5.06.2009.
- EEA (European Environment Agency). 2018. *EEA Greenhouse Gas Data Viewer*. European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>, access: 21.06.2018.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. *Climate Change 2013. The Physical Sciences Basis. Summary for Policymakers*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kociszewski Karol. 2013a. *Polityka ochrony klimatu w rolnictwie* (Climate protection policy in agriculture). Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Kociszewski Karol. 2013b. *Ekologizacja polskiego rolnictwa a jego zrównoważony rozwój w warunkach członkostwa w Unii Europejskiej* (Ecologization of Polish agriculture and its sustainable development in the conditions of membership in the European Union). Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Summary

The purpose of this paper was to show the changes in greenhouse gases emissions in the years 1990-2016 from agriculture in Poland in the context of changes in emissions and legislation in the European Union. Fluctuations in the values of methane and nitrous oxide emissions in the reporting period were also presented. The conducted analysis shows that total GHG emissions in 2016 were reduced by 36.2%, methane by 41.8% and nitrous oxide by 26.9% in comparison to 1990. The main factors causing changes in the level of total GHG emissions and specific gases were differences in the number of livestock and the usage of mineral fertilizers.

dr Zuzanna Jarosz
 orcid.org/0000-0002-3428-5804
 Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
 – PIB w Puławach
 Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych
 ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
 tel. (81) 47 86 766
 e-mail: zjarosz@iung.pulawy.pl

Adres do korespondencji
 mgr inż. Anna Jędrejek
 orcid.org/0000-0001-8541-4410
 Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
 – PIB w Puławach
 Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych
 ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
 tel. (81) 47 86 766
 e-mail: ajedrejek@iung.pulawy.pl