

Mirosława Witkowska-Dąbrowska¹

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Zmiany w wielkości emisji gazów cieplarnianych i amoniaku do powietrza z działalności rolniczej w Polsce i UE – analizy z wykorzystaniem wskaźników zrównoważonego rozwoju

Changes in the Volume of Air Emissions from Gases and Selected Pollutants Originating from Agricultural Production in Poland and in the EU – Analyses Using Sustainable Development Indicators

Synopsis. Celem badań była analiza zmian w wielkości emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z rolnictwa w Polsce i Unii Europejskiej. W części teoretycznej odniesiono się do podjętych działań międzynarodowych dotyczących redukcji emisji. Badania oparto głównie o dane statystyczne GUS i Eurostat. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że rolnictwo jest głównym źródłem emisji amoniaku w UE i w Polsce. Również nie bez znaczenia jest rola rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych. Stwierdzono wahania w dynamice emisji gazów cieplarnianych zarówno w Polsce jak i UE. W badanych latach odnotowano niewielki wzrost udziału rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych.

Słowa kluczowe: emisje do powietrza, działalność rolnicza, emisja gazów cieplarnianych i amoniaku.

Abstract. The research aim was to analyse changes in the volume of greenhouse gases and ammonia produced by agriculture in Poland, against the background of the European Union, using sustainable development indicators. The study relied mainly on statistical data from the Polish Central Statistical Office and Eurostat. Agriculture was found to be the major source of ammonia emissions in the EU and Poland. Also, the role of agriculture in emission of greenhouse gases is significant. Fluctuations in the dynamics of GHG emissions were noted in the EU and in Poland. Over the analysed time, a small increase in the share of the emission of GHG, especially methane, from farming was observed.

Key words: atmospheric air emissions, agricultural activity, emission guidelines and ammonia

JEL Classification: Q01, Q19, Q53

Wprowadzenie

Zmiany klimatyczne oraz jakość gleb mają kluczowe znaczenie w rozwoju rolnictwa i zapobieganiu głodu w przyszłości. Od wielu lat prowadzone są działania na skalę nie tylko europejską, ale i światową w dziedzinie redukcji emisji gazów i zanieczyszczeń do powietrza. Emisje gazów do powietrza są jednym z większych problemów w ochronie środowiska. Przyczyniają się do zmian klimatycznych, wzrostu zachorowalności na niektóre choroby oraz wpływają na jakość gleb, zwłaszcza zakwaszenie. W efekcie prowadzi to do strat

¹ dr inż., Katedra Ekonomii Środowiska, Nieruchomości i Agrobiznesu UW-M, ul. M. Oczapowskiego 4, 10-719 Olsztyn, e-mail: m.witkowska@uwm.edu.pl.

ekonomicznych. Według Syp (2017) w latach 1990-2014 na wszystkich kontynentach, wystąpiły wzrosty emisji gazów cieplarnianych. Największe z nich (Azja) były wynikiem intensywnego rozwoju przemysłu, głównie w Chinach. UE wywiązała się z postanowień zawartych w porozumieniu z Kioto, jako członek Aneksu I. W pozostałych krajach wystąpiły wzrosty emisji. Ograniczenia emisji w krajach UE możliwe były do osiągnięcia poprzez wdrożenie wielu regulacji, które miały wpływ na gospodarkę i środowisko. Emisja gazów cieplarnianych jest uważana za podstawowy wyznacznik zrównoważonego rozwoju gospodarczego. Redukcja tej emisji stała się jednym z wiodących priorytetów w polityce światowej. Unia Europejska i jej kraje członkowskie przywiązują dużą wagę do ograniczania emisji gazów cieplarnianych i przeciwdziałaniu zmianom klimatu (Redukcja emisji..., 2017).

Rolnictwo zalicza się do sektorów non-ETS (nie objętych systemem handlu emisjami). Proponowane dla Polski ograniczenie emisji w sektorach non-ETS ma wynosić 7% w latach 2020-2030 (Faber, Jarosz, 2017b). Należy przypuszczać, że część tego ograniczenia będzie musiało uzyskać rolnictwo.

Celem pracy była analiza udziału i dynamiki zmian w emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z rolnictwa w Polsce na tle Unii Europejskiej z wykorzystaniem wskaźników zrównoważonego rozwoju.

Inwentaryzację emisji gazów cieplarnianych dla potrzeb monitorowania zrównoważonego rozwoju sporządza się zgodnie z metodologią zalecaną przez Konferencję Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Badania oparto o inwentaryzację emisji trzech podstawowych gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla CO₂, metanu CH₄ i podtlenku azotu N₂O) oraz amoniaku.

Zobowiązania redukcji emisji do powietrza gazów cieplarnianych i wybranych zanieczyszczeń wynikające z ogólnych postanowień UE

Ostatnie kilkadziesiąt lat rozwoju gospodarczego doprowadziło do drastycznych, często nieodwracalnych zmian w ekosystemach, a mimo to ciągle zwiększanie dobrobytu i poprawa ekonomicznych sfer jakości życia postrzegane były jako wielka zaleta. Rozwój gospodarczy świata odbył się kosztem środowiska naturalnego, w tym dóbr wspólnych (Wazler, Wiegandt, 2011). Dopiero Raport U⁴Thanta opublikowany w 1969 roku, pokazał związki przyczynowo-skutkowe ówczesnego stanu środowiska Ziemi oraz perspektywę losu ludzkości w przypadku braku działań zaradczych i zmienił świadomość społeczności międzynarodowej oraz polityków. To właśnie po raporcie w toku dyskusji i wydarzeń na przestrzeni kilkadziesiąt lat, rozwinęła się i utrwaliła koncepcja zrównoważonego rozwoju (Burchard-Dziubińska 2001), która obecnie może być rozumiana jako kategoria przeciwstawna ilości. Według Borysa (2014) nadrzędna zasada zrównoważonego rozwoju, która głosi prawo do zaspokojenia aspiracji rozwojowych obecnej generacji bez ograniczenia praw przyszłych pokoleń do zaspokojenia ich potrzeb rozwojowych przy obecnym nowym paradygmacie rozwoju (zrównoważonym, trwałym, samopodtrzymującym się rozwoju, ekorozwoju) stała się zbyt ogólna. Współcześnie wymaga się konkretności identyfikacji wskaźników, które należy mierzyć i celów do osiągnięcia na poszczególnych szczeblach zarządzania. Takie podejście wymaga monitoringu i oceny zmian w czasie, najlepiej za pomocą mierzalnych i porównywalnych wskaźników. Szerzej o dorobku w metodologii badań w tym zakresie pisze Borys (2005), Balas i Molenda (2016). Przemiany w świecie przekonująco pokazują Griggs

(2013) za Rockström i in. (2009), twierdząc, że ludzkość jest siłą napędową globalnych zmian środowiskowych i popchnęła nas wręcz w nową epokę geologiczną. Dalsza presja ludzkości na środowisko może spowodować rozległe, nagłe i potencjalnie nieodwracalne zmiany w podstawowych procesach ziemskich. Niedobory wody, ekstremalne warunki pogodowe, pogarszające się warunki produkcji żywności, utrata ekosystemów, zakwaszenie oceanów i wzrost poziomu mórz to realne zagrożenia, które mogą zagrozić rozwojowi i wywołać kryzysy humanitarne na całym świecie. O nieuniknionych skutkach zmian klimatu szeroko i wnikliwie piszą Blewitt (2014) i Mulligan (2014). Omawiają uwarunkowania historyczne i polityczne jednocześnie udowadniając, że przekonanie opinii publicznej a zwłaszcza elit biznesowych i politycznych zależy głównie od zaprezentowania ekonomicznych skutków zmian klimatu. W 1990 roku całkowita emisja gazów cieplarnianych w krajach będących aktualnie członkami UE wynosiła 664 Tg i odpowiadała za 12% emisji tych krajów. Największymi emitentami były Francja, Niemcy, Wielka Brytania i Polska. Od tamtej pory w większości krajów UE zanotowano znaczący spadek tych emisji. Jednym z niewielu wyjątków jest Hiszpania, która wyprzedziła pod tym względem Polskę. Podobne tendencje odnotowano w emisji z rolnictwa (Gołasa 2013). Dla przykładu około 25% metanu i 60% tlenków azotu pochodzi w Polsce z rolnictwa. Syp (2017) podkreśla jednak, że aby wypełnić narzucone wymagania zawarte w Dyrektywie RED odnośnie do 10% wykorzystania biopaliw w transporcie, odnotowano import surowca z krajów nie należących do UE. Efektem tego jest ograniczenie emisji GHG w UE, podczas gdy w pozostałych regionach świata widoczny jest ich wzrost. Zmiany klimatu to globalny problem, zatem tylko wysiłek wielu krajów może przynieść wymierne korzyści w postaci stabilizacji i następnie zmniejszania antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Z tego względu podejmowane przez poszczególne państwa działania powinny być wzajemnie skoordynowane, gdyż wówczas można oczekiwać istotnie korzystnych efektów polityki, wskutek ujawnienia się efektów synergicznych. Cechą wyróżniającą proponowane działania i instrumenty na rzecz łagodzenia zmian klimatu są indywidualne uwarunkowania rozwojowe państw, wśród których granice ich zaangażowania określa posiadany potencjał gospodarczy warunkujący skuteczność wdrożenia działań na rzecz zachowania globalnej Równowagi klimatycznej (Polityka Klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020). W Polsce oprócz cytowanej Polityki Klimatycznej obowiązuje ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jednolity Dz.U. 2017 poz. 286). Ogólnosiwiatowym programem zrównoważonego rozwoju jest Agenda Narodów Zjednoczonych na rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030. Przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w 2015 r. agenda stanowi nowy, spójny tok myślenia o tym, w jaki sposób zagadnienia tak zróżnicowane jak ubóstwo, edukacja i zmiany klimatu pasują do siebie. Wpisuje cele gospodarcze, społeczne i środowiskowe w 17 celów zrównoważonego rozwoju jako "niepodzielną całość". Idea zrównoważonego rozwoju implikuje, że cele zależą od siebie nawzajem - ale nikt nie określił dokładnie, w jaki sposób. Negocjacje międzynarodowe rzucają światło na trudne kompromisy. Jednak to, co decydenci polityczni chcą osiągnąć, to zrównoważenie interesów i priorytetów - a potrzeba ta pojawi się w momencie realizacji celów. Jeżeli poszczególne kraje będą ignorować nakładanie się działań i po prostu zaczną próbować pojedynczo wybierać cele, zaryzykują skutki odwrotne do zamierzonych (Nilsson i in., 2016). Warunkiem realizacji celów Agendy 2030 w ujęciu globalnym, jest to, aby wszyscy posiadali skuteczne instytucje oraz umiejętności i zdolności niezbędne do wyeliminowania ubóstwa oraz zapewnienia zrównoważonego rozwoju (Gruchelski, Niemczyk, 2016). Wśród kilkudziesięciu celów znajdują się zagadnienia dotyczące powstrzymania i odwrócenia

procesów degradacji gleby i promowania zrównoważonego rolnictwa oraz pilnych działania w celu przeciwdziałania zmianom klimatu i ich skutkom².

Problemu redukcji emisji gazów cieplarnianych do powietrza dotyka Strategia 2020 zakładająca, że w UE należy osiągnąć cele „20/20/20”³ w zakresie klimatu i energii (w tym ograniczenie emisji dwutlenku węgla nawet o 30%, jeśli pozwolą na to warunki). Oznacza to ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w UE o co najmniej 20% w porównaniu z poziomem z 1990 r. zwiększenie o 20% udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w ogólnym zużyciu energii w UE oraz zmniejszenie zużycia energii pierwotnej – dzięki racjonalnemu wykorzystaniu energii – o 20% w porównaniu z przewidywanym poziomem (tab. 1).

Tabela 1. Unijne zobowiązania w zakresie klimatu i energii (%)

Table 1. EU climate and energy commitments (%)

Priority UE	Na 2020 r.	Na 2030 r.
Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w porównaniu z rokiem 1990	20	40
Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych	20	27
Wzrost efektywności energetycznej	20	27

Źródło: Strategia 2020 http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2_pl.pdf. Pobrano 19 lipca 2017 r.

W Unii Europejskiej w latach 1990–2010 emisja dwutlenku siarki zredukowana została o 82%, tlenków azotu o 47%, a amoniaku o 28%. Jak jednak wskazano w komunikacie Komisji z dnia 18 grudnia 2013 r. pt. „Czyste powietrze dla Europy” nadal występują znaczące negatywne skutki i zagrożenia dla zdrowia ludzkiego i środowiska. Jednym z podstawowych dokumentów i jednocześnie częścią programu „Czyste powietrze dla Europy” zobowiązującą państwa członkowskie UE do redukcji emisji jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych. Unijne zobowiązania redukcji emisji wybranych zanieczyszczeń powietrza (%) w stosunku do roku 2005 przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Unijne i polskie zobowiązania redukcji emisji wybranych zanieczyszczeń powietrza (%)

Table 2. EU and Polish commitments to reduce emissions of selected air pollutants (%)

Zanieczyszczenia	Każdy rok od 2020 r. do 2029 r.		Każdy rok od 2030 r.	
	UE	Polska	UE	Polska
Dwutlenek siarki	59	5	79	70
Tlenki azotu	42	30	63	39
Amoniak	6	1	19	17
Lotne związki organiczne	28	25	40	26
Drobny pył zawieszony	22	16	49	58

Źródło: opracowanie na podstawie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284, <http://eur-lex.europa.eu>.

² Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne w dniu 25.09.2015 r. <http://www.unesco.pl/>. Pobrano 7.03.2018.

³ http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2_pl.pdf. Pobrano 19 lipca 2017 r.

Dyrektywa jest instrumentem do wdrożenia zmian w Protokole z Göteborga⁴ zaostroża wymogi, co do redukcji krajowych emisji czterech najważniejszych zanieczyszczeń: siarki (głównie dwutlenku siarki), tlenków azotu, lotnych związków organicznych (innych niż metan) i amoniaku. Wyznaczono nowe pułapy dla każdego państwa w rozbięciu na poszczególne zanieczyszczenia, które będą obowiązywać dla każdego roku od 2020 r. do 2029 r. i od 2030. Po raz pierwszy ujęto drobny pył zawieszony.

Dane i metody

Badania oparto o dane wtórne zgromadzone przez GUS, Eurostat, Krajowy Bilans Emisji. Do analizy redukcji przyjęto dane z lat 2005-2015. W pracy wykorzystano metodę analizy opisowej oraz statystycznej na podstawie dostępnych baz informacji publicznej. Obliczono dynamikę zmian przyjmując rok 2005 za bazowy. Wskaźniki struktury wg sektorów emisji.

Badania oparto o dwa wskaźniki zrównoważonego rozwoju z Aplikacji <http://wskaznikizrp.stat.gov.pl> – porównania międzynarodowe:

- Emisja gazów cieplarnianych według sektorów (tys. ton w ekwiwalencie CO₂),
- Emisja zanieczyszczeń zakwaszających – amoniak (t/1 km²).

Badania własne poprzedziły analizy podjętych działań międzynarodowych dotyczących redukcji emisji. Różne źródła emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do różnych sektorów gospodarki, takich jak: energetyczny, transportowy, budownictwo i rolnictwo przyczyniają się w różnym stopniu do całkowitej emisji gazów cieplarnianych. Wskaźnik emisji gazów cieplarnianych pozwala ocenić skuteczność działań podjętych w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Wskazuje również te obszary, gdzie będą konieczne dalsze działania⁵. Jako przykład wskaźnika pokazującego emisję na 1 km² poszczególnych zanieczyszczeń zakwaszających wybrano emisję amoniaku ze względu na to, że głównym źródłem emisji amoniaku jest sektor rolniczy. Amoniak jest ważnym czynnikiem zakwaszania gleb i eutrofizacji ekosystemów

Udział rolnictwa i dynamika zmian w emisji gazów cieplarnianych do powietrza w Polsce na tle Unii Europejskiej w latach 2008-2015

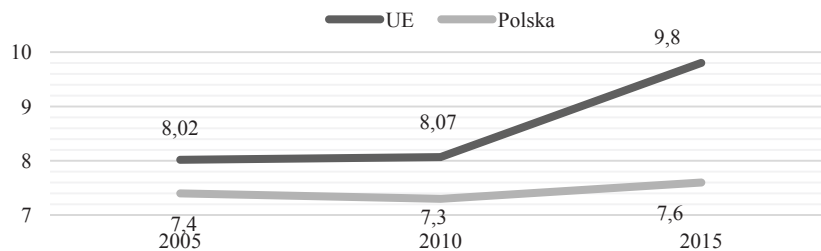
Rolnictwo niewątpliwie znacząco przyczynia się do zmian klimatycznych, które w przyszłości zagrożą również samemu rolnictwu. W Raportach Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa pojawiają się kolejne ostrzeżenia przed katastrofalnymi konsekwencjami zmian klimatycznych. Jeżeli natychmiast nie zostaną podjęte kroki chroniące środowisko, do 2030 roku ponad sto milionów ludzi zostanie skazanych na głód i skrajne ubóstwo. Raport z 2016 r. ostrzega, że bez „szerokiego przyjęcia praktyk zrównoważonej gospodarki rolnej, wodnej, rybackiej i leśnej niemożliwa będzie walka z ubóstwem na świecie”, a jedyną odpowiedzią są „głębokie przekształcenia w systemie gospodarki żywnościowej”⁶. Również zobowiązanie do redukcji emisji gazów

⁴ <http://ec.europa.eu/environment/air>. Pobrano 5 marca 2018 r.

⁵ <http://wskaznikizrp.stat.gov.pl>. Pobrano 5 marca 2018 r.

⁶ <http://www.fao.org/>. Pobrano 5 marca 2018 r.

cieplarnianych zawarte w protokole z Kioto⁷ wymieniało promowanie zrównoważonych form rolnictwa w aspekcie ochrony klimatu. Dwutlenek węgla (CO₂), metan (CH₄) i podtlenek azotu (N₂O) to główne gazy cieplarniane (GHG), których koncentracja w atmosferze wzrosła z powodu działalności człowieka (Syp 2017).

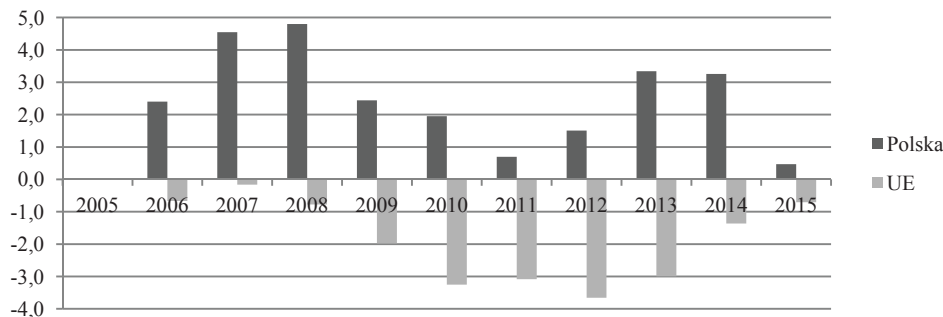


Rys. 1. Udział rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych w latach 2005-2015

Fig. 1. Share of agriculture in greenhouse gas emissions between 2005-2015

Źródło: opracowanie na podstawie danych Eurostatu; <http://ec.europa.eu/eurostat>.

Istotnym zagadnieniem jest ograniczanie emisji gazów cieplarnianych. Warto zatem rozpocząć od prześledzenia jaki był udział rolnictwa w UE i Polsce w emisji gazów cieplarnianych na przestrzeni kilkunastu lat (rys. 1). Analizy rozpoczęto od 2005 roku ze względu na to, że jest to rok odniesienia wskazany w Dyrektywie⁸.



Rys. 2. Dynamika zmian emisji gazów cieplarnianych z prowadzenia działalności w rolnictwie (%) w Polsce i UE (2005=0)

Fig. 2. Dynamics of changes in greenhouse gas emissions from agriculture (%) in Poland and the EU (2005=0)

Źródło: opracowanie na podstawie danych GUS (<http://wskaznikizrp.stat.gov.pl>).

Są to bardzo podobne poziomy, nieco wyższy udział rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych stwierdzono w UE niż w Polsce. W badanych latach widać wzrost udziału rolnictwa w emisji w Polsce i całej UE w przypadku gazów cieplarnianych. Należy nadmienić, że w stosunku do bazowego 1990 roku (Strategia, 2020) w rolnictwie w Polsce nastąpił znaczący spadek emisji, który spowodowany był zmianami strukturalnymi i ekonomicznymi po 1989 r., w tym zmniejszeniem produkcji zwierzęcej i roślinnej

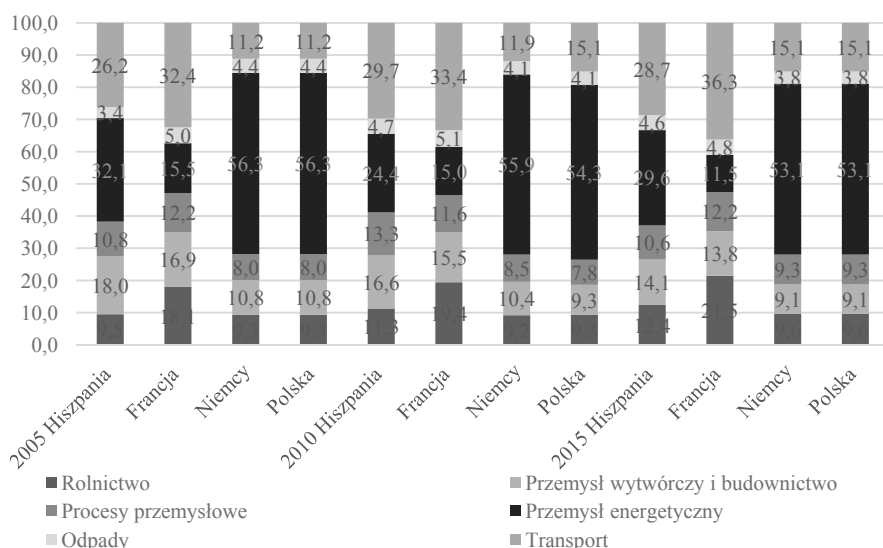
⁷ <https://www.mos.gov.pl/>. Pobrano 5 marca 2018 r.

⁸ Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 Pobrano 5 marca 2018 r. z: <http://eur-lex.europa.eu>.

(np. nastąpił spadek pogłowia bydła w latach 1988-2016 z ponad 10 mln szt. do niespełna 6 mln, owiec z ponad 4 mln szt. do ok. 240 tys. Jednak obecnie nie można już oczekiwać tak dużych spadków, co sprawia, że udział rolnictwa w emisji wzrósł nieznacznie. Potwierdzają to analizy Krajowego Raportu Inwentaryzacyjnego⁹.

Biorąc pod uwagę przedział czasowy 2005-2015 (rys. 2) widać wahania dynamice emisji gazów cieplarnianych w kolejnych latach w Polsce jak i w UE. Dynamikę zmian obliczono stosując indeks o podstawie stałej, gdzie rok 2005 przyjmowano za 100%. Wskaźnik przedstawia wielkość emisji gazów cieplarnianych wyrażonych w ekwiwalencie CO₂.

Na rysunku 3 zaprezentowano udział rolnictwa na tle poszczególnych gałęzi gospodarki w emisji gazów cieplarnianych wybranych krajów UE i Polski. Wśród zaprezentowanych krajów największy udział rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych stwierdzono we Francji. Pozom ten rośnie nieznacznie od 2005 roku i w 2015 roku osiągnął 21% ogólnej emisji. W Polsce i w Niemczech, to udział nieco ponad 9%, podobnie jak w całej UE. Warto też wspomnieć o Hiszpanii, która nie dotrzymuje poziomów redukcji przyjętych w zobowiązaniach, gdzie również udział emisji z rolnictwa wzrósł z 9% do ponad 11%.



Rys. 3. Udział gałęzi gospodarki w emisji gazów cieplarnianych w wybranych krajach UE (%)

Fig. 3. Share of the economy in greenhouse gas emissions in selected EU countries (%)

Źródło: opracowanie na podstawie danych GUS (<http://wskaznikizrp.stat.gov.pl>).

Dynamika zmian emisji z rolnictwa w badanych latach w Polsce i UE (28 krajów) nie przebiega podobnie. W UE widoczna jest redukcja stosunku do 2005 roku, choć nie jest to tendencja rosnąca, a waha się. W Polsce ciągle emisja z rolnictwa w stosunku do 2005 roku

⁹ http://www.kobize.pl/Inwentaryzacja_Gazow_Cieplarnianych_w_Polsce_dla_lat_1988-2016,2018. Pobrano 5 marca 2018 r.

jest wyższa, a wahania są jeszcze większe. W 2015 przybliżyła się do wielkości z 2005 roku.

W rolnictwie problem emisji gazów cieplarnianych i ich wpływu na klimat ma kluczowe znaczenie dla produkcji. Jak twierdzi Pajewski (2016) za Adamowiczem (2012), zmiany klimatyczne będą się pogłębiać, a przewiduje się, że po 2050 roku mogą one mieć negatywny wpływ na rolnictwo na całym obszarze UE. Będzie się to ujawniać w poziomie i zmienności plonów oraz wydajności w produkcji zwierzęcej, zmienności cen i dochodów rolnych, przesuwaniu terytorialnym produkcji, porzuceniu ziemi, ekonomicznej presji na obszary wiejskie oraz utratę ich spójności z ośrodkami rozwoju.

Najważniejszym wyzwaniem dla ochrony klimatu w rolnictwie jest wprowadzanie metod produkcji, które będą sprzyjać zmniejszaniu emisji gazów cieplarnianych. Sposobem na ograniczenie emisji z rolnictwa jest modyfikacja stosowanych metod produkcji zwierzęcej właściwe przechowywanie obornika i gnojowicy. Więcej o tym piszą (Faber, Jarosz, 2017b). Źródłem emisji metanu w rolnictwie są głównie wydaliny gazowe zwierząt, zwłaszcza przeżuwaczy. Jednak możliwości ograniczenia emisji metanu są niewielkie u zwierząt, u których musi być stosowana wysokoenergetyczna dieta. Można za to wykorzystać metan produkowany z fermentacji odchodów jako źródło energii w biogazowniach. Ilości metanu uwalniane z gnojowicy i obornika są niewielkie. Źródła emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie¹⁰ są zróżnicowane: podtlenku azotu – gleby rolne 42,9% całkowitej emisji z rolnictwa, odchody zwierzęce – 7,0%, metanu – fermentacja jelitowa – 41,9%, odchody – 5,5%. Współczynnik globalnego ocieplenia dla podtlenku azotu jest ok. 296 razy, a dla metanu prawie 23 razy wyższy niż dla dwutlenku węgla (Jugowar i in., 2015).

Dynamika emisji amoniaku w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej

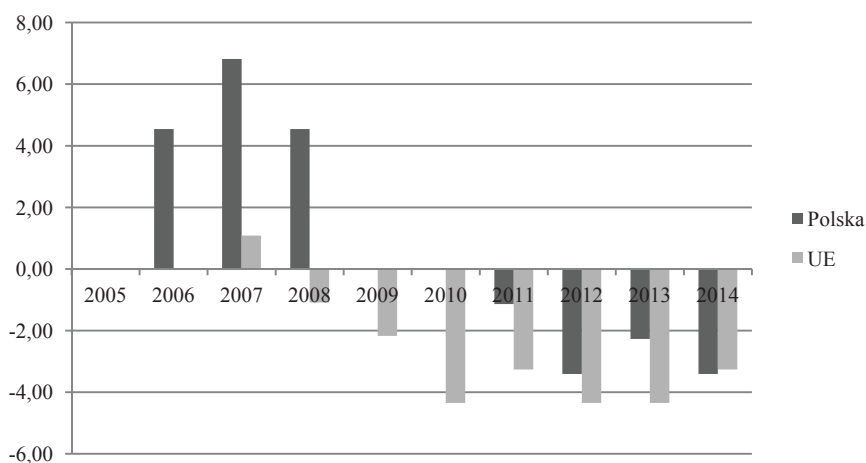
Substancje zanieczyszczające powietrze, które w znacznych ilościach powstają w toku produkcji rolniczej, to między innymi nieorganiczne związki azotu: amoniak (NH_3), tlenki azotu – NO_x , Amoniak i tlenki azotu przyczyniają się do zakwaszania i eutrofizacji ekosystemów naturalnych (Marcinkowski, 2010; Sapek, 2008). Ze względu na złożoność tematu ograniczono się do analizy emisji amoniaku. Amoniak przyczynia się do eutrofizacji zakwaszenia ekosystemów. Tworzy on również pył zawieszony w atmosferze, który ma negatywny wpływ na zdrowie ludzi.

Rolnictwo jest głównym źródłem emisji amoniaku (około 97% produkcji w kraju, 94% w UE), z czego 79% przypada na produkcję zwierzęcą, a niepotrzebne straty wynikają z zastosowanego systemu utrzymania zwierząt, niewłaściwego przechowywania odchodów, lub błędów popełnianych podczas nawożenia pól nawozem naturalnym. Również nawozy mineralne (pozostałe 21%), a głównie mocznik stosowany przedsięwzięnie nie wymieszany natychmiast z glebą ulega stratom (Sosulski, Łabętowicz, 2007). Postępowanie z nawozami jest przedmiotem Dobrych Praktyk Rolniczych. Przy zastosowaniu się do zaleceń można te straty znacząco ograniczyć, a tym samym zapobiegać w przyszłości zakwaszeniom gleb. Sytuację miałyby poprawić wspomniana wcześniej nowa dyrektywa o redukcji krajowych emisji niektórych zanieczyszczeń atmosferycznych na lata 2020-2030¹¹. Zobowiązuje ona

¹⁰ Poland's National Inventory Report 2017.

¹¹ Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284, <http://eur-lex.europa.eu>.

Polskę do ograniczenia emisji amoniaku w porównaniu do roku 2005 o 1% dla każdego roku w latach 2020-2029 oraz o 17% w każdym roku od 2030 r (Faber, Jarosz, 2017a). Na rysunku 4 przedstawiono dynamikę zmian emisji amoniaku w Polsce i UE wykorzystując wskaźnik emisji na 1 km² (tony). Dynamikę zmian obliczono stosując indeks o podstawie stałej gdzie rok 2005 przyjmowano za 100%. W 2015 brak danych.



Rys. 4. Dynamika zmian emisji amoniaku w latach 2005-2014

Fig. 4. Change dynamics of ammonia emissions from 2005-2014

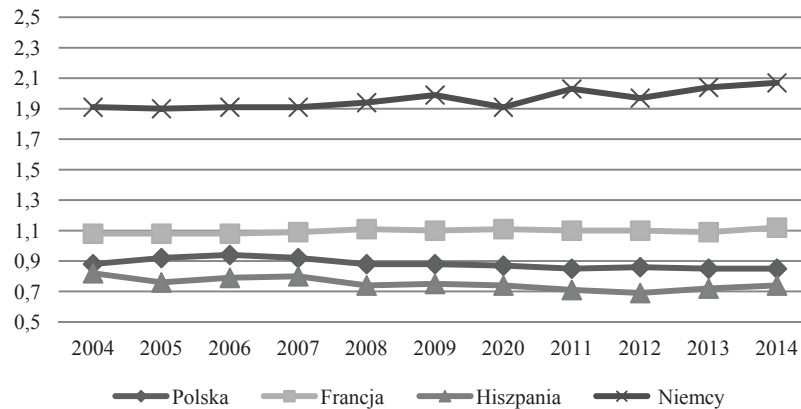
Źródło: opracowanie na podstawie danych GUS (<http://wskaznikizrp.stat.gov.pl>).

Problematykę kontroli i ograniczania emisji amoniaku ze źródeł rolniczych przedstawia Lisowska-Mieszkowska (2014). Analizowała długookresowe trendy emisji amoniaku oparte na danych przekazywanych przez Polskę do EMEP6 stwierdzając, że w latach 1990-2001 krajowa emisja amoniaku znacząco zmalała, natomiast od 2000 roku notuje się wahania roczne, które prawdopodobnie wynikały ze zmian liczebności поголівia zwierząt, zwłaszcza trzody chlewnej. Spadek emisji amoniaku nastąpił również ze względu na mniejsze zużycie nawozów azotowych w rolnictwie. Sapek (2013) potwierdza, że w Polsce od r. 1990 emisja amoniaku zmniejszyła się dwukrotnie, mimo iż nie podjęto żadnych czynności naprawczych w tym zakresie.

Biorąc pod uwagę porównania międzynarodowe wskaźniki zrównoważonego rozwoju dostępne w Aplikacji GUS dotyczą emisji w t/km² na rysunku 5 przedstawiono zmiany w wielkości emisji w wybranych krajach UE.

Wśród prezentowanych krajów najwyższą emisją charakteryzują się Niemcy, z systematycznym niewielkim wzrostem. Hiszpania i Francja mają dość stały poziom emisji, w Polsce w badanych latach odnotowano spadek emisji, co omówiono powyżej. Z raportu EAS wynika, że kilka krajów członkowskich ma problemy z limitami NH₃. Roczne sprawozdanie Unii Europejskiej z inwentaryzacji emisji za lata 1990-2015 w ramach Konwencji EKG ONZ w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości (LRTAP) pokazuje, że emisje NH₃ zmniejszyły się o 23% w latach 1990-2015, ale w UE-28 wzrosły o 1,8% w latach 2014-2015. Emisje amoniaku wzrosły najbardziej we

Francji, Niemczech i Hiszpanii. Niemcy, Hiszpania i Szwecja przekroczyły w 2015 r. swoje pułapy NH_3 .



Rys. 5. Emisja amoniaku w wybranych krajach UE w latach 2005-2014 ($\text{t}/1 \text{ km}^2$)

Fig. 5. Ammonia emissions in selected EU in the years 2005-2014 ($\text{t}/1 \text{ km}^2$)

Źródło: opracowanie na podstawie danych GUS (<http://wskaznikizrp.stat.gov.pl>).

Bieńkowski (2010) pisze, że od kiedy udowodniono, że amoniak jest znaczącym czynnikiem zakwaszania kontrola jego emisji odgrywa dużą rolę w międzynarodowej polityce środowiskowej. Należy też wspomnieć o wprowadzonej zasadzie wzajemnej zgodności, której celem jest wspieranie rolnictwa zrównoważonego. Wprowadzenie tej zasady niewątpliwie przyczynia się do zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko. Według Pietrzaka (2009) sposoby postępowania tam zawarte nie są adekwatne do potrzeb rozwoju zrównoważonego rolnictwa. Zarzuca im zbyt małą precyzję zasad postępowania, czy zbyt mały rozmiar obszarów szczególnie zagrożonych azotanami. Proponuje korzystając z osiągnięć w innych krajach (Farmer, Swales, 2004) pogłębiony i bardziej przejrzysty wymiar, również uwzględniając zasady do dobrowolnego stosowania.

Podsumowanie

Czyste powietrze stało się przedmiotem zainteresowania międzynarodowych społeczności, a wskazania są zawarte w licznych dokumentach strategicznych (Strategia Europa 2020, Agenda 2030 oraz poprawiony protokół z Göteborga – dyrektywa NEC). Rolnictwo jest głównym źródłem emisji amoniaku w UE (94%) i w Polsce (97%) i ma znaczący udział w emisji gazów cieplarnianych. Celem pracy była analiza udziału i dynamiki zmian w emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z rolnictwa w Polsce na tle Unii Europejskiej, z wykorzystaniem wskaźników zrównoważonego rozwoju. Na podstawie analizowanej literatury, która oraz wyników badań własnych można stwierdzić, że rolnictwo ma znaczący wpływ na wielkość emisji. Amoniak nie ma wpływu na ocieplenie klimatu ale przyczynia się do zakwaszenia. Również nie bez znaczenia jest rola

rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych. W UE 9,8% tych gazów pochodzi z rolnictwa w Polsce nieco mniej 7,6. Warto podkreślić, że emisja amoniaku w badanych latach nieco spadła, choć nie wszystkie Kraje UE dotrzymały założonych limitów. Jednak emisja gazów cieplarnianych z rolnictwa w Polsce wyrażona w ekwiwalencie CO₂ nie wykazuje spadku w stosunku do 2005. Problemy zmian klimatycznych i zakwaszenia gleb postrzega się jako kluczowe w rozwoju rolnictwa w przyszłości. Przewiduje się, że rolnictwo w UE i na świecie może dotknąć szereg kryzysów wywołanych niekorzystnym wpływem działalności człowieka, w tym obecnej działalności rolniczej. Należy wspomnieć o rodzących się nowych inicjatywach w podejściu do konstruowania celów zrównoważonego rozwoju, które muszą być mierzalne, oparte na najnowszych badaniach i powinny mieć zastosowanie do krajów rozwiniętych i rozwijających się. Zatem analizy szczegółowe emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza z różnych źródeł oraz ich wzajemne implikacje wydają się uzasadnione.

Literatura

- Balas, A., Molenda, A. (2016). Koncepcja doboru wskaźników zrównoważonego rozwoju Polski oraz narzędzie ich udostępniania i prezentacji (Indicators of Poland's sustainable development in and tools for their dissemination and presentation). *Optimum. Studia Ekonomiczne*, 2 (80), 98-114.
- Bieńkowski, J. (2010). Regionalne zróżnicowanie emisji amoniaku w polskim rolnictwie w latach 2005–2007 (Regional differentiation of ammonia emission in Polish agriculture in the years 2005 – 2007). *Fragmenta Agronomica*, 27(1), 21-31.
- Blewitt, J. (2014). Understanding Sustainable Development. *New York: Routledge*, 394.
- Borys, T. (2005). Wprowadzenie do badań nad wskaźnikami zrównoważonego rozwoju (Introduction to research on sustainable development indicators). W: T. Borys (red.), *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju, Ekonomia i Środowisko*, Warszawa-Białystok, 9-22.
- Borys, T. (2014). Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia, (Selected Problems of Measurement Methodology of New Development Paradigm: Polish Experiences), *Optimum Studia i Rozprawy*, 3, 1-19.
- Burchard-Dziubińska, M. (2001). Koncepcja trwałego i zrównoważonego rozwoju – kłopotliwy owoc decyzji politycznych (The concept of sustainable development - a troublesome fruit of political decisions). W: F. Piontek (red.) *Ekonomia a rozwój zrównoważony. Teoria i kształcenie, Ekonomia i Środowisko*, Białystok, 64-72.
- Faber, A., Jarosz, Z. (2017a). Prognoza ograniczenia emisji amoniaku z mineralnych nawozów azotowych na lata 2020 i 2030 (Projection of ammonia emission reduction from mineral nitrogen fertilizers for 2020 and 2030). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 52(6), 19-27.
- Faber, A., Jarosz, Z. (2017b). Potencjały redukcji emisji gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie w świetle literatury (Potential of greenhouse gas emission reduction in Polish agriculture in the light of literature). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 52(6), 45-56.
- Farmer, M., Swales, V. (2004). The development and implementation of cross compliance in the EU 15: an analysis. *London: IEPP*, 84.
- Gołasa, P. (2013). Emisja gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie – poziom i źródła pochodzenia (Greenhouse gas emissions in Polish agriculture – the level and sources). *Roczniki Naukowe SERiA*, 18(3), 71-75.
- Griggs, D. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305-307.
- Gruchelski, M., Niemczyk, J. (2016). Agenda Narodów Zjednoczonych Na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030 I cel zrównoważonego rozwoju – szanse realizacji celów (The 2030 Agenda for sustainable development goals and sustainable development goals – chances of implementation), *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 122-126.
- Jugowar, J.L., Rzeźnik, W., Mielcarek, P. (2015). Emisje z sektora rolniczego – problem, którego nie unikniemy (Emissions from the agricultural sector - an unavoidable problem). *Instytut Technologiczno-Przyrodniczy dla nauki, praktyki i doradztwa*. Materiały konferencyjne. Pobrano z: <http://www.itep.edu.pl/nauka/konferencje/ko20150930/5.pdf>.

- Lisowska-Mieszowska, E. (2014). Kontrola i ograniczanie emisji amoniaku ze źródeł rolniczych. Działania podejmowane na forum międzynarodowym (Controlling and limiting the emission of ammonia. From the agricultural sources). *Ekonomia i Środowisko*, 3(50), 108-120.
- Marcinkowski, T. (2010). Emisja gazowych związków azotu z rolnictwa (Emissions of gaseous nitrogen compounds from agriculture). *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 10(3), 175-189.
- Mulligan, M. (2014). *An Introduction to Sustainability: Environmental, Social and Personal Perspectives*. Routledge, New York, 340.
- Nilsson, M., Griggs, D., Visbeck, M. (2016). Map the interactions between sustainable development goals. *Nature*, 534(7607), 320.
- Pajewski, T. (2016). Zmiany poziomu emisji gazów cieplarnianych w produkcji rolnej (Changes in greenhouse gas emissions in agricultural production). *Roczniki Naukowe SERiA*, 18(1), 214-218.
- Redukcja emisji gazów cieplarnianych i amoniaku oraz metody adaptacji do zmian klimatu (wybrane zagadnienia) (Reduction of greenhouse gas and ammonia emissions and methods of adaptation to climate change (selected issues) (2017), Red. nauk: R. Borek, Z. Jarosz, *Studia i Raporty IUNG-PIB*.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, S.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475.
- Sapek, A. (2008). Emisja tlenków azotu (NOx) z gleb uprawnych i ekosystemów naturalnych do atmosfery (Emission of nitrogen oxides (NOx) from crop soils and natural ecosystems). *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 8(1), 283-304.
- Sapek, A. (2013). Emisja amoniaku z rolnictwa w Polsce (Ammonia Emissions from Agriculture in Poland). *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 335(2), 114-123.
- Sosulski, T., Łabętowicz, J. (2007). Oszacowanie rozpraszania azotu z rolnictwa polskiego do atmosfery oraz wód powierzchniowych i gruntowych (Estimation of nitrogen dispersion from Polish agriculture to atmosphere, surface and ground waters.). *Postępy Nauk Rolniczych*, 5(59), 3-19.
- Syp, A. (2017). Emisje gazów cieplarnianych z rolnictwa w latach 1990-2014 (Greenhouse Gas Emissions from Agriculture in 1990-2014). *ZN SGGW Problemy Rolnictwa Światowego*, 17(2), 244-255.
- Welzer, H., Wiegandt, K. (2001). *Perspektiven einer nachhaltiger Entwicklung (Perspectives of sustainable development)*. Fischer, Frankfurt am Main, 71.

Do cytowania / For citation:

Witkowska-Dąbrowska M. (2018). Zmiany w wielkości emisji gazów cieplarnianych i amoniaku do powietrza z działalności rolniczej w Polsce i UE – analizy z wykorzystaniem wskaźników zrównoważonego rozwoju. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 18(2), 303–314;

DOI: 10.22630/PRS.2018.18.2.57

Witkowska-Dąbrowska M. (2018). Changes in the Volume of Air Emissions from Gases and Selected Pollutants Originating from Agricultural Production in Poland and in the EU – Analyses Using Sustainable Development Indicators (in Polish). *Problems of World Agriculture*, 18(2), 303–314;

DOI: 10.22630/PRS.2018.18.2.57