

Barbara Bujanowicz-Haras

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH (GHG) Z PERSPEKTYWY POLSKIEGO SEKTORA ROLNEGO

EMISSION OF GREENHOUSE GAS (GHG) FROM THE PERSPECTIVE OF POLISH RURAL SECTOR

Słowa kluczowe: zmiany klimatyczne, gazy cieplarniane, emisja, rolnictwo

Key words: climate change, greenhouse gases, emissions, agriculture

JEL codes: Q15, Q54

Abstrakt. Celem artykułu jest zilustrowanie skali, przedstawienie tendencji zmian w obszarze emisji GHG pochodzących z rodzimego sektora rolnego w latach 1990-2015 oraz przybliżenie źródeł wskazanych emisji. Zmiany klimatu, w tym również globalne ocieplenie, a przede wszystkim kojarzone z nimi konsekwencje natury ekonomicznej i społecznej, z którymi przychodzi się mierzyć globalnej społeczności obecnie oraz spodziewane w przyszłości, stały się zarzewiem dyskursu publicznego i bodźcem do podejmowania działań o charakterze mitygacyjnym, jak i adaptacyjnym. W znacznej mierze dotyczą rolnictwa, sektora, który nie tylko przyczynia się do emisji podstawowych GHG pochodzenia antropogenicznego, ale co także istotne, dysponuje znacznym potencjałem jej ograniczenia.

Wstęp

W obecnych czasach jedną z najpoważniejszych obserwowanych zmian środowiska jest ocieplenie ziemskiego klimatu i ze względu na planetarny charakter, powszechnie zaliczane jest ono do kluczowych problemów znajdujących się w obszarze zainteresowań gremiów międzynarodowych. Podnoszona kwestia budzi obawy z uwagi na znaczenie klimatu dla funkcjonowania i rozwoju społeczeństw, gospodarek narodowych, jak również kształtowania szerokiego spectrum środowiska [Burchard-Dziubińska 2016, Zegar 2012]. Globalne ocieplenie utożsamiane jest z generowaniem różnorodnych skutków klimatycznych i pozaklimatycznych: zmian w cyklu hydrologicznym oraz cyrkulacji atmosferycznej, wzrostu poziomu wód w morzach i oceanach, zagrożeń egzystencji gatunków tudzież systemów ekologicznych. Określonych reperkusji w produkcji żywności, zdrowotnych, społecznych, czy ekonomicznych [Dobrzańska i in. 2009]. Przyczyn zachodzących obecnie zmian klimatycznych upatruje się zarówno w mechanizmach naturalnych, jak i w działalności człowieka [Kundzewicz 2011, Trzpił 2008]. Wśród tych związanych z antropopresją newralgiczne znaczenie ma wzmożona emisja oraz wzrost stężenia gazów szklarniowych [Pietras 2010]. Skala, a także konsekwencje trwającego oraz prognozy przyszłego ocieplenia stały się przesłanką do wdrażania działań na rzecz zapobiegania zmianom klimatycznym na szczeblu transgranicznym i transnarodowym. W 1988 roku utworzono Międzypaństwowy Zespół ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) będący inicjatywą dwóch agend Organizacji Narodów Zjednoczonych – Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) i Programu Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska (UNEP). Sporządzane przez IPCC okresowe raporty stanowią kompilację wiedzy, spostrzeżeń jak również wniosków na temat kwestii odnoszących się do zmian i ochrony klimatu [Trzpił 2008]. W 1992 roku przyjęto Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (United Nations Framework Convention of Climate Change – UNFCCC), której celem jest doprowadzenie do „ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie, który zapobiegałby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatycz-

ny” [Ramowa Konwencja... 1992, art. 2]. Najwyższym organem uprawnionym do prowadzenia monitoringu wdrażania postanowień tej konwencji są organizowane okresowo konferencje stron (Conferences of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change – COP). Uzupełnieniem UNFCCC jest sporządzony w 1997 roku Protokół z Kioto, określający cele wiążące i ilościowe umożliwiające redukcję GHG, zawierający zobowiązanie państw rozwiniętych dotyczące ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 5,2% w okresie 2008-2012 w stosunku do poziomu notowanego w 1990 roku. Strony tego protokołu spotykają się w ramach Konferencji Stron Protokołu z Kioto (Meeting of the Parties – MOP) [Kyoto Protocol... 1998, Bańkowska 2016]¹. Zmieniająca się rzeczywistość, realia społeczne, gospodarcze i cywilizacyjne oraz perspektywa zakończenia pierwszego okresu rozliczeniowego Protokołu z Kioto zrodziły potrzebę podjęcia kolejnych konsultacji i negocjowania porozumień².

Postępujące zmiany o charakterze ewolucyjnym w zakresie podwyższania globalnej temperatury przypisywane nadmiernemu wzrostowi stężenia GHG w atmosferze, ich przyczyny oraz następstwa znalazły się w kręgu zainteresowań Wspólnoty Europejskiej. Ratyfikując zarówno KK (Konwencja Klimatyczna), jak i Protokół z Kioto wpisuje się w światowe trendy i zobowiązuje do współpracy na arenie międzynarodowej w kreowaniu rozwiązań na rzecz walki ze zmianami klimatu. Realizowane przez organy Unii Europejskiej (UE) inicjatywy dotyczące globalnego ocieplenia obejmują szeroki wachlarz projektów i podejmowane są na wielu płaszczyznach. Analizowane i interpretowane są mechanizmy tego zjawiska, propagowana jest wiedza związana z tym zagadnieniem, a także uruchamiane są przedsięwzięcia ukierunkowane na przeciwdziałanie zmianom klimatu i adaptacji do nich [Gnaś 2010].³ Praktyki klimatyczne UE są obecne zarówno w polityce środowiskowej, jak i energetycznej czy wspólnej polityce rolnej [Adamowicz 2012]. Wskazują one na zdefiniowany kierunek, jednak ich skuteczność zależy od kooperacji i zaangażowania wielu środowisk.

Specyfika implikacji będących pokłosiem emisji gazów cieplarnianych – GHG (*greenhouse gas*) do środowiska i ich zakres, wiążą się z potrzebą zmierzenia się z nimi w kontekście eliminowania, ograniczania oraz łagodzenia konsekwencji tych zmian, a także przystosowania się do nowych warunków, również w odniesieniu do sektora rolnego, który zarówno doświadcza efektów spowodowanych zmianami klimatycznymi, jak i jest czynnikiem sprawczym prowadzącym do ich nasilenia.

Celem publikacji jest ocena rozmiarów i przebiegu zmian zachodzących w poziomie emisji głównych gazów cieplarnianych powstających w polskim sektorze rolnym w latach 1990-2015 oraz ukazanie źródeł strumienia tych emisji.

Material źródłowy i metodyka badań

Material do prezentowanego opracowania stanowiła literatura przedmiotu. Ponadto, do przesłedzenia wielkości i kierunku zmian zachodzących w emisji GHG powstających w wyniku działalności rolniczej wykorzystano metody: opisową, statystyczną i graficzną, wykorzystując dane z bazy UNFCCC. Uzyskane dane poddano analizie w ujęciu dynamicznym. Za okres badań przyjęto lata 1990-2015. Wielkości emisji gazów cieplarnianych wyrażono w przeliczeniu na ekwiwalent dwutlenku węgla.

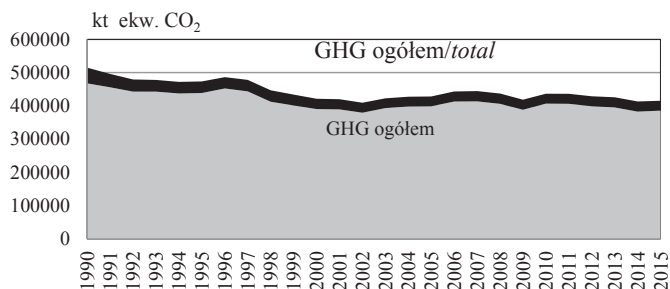
¹ W celu stworzenia perspektyw dla wdrażania założeń i ustaleń Protokołu z Kioto, ograniczenia kosztów realizacji wyznaczonych celów redukcyjnych wprowadzono instrumenty o charakterze rynkowym, tj. handel uprawnieniami do emisji – ET (*Emission Trading*), mechanizm wspólnych wdrożeń – JI (*Joint Implementation*), mechanizm czystego rozwoju – CDM (*Clean Development Mechanism*) [Kaniewska 2015].

² Bali (2007), Poznań (2008), Kopenhaga (2009), Cancún (2010), Durban (2011), Doha (2012), Warszawa (2013), Lima (2014), Paryż (2015), Marrakesz (2016), Bonn (2017).

³ Do zagadnienia zmian klimatycznych i problemu globalnego ocieplenia odnoszą się liczne rozwiązania i inicjatywy UE m.in.: pakiet energetyczno-klimatyczny, Europejski System Handlu Emisjami (EU ETS), programy ramowe (PR), projekty ukierunkowane na podniesienie poziomu wiedzy na temat globalnego ocieplenia, promowanie działań służących redukowaniu emisji GHG [Gnaś 2010].

Emisje rolnicze GHG

Prowadzenie działalności rolniczej wiąże się z określonym wpływem na poszczególne komponenty środowiska przyrodniczego – zasoby glebowe, wodne i powietrze. Dotyczy ono również emisji gazów cieplarnianych. Głównymi GHG w rolnictwie są: dwutlenek węgla, metan oraz podtlenek azotu. CH_4 i N_2O charakteryzuje wysoki w porównaniu z dwutlenkiem węgla wskaźnik potencjału globalnego ocieplenia (*global warming potential*). Dla podtlenku azotu miernik ten wynosi 298, a dla metanu – 25, co wskazuje na stopień, w jakim te substancje przyczyniają się do ocieplenia atmosfery [Gundersen i in. 2012]. CH_4 powstaje w wyniku zachodzącego w warunkach beztlenowych rozkładu materiałów organicznych przez bakterie bytujące w organizmach oraz w odchodach zwierząt, na obszarach podmokłych, w obrębie upraw ryżowych i na wysypiskach. W warunkach krajowych podstawowe rolnicze źródła metanu stanowi proces fermentacji jelitowej, przy czym należy zaznaczyć, że jego ilość warunkuje pogłowie zwierząt, rodzaj układu pokarmowego, a także rodzaj i masa podawanej paszy oraz odchody zwierząt. Źródłem metanu o znacznie mniejszym znaczeniu jest spalanie resztek poźniowych. Z kolei emisja podtlenku azotu w produkcji rolniczej jest związana zarówno z emisją bezpośrednią, jak i pośrednią. Emisje N_2O przypisuje się przede wszystkim wprowadzaniu do gleb nawozów mineralnych i organicznych. Gaz ten jest emitowany również z odchodów zwierzęcych [Duxbury 1994, Roszkowski 2011]. Emisja gazów cieplarnianych w skali kraju w 2015 roku wyrażona w równoważnej emisji dwutlenku węgla z wyłączeniem kategorii „użytkowanie gruntów” oraz „zmiana użytkowania gruntów i leśnictwo” (LULUCF) kształtowała się na poziomie 385,8 mln t. Podczas gdy 25 lat wcześniej wynosiła 467,9 mln t. Oznacza to, że przez ponad dwie dekady odnotowano jej obniżenie o 17,5%. Uwzględnienie kategorii LULUCF skutkowało redukcją emisji GHG o 19,3%. W badanym okresie udział emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa w ogólnej emisji tych gazów generowanych w Polsce wyniósł średnio około 8%. W porównaniu do 1990 roku wielkość tego rodzaju emisji zmniejszyła się o ponad 37% (rys. 1).



Rysunek 1. Emisja gazów cieplarnianych w sektorze rolnym na tle całkowitej emisji GHG w Polsce w latach 1990-2015 (wyrażona w ekwiwalencie CO_2 , bez uwzględniania sektora LULUCF)

Figure 1. Greenhouse gas emissions in the agricultural sector compared to total GHG emissions in Poland in the years 1990-2015 (expressed in CO_2 equivalent, without LULUCF)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UNFCCC [<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/ghg-data-unfccc>]

Source: own research based on UNFCCC data [<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/ghg-data-unfccc>]

Na rysunku 2 zilustrowano zmiany w poziomie emisji powstającego w toku produkcji rolniczej metanu. Jej udział w krajowej emisji CH_4 wynosił w ostatnim roku badań 29,8%, a w pierwszym – 37%. Pomiędzy latami 1990 i 2015 wystąpiła wyraźna tendencja spadkowa emisji CH_4 . Zarejestrowano znaczącą jej redukcję (o 41%). Podstawowa część uwidocznionej emisji metanu pochodziła z procesu fermentacji jelitowej zwierząt gospodarskich (średnio około 88% w całości emisji CH_4 z rolnictwa w badanym okresie). Nastąpiło zmniejszenie poziomu emisji

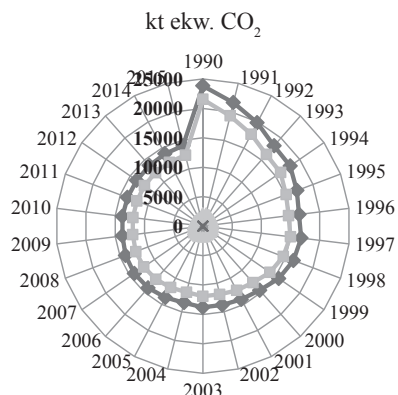
- ◆ Rolnictwo/Agriculture
- Fermentacja jelitowa/Intestinal fermentation
- ▲ Odchody zwierzęce/Animal waste
- ✕ Spalanie resztek roślinnych/Burning plant residues

Rysunek 2. Emisja CH₄ w kt ekwiwalentu CO₂ w sektorze rolnym w latach 1990-2015

Figure 2. CH₄ emission in CO₂ equivalents in the agricultural sector in the years 1990-2015

Źródło: jak na rys. 1

Source: see fig. 1



metanu z wymienionego źródła o 42,4%. W 2015 roku z polskiego rolnictwa pochodziło 1619,2 kt, tj. 1,6 mln t metanu z zagospodarowania odchodów zwierzęcych w przeliczeniu na ekwiwalent dwutlenku węgla (z pominięciem LULUCF). Emisja ta była o 654,5 kt CO₂eq mniejsza niż w 1990 roku. Zatem, miał miejsce 28,8-procentowy spadek emisji metanu towarzyszącej wytwarzaniu i utylizacji odchodów. Udział tego rodzaju emisji w ogólnej emisji CH₄ z sektora rolnictwa wyniósł w 2015 roku 11,5%, a w 1990 roku 9,5%. Natomiast wielkość emisji CH₄ związanych z wypalaniem resztek poźniwnych utrzymywały się na zbliżonym średnim poziomie 20,5 kt równoważnika CO₂ (0,1%).

Rolnictwo zaliczane jest do istotnych producentów N₂O. Udział wytwarzanego w tym sektorze gospodarki narodowej podtlenku azotu w sumarycznej emisji GHG powstających w rolnictwie oraz krajowej emisji gazów cieplarnianych w 2015 roku wyniósł odpowiednio: około 50 i 3,8%. Z kolei, w 1990 roku udział ten wyniósł około 44 i 4,4%. W rodzimych warunkach w strukturze emisji podtlenku azotu sektor rolny górował nad pozostałymi, z jej udziałem rzędu 75,8% 1990 w roku. Dla porównania udział ten w 2015 roku wyniósł 78%. Z przeprowadzonych analiz wynika, że w latach 1990-2015 zredukowano emisję podtlenku azotu generowanego w rolnictwie (spadek o 28,5%). W puli emitowanego N₂O dominują przede wszystkim emisje z uprawy gleb. Udział tego rodzaju emisji w całkowitej emisji podtlenku azotu zwiększył się o 2,5 p.p. Ponadto, emisja tego typu stanowiła średnio 84,7% w całości emisji N₂O wytwarzanych w systemach rolniczych, przy obserwowanym trendzie malejącym. W 2015 roku wynosiła ona 12 718,5 kt eq. CO₂ i była niższa o 4889,7 kt eq. CO₂ (27,8%) niż monitorowana w 1990 roku. W omawianym okresie nastąpiło ograniczenie emisji podtlenku azotu pochodzącego z gospodarki

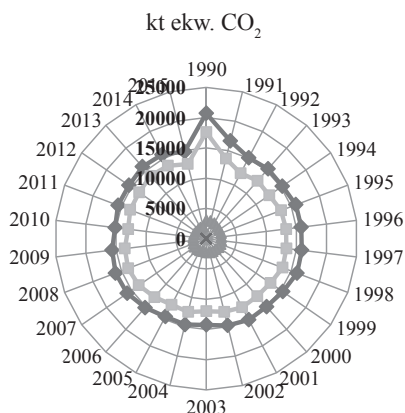
- ◆ Rolnictwo/Agriculture
- Gleby rolnicze/Agricultural soil
- ▲ Gospodarka odchodami/Faeces management
- ✕ Spalanie resztek poźniwnych/Burning crop residues

Rysunek 3. Emisja N₂O w kt ekwiwalentu CO₂ w sektorze rolnym w latach 1990-2015

Figure 3. N₂O emission in CO₂ equivalents in the agricultural sector in the years 1990-2015

Źródło: jak na rys. 1

Source: see fig. 1



odpadami naturalnymi (rys. 3). Jej udział w ogólnej emisji N_2O powodowanej przez działalność rolniczą kształtował się na średnim poziomie 15,2%. Źródłem stosunkowo niewielkiej emisji tego gazu jest spalanie słomy na polach uprawnych. Stanowiła ona przeciętnie 0,1% ogółu podtlenku azotu emitowanego z rolnictwa w badanych latach i w okresie tym obniżyła się o 3,3%.

Przedstawione dane wskazują na istotną rolę sektora rolnego w emisji GHG. Należy jednak zaznaczyć, że poziom emisji, jak i jej zmiany determinowane są wieloma czynnikami związanymi m.in. ze skalą produkcji, intensywnością i rodzajem stosowanych technologii produkcji czy realizowanymi działaniami prowadzącymi do redukcji GHG. Ta redukcja staje się możliwa dzięki ograniczeniu stosowania nawozów mineralnych, racjonalnemu zarządzaniu gruntami rolnymi, zmniejszeniu pogłowia inwentarza żywego, a także wprowadzaniu praktyk rolnych ukierunkowanych na zmniejszenie niekorzystnego wpływu tego sektora na środowisko przyrodnicze.

Uwagi końcowe

Wśród istotnych oznak zagrożeń środowiska wymienia się zmiany klimatyczne związane ze zwiększającą się koncentracją gazów cieplarnianych w atmosferze i wzrostem średniej globalnej temperatury. Rosnąca emisja stężenia GHG i obawy dotyczące wielu możliwych skutków społecznych i gospodarczych oraz dostrzeganie znaczenia składnika antropogenicznego jako czynnika sprawczego tych zmian, zrodziły potrzebę podejmowania rozważań, a także uruchamiania działań zmierzających do inwentaryzacji, ograniczania poziomu emisji gazów szklarniowych czy przedsięwzięć służących przystosowaniu do zmian klimatu. Kwestie te rozpatrywane są również w odniesieniu do sektorów, w tym integralnie związanego ze środowiskiem naturalnym sektora rolnego, który jest nie tylko narażony na czynniki ryzyka towarzyszące globalnemu ociepleniu, ale dysponuje znacznymi możliwościami w zakresie ich redukcji oraz adaptowania się do nich. Niemniej jednak m.in. w wyniku nieodpowiednich praktyk rolniczych i nieracjonalnego korzystania z zasobów przyrodniczych rolnictwo przyczynia się do powstawania GHG. W badanym okresie mimo notowanego blisko 18-procentowego spadku emisji GHG, rolnictwo nadal stanowiło średnio 8% krajowej emisji gazów cieplarnianych. Niezależnie od obserwowanego obniżenia emisji GHG pochodzących z produkcji rolniczej w obliczu nasilającej się antropopresji oraz transgranicznego ich charakteru, wskazanym jest poszukiwanie odpowiednich mechanizmów ukierunkowanych na ich ograniczanie, jak i wdrażanie praktyk, które ułatwiają dostosowanie procesu produkcji do zmieniających się warunków.

Literatura/Bibliography

- Adamowicz Mieczysław. 2012. Wspólna Polityka Rolna Unii Europejskiej w kontekście zmian klimatu na świecie (Common Agricultural Policy of the European Union in the context of climate change in the world). *Zeszyty Naukowe SGGW. Polityki Europejskie, Finanse i Marketing* 8 (57): 9-25.
- Bańkowska Katarzyna. 2016. Światowe porozumienie klimatyczne a rozwój obszarów wiejskich (The global climate agreement and the development of rural areas). *Więś i Rolnictwo* 1(170): 87-103, doi: 10.7366/wir012016/05.
- Burchard-Dziubińska Małgorzata. 2016. Adaptacja terenów zurbanizowanych do zmian klimatu. [W] *EkoMiasto#Środowisko, Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta* (Adaptation of urbanized areas to climate change. [In] *EkoMiasto#Environment, Sustainable, intelligent and participative development of the city*), ed. Agnieszka Rzeźca, 143-163. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Dobrzańska Bożena, Grzegorz Dobrzański, Dariusz Kielczewski. 2009. *Ochrona środowiska przyrodniczego* (Protection of the natural environment). Warszawa: PWN.
- Duxbury John M. 1994. The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fertilizer Research* 38: 151-163.
- Gnaś Herbert. 2010. Zmiany klimatyczne – wielopłaszczyznowa adaptacja Unii Europejskiej do wyzwania globalnego (Climate change – a multi-faceted adaptation of the European Union to the global challenge). *Teka Komisji Politologii i Stosunków Międzynarodowych OL PAN* 5: 36-54.

- Gundersen Per, Riis Christiansen Jasper, Giorgio Alberti, Nicolas Brüggemann, Simona Castaldi, Rainer Gasche, Barbara Kitzler, Leif Klemetsson, Raquel Lobo-do-Vale, Filip Moldan, Tobias Rütting, Patrick Schleppi, Per Weslien Sophie, Zechmeister-Boltenstern. 2012. The response of methane and nitrous oxide fluxes to forest change in Europe. *Biogeosciences* 9: 3999-4012, doi: 10.5194/bg-9-3999-2012.
- Kaniewska Małgorzata. 2015. Etyczna analiza dokumentów dotyczących ochrony klimatu (Ethical analysis of documents related to climate protection). *Journal of Modern Science* 3 (26): 127-147.
- Kundzewicz Zbigniew Władysław. 2011. Zmiany klimatu, ich przyczyny i skutki – obserwacje i projekcje (Climate change, its causes and effects – observations and projections). *Landform Analysis* 15: 39-49.
- Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations 1998 (Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations 1998), <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.
- Pietraś Marek. 2010. Globalny problem zmian klimatu. Analiza Politologiczna (The global problem of climate change. Political Analysis). *Teka Komisji Politologii i Stosunków Międzynarodowych – OL PAN* 5: 5-35.
- Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r. (United Nations Framework Convention on Climate Change done in New York on 9 May 1992). Dz.U. 1996 nr 53, poz. 238, art. 2.
- Roszkowski Andrzej. 2011. Technologie produkcji zwierzęcej a emisje gazów cieplarnianych (Animal production technologies and greenhouse gas emissions). *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2: 83-97.
- Trzpił Magdalena. 2008. Zmiany klimatyczne we współczesnym świecie jako element bezpieczeństwa narodowego (Climate change in the modern world as an element of national security). *Bezpieczeństwo Narodowe* 7-8: 281-300.
- Zegar Józef Stanisław. 2012. *Współczesne wyzwania rolnictwa* (Contemporary agriculture challenges), 1-380. Warszawa: PWN.
<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/ghg-data-unfccc>.

Summary

The aim of this study was to illustrate the scale to present the trend of changes in the area of GHG emissions originating from the domestic agricultural sector in the years 1990-2015 and to approximate the sources of the indicated emissions. Climate changes including global warming and primarily associated with them economic and social consequences with the global community faces today and which are expected in the future become the source of public discourse and a stimulus for mitigation and adaptive activities. To a large extent they concern agriculture. The sector which not only contributes to the emission of basic GHG of anthropogenic origin but which is also important, has a significant potential to reduce it.

Adres do korespondencji
dr inż. Barbara Bujanowicz-Haraś
orcid.org/0000-0001-6431-3362
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Zarządzania i Marketingu
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: barbara.bujanowicz-haras@up.lublin.pl