



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

Bogdan Klepacki,  
Piotr Gołasa,  
Marcin Wysokiński

## Efektywność emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie Unii Europejskiej

**Streszczenie:** W artykule zaprezentowano zagadnienie emisji gazów cieplarnianych (GHG) na gruncie ekonomii środowiskowej. Przedstawiono problematykę teoretyczną dotyczącą efektów zewnętrznych, optimum Pareto i potrzebę ujęcia kwestii środowiskowych w rachunku ekonomicznym rolnictwa. Na podstawie danych pochodzących z European Environmental Agency (EEA) oraz bazy Eurostat za lata 1990–2013 obliczono poziom emisji gazów cieplarnianych pochodzących z rolnictwa oraz jej efektywność. Stwierdzono, że Francja, Wielka Brytania, Niemcy, Polska i Hiszpania odpowiadają za połowę emisji rolniczych gazów cieplarnianych w UE. Średnia efektywność emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie krajów UE w 2013 r. wyniosła 391 EUR nadwyżki na 1 tonę emisji GHG. Najwyższą efektywnością charakteryzowały się takie kraje, jak: Słowacja, Włochy i Malta. W żadnym z badanych krajów rolnictwo nie osiągnęło tak wysokiej efektywności emisji jak cała gospodarka, w najlepszym wypadku wskaźnik ten wynosi od 0,4 do 0,5.

**Słowa kluczowe:** rolnictwo, efekty zewnętrzne, emisja gazów cieplarnianych, efektywność emisji gazów cieplarnianych.

### 1. Wprowadzenie

Pod koniec XX i na początku XXI w. nasilające się anomalie pogodowe, w tym długotrwałe susze, rozrastające się obszary „martwej” (nieurodzajnej gleby),

---

Autor jest pracownikiem Katedry Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa (e-mail: bogdan\_klepacki@sggw.pl).

Autor jest pracownikiem Katedry Polityki Europejskiej, Finansów Publicznych i Marketingu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa (e-mail: piotr\_golasa@sggw.pl).

Autor jest pracownikiem Katedry Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa (e-mail: marcin\_wysokinski@sggw.pl).

powodzie czy ocieplanie klimatu, skłoniły do zredefiniowania praw i obowiązków człowieka wobec planety. Pojawiły się m.in. nowe paradygmaty w teoriach ekonomicznych (np. zrównoważony rozwój<sup>1</sup>) i nastąpił wzrost świadomości społecznej w kwestiach środowiskowych. Rozpoczęto poszukiwania metod ograniczenia negatywnego wpływu działalności ludzkiej na środowisko. O ile w przypadku przemysłu czy transportu proces ten trwa już od dłuższego czasu, to w odniesienia do rolnictwa<sup>2</sup> zagadnienie jest czymś relatywnie nowym. Problem wyceny negatywnych skutków działalności człowieka jest częścią znacznie szerszego nurtu współczesnej ekonomii, mianowicie ekonomii środowiskowej, która bada możliwości optymalnego wykorzystania zasobów i walorów środowiska przyrodniczego z uwzględnieniem konieczności ich zachowania dla przyszłych generacji oraz wpływu „konsumpcji środowiska” na sumę dobrobytu społecznego ludności. Zjawiskiem istotnie pogarszającym dobrobyt społeczny jest emisja gazów cieplarnianych. W artykule zaprezentowano ten problem w rolnictwie krajów Unii Europejskiej (UE).

Przyroda i walory środowiskowe przez długi czas nie były doceniane przez ekonomię głównego nurtu, co wynikało z przyjętego założenia, że stanowią one dobra wolne<sup>3</sup>, a tym samym nie mają wartości. Do lat 80. XX w. uważano, że zasoby

<sup>1</sup> Rozwój zrównoważony zakłada harmonię pomnażania dóbr z wydolnością ekosystemów tak, by te ostatnie nie utraciły zdolności do odnowy. A to wymaga przestrzegania w rozwoju co najmniej czterech zasad strategicznych:

- stopa użytkowania zasobów odnawialnych, jak np. gruntów, wody słodkiej, lasu, ryb, nie powinna być większa od stopy ich odnowy;
- zużycie zasobów nieodnawialnych, jak np. paliw kopalnych, rud metali, wód głębinowych, nie powinno przekraczać poziomu, jaki wynika z możliwości ich substytucji przez zasoby odnawialne oraz zwiększonej produktywności zasobów odnawialnych i nieodnawialnych;
- zanieczyszczenia wnoszone do środowiska nie powinny przekraczać potencjału absorpcyjnego środowiska (pojemności środowiska), czyli możliwości ich wchłonięcia, przetworzenia lub unieszkodliwienia przez środowisko;
- należy zachować zgodność w czasie wnoszonych substancji do środowiska z naturalnymi procesami w środowisku (Zegar 2009, s. 9–10).

<sup>2</sup> „Wyzwania stojące przed sektorem rolnym sprowadzają się do rosnących obaw związanych z degradacją środowiska naturalnego (...)” (Matuszczak 2013, s. 103).

<sup>3</sup> Kategoria „dóbr wolnych” została stworzona w XIX-wiecznej ekonomii. Służyła do prezentacji znaczenia dóbr występujących w nadmiarze, w stosunku do zapotrzebowania na nie, zgłaszanego przez gospodarkę i poszczególne podmioty oraz relacji między gospodarowaniem jako procesem dokonywania wyborów ekonomicznych a obfitością dóbr (czynników produkcji czy szerzej zasobów ekonomicznych). W tradycyjnej literaturze ekonomicznej przykładami takich dóbr były przede wszystkim składniki środowiska przyrodniczego (woda, powietrze, przestrzeń, światło słoneczne). Skala antropogennego oddziaływania na środowisko spowodowała, że obecnie coraz mniej dóbr środowiskowych może być uznane za wolne. Aktualnie poza siłą grawitacji czy energią promieniowania słonecznego praktycznie nie występują dobra mające atrybuty dóbr wolnych w każdych okolicznościach. Ich obfitość w porównaniu z potrzebami nie spełnia kryterium swobodnego dostępu do nich i możliwości nieograniczonego korzystania z nich. Muszą być uznane za dobra o charakterze ekonomicznym i poddane rachunkowi ekonomicznemu

przyrodnicze uzyskują wartość dopiero po ich pozyskaniu i przekształceniu przez człowieka, a więc dzięki pracy ludzkiej. Badania podejmowane w ramach ekonomii środowiskowej spowodowały, że zaczęto dostrzegać wartość przyrody jako takiej. Obecnie uznaje się, że kategoria dóbr wolnych była jednym z największych błędów ekonomii klasycznej. Pojęcie to otworzyło drogę do kolonizacji przyrody i dzięki temu poprzednie pokolenia żyły oraz bogaciły się kosztem zawłaszczania zasobów i walorów przyrody, a współczesne pokolenia już żyją kosztem pogorszenia przyrodniczych warunków bytu i działalności gospodarczej swoich bliższych oraz dalszych następców (Poskrobko 2011, s. 21). Ekonomisci zwracają więc uwagę na zjawisko sprawiedliwości międzypokoleniowej i konieczność trwale równowaznego rozwoju. Potrzebę zmian w postrzeganiu środowiska naturalnego zauważamy m.in. w nauce Kościoła, w szczególności w Encyklice *Caritas in veritate* Benedykta XVI (2009), który stwierdza: „Zagadnienie rozwoju jest dzisiaj mocno związane również z powinnościami wynikającymi ze stosunku człowieka do środowiska naturalnego. Jest ono dla wszystkich, a za korzystanie z niego jesteśmy odpowiedzialni wobec ubogich, przyszłych pokoleń i całej ludzkości. Należy dostrzegać w przyrodzie cudowny owoc, z którego człowiek może korzystać w sposób odpowiedzialny, aby zaspokoić swe słuszne potrzeby – materialne i niematerialne – z poszanowaniem wewnętrznej równowagi”.

W gospodarowaniu zasobami środowiska przyrodniczego, tak jak w przypadku wszystkich innych zasobów, występuje problem ograniczoności i wyboru, który w ujęciu makroekonomicznym wiąże się z jakością środowiska jako czynnika wpływającego na dobrobyt społeczny. Ekonomia środowiskowa odwołuje się w swoich rozważaniach zwłaszcza do ekonomii dobrobytu. „Proces gospodarowania powinien prowadzić do maksymalizacji sumy dobrobytu społecznego w przyjętym horyzoncie gospodarowania, przy zachowaniu społecznie pożądaney jakości środowiska dla przyszłych pokoleń” (Fiedor i in. 2002, s. 37). Niezwykle ważnym elementem w tym podejściu jest kwestia rozłożenia dobrobytu społecznego w czasie i związane z nim intertemporalne optimum Pareto. Określa ono taki stan społeczny, w którym nie można poprawić położenia żadnego członka społeczeństwa bez pogorszenia stanu przynajmniej jednego z pozostałych członków.

Z pojęciem dobrobytu społecznego są związane tzw. efekty zewnętrzne, które stanowią określony rodzaj niedoskonałości, zwanych też defektami rynku, a więc jego niezdolności do takiej alokacji ograniczonych zasobów, która zapewnia

---

(optymalizacyjnemu). Dóbr środowiskowych nie uznaje się zatem z punktu widzenia kryterium rzadkości za dobra wolne. W przeciwnym razie można doprowadzić do ich nieoptymalnego wykorzystania. W efekcie końcowym otrzymuje się marnotrawstwo i nadmierną degradację środowiska przyrodniczego. Dobra środowiskowe są dobrami ekonomicznymi, co generuje konieczność gospodarowania nimi (Fiedor i in. 2002, s. 52).

osiąganie przez gospodarkę stanu opisywanego przez optimum Pareto (efekty zewnętrzne występują wówczas, gdy efektywność produkcyjna lub poziom użyteczności jednego podmiotu zależy od działań innego podmiotu, przy czym wpływ ten ma charakter pozarynkowy; Meade 1952, s. 54–67). Efekty zewnętrzne są zaliczane do źródeł niedoskonałości rynku, a w rezultacie ich występowania dokonuje się niewłaściwa (tj. nieefektywna lub niesprawiedliwa) alokacja zasobów (Leszek 2010, s. 9–20). W przypadku występowania efektów zewnętrznych optimum społeczne różni się od optimum prywatnego. Rachunek ekonomiczny jednostek gospodarczych nie uwzględnia efektów zewnętrznych, a co za tym idzie nie obejmuje wszystkich kosztów i korzyści. Gdyby zostały one uwzględnione, optymalny poziom produkcji uległby przesunięciu. Przy pozytywnych efektach zewnętrznych społecznie optymalny poziom produkcji jest wyższy niż uwzględniony w rachunku prywatnym, a przy negatywnych efektach zewnętrznych niższy (Gajos 2015, s. 90–93). Można wyróżnić więc korzyści i koszty zewnętrzne. Jeżeli możliwości realizacji funkcji celu przez dany podmiot ulegną poprawie w wyniku działania innego podmiotu (przy założeniu, że wpływ ma charakter pozarynkowy), powstają korzyści zewnętrzne, jeżeli możliwości te ulegają pogorszeniu, występują koszty zewnętrzne (Graczyk, Kociszewski 2013, s. 43–95).

W konsekwencji efekty zewnętrzne stały się jedną z realnych barier rozwoju gospodarczego. Nowe bariery, utożsamiane przede wszystkim z wyczerpywaniem się zasobów naturalnych, wymusiły weryfikację paradygmatów rozwoju gospodarczego w kierunku rozwoju zrównoważonego, tj. zaspokajającego potrzeby zarówno współczesnej generacji, jak i przyszłych pokoleń (*Our Common Future* 1987, s. 24).

W sektorze rolniczym efekty produkcyjne są związane z powstawaniem różnego typu zagrożeń środowiskowych (tzw. efektów zewnętrznych) (Bieńkowski i in. 2014, s. 15; Gołębiewska, Pajewski 2015, s. 64–65). Poza podstawową funkcją dostarczania żywności, paszy, włókna czy biokomponentów, aktywność rolnicza może powodować skutki negatywne, takie jak zanieczyszczenie wody, degradacja gleby, przyspieszenie zmian klimatu lub utrata różnorodności biologicznej.

Coraz większą uwagę naukowców i polityków przykuwa kwestia zmian klimatycznych, głównie z powodu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze oraz ujawniających się ich skutków, takich jak: kwaśne deszcze, smog czy burze piaskowe i pyłowe – zagrażające zdrowiu ludzi, zmniejszające przyrost biomasy, powodujące korozję itd. Zjawiska te mają na ogół charakter lokalny, natomiast globalne znaczenie ma wzrost temperatury na skutek zagęszczenia gazów cieplarnianych w atmosferze, które pochłaniają i reemitują promienie podczerwone. Do najważniejszych, spośród około 30 gazów cieplarnianych, należą: dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, metan, podtlenek azotu oraz freony. Emisja tych i innych gazów przekracza zdolności absorpcyjne ekosystemu globalnego.

Ocenia się, że rolnictwo jest odpowiedzialne za prawie 1/3<sup>4</sup> antropogenicznych emisji powodujących zmiany klimatu<sup>5</sup>, w tym za około 50% emisji metanu (CH<sub>4</sub>) i 70% emisji N<sub>2</sub>O – głównie z fermentacji przeżuwaczy, odchodów, uprawy ryżu i nawozów azotowych, natomiast z deforestacji pochodzi 18% efektu klimatycznego (IAASTD 2009, s. 21; Krzyżanowski, Wrzaszcz, Zegar 2015, s. 29–30; Zieliński 2014, s. 226–236).

Nieujmowanie aspektów środowiskowych w rachunku ekonomicznym rolnictwa prowadzi do rezultatów sprzecznych z racjonalnością gospodarowania. Według Andrzeja Czyżewskiego:

[...] pomijanie w rachunku kosztów efektów zewnętrznych produkcji rolniczej prowadzi do nadmiernej degradacji ekologicznej obszarów wiejskich i społecznej depriwacji wsi, które objawia się zanikiem bioróżnorodności, zanieczyszczeniem i erozją gleb, nadmierną konsumpcją zasobów wodnych, utratą żywotności społeczności i obszarów wiejskich oraz występowaniem różnorodnych chorób związanych z produkowaną w sposób industrialny żywnością. Obecność tych niedostatków modelu industrialnego stanowi przesłankę do jego zmiany na rzecz zrównoważonego modelu rolnictwa rodzinnego, zakładającego bardziej harmonijny rozwój wszystkich trzech sfer wiejskiej gospodarki (społecznej, ekonomicznej i środowiskowej). Koncepcja ta wywodząca się z proekologicznych ruchów lat 70. i 80. ostatecznie ukształtowana została na początku lat 90. Od tego czasu jest sukcesywnie wprowadzana do interwencyonistycznej praktyki UE, redefiniując cele i narzędzia wspólnej polityki rolnej. Najpełniej zaś postulat zrównoważenia rolnictwa objawia się w zmianach, jakie wystąpiły w konstrukcji WPR na lata 2014–2020, gdzie po raz pierwszy konkretna część dopłat przekazana będzie rolnikom za dostarczanie konkretnych dóbr publicznych. Wydarzenie to stanowić może milowy krok w kierunku ustanowienia powszechnego podatku ekologicznego, z którego środki przeznaczone zostaną na opłatę wytwarzanych przez rolnictwo środowiskowych dóbr nierynkowych (Czyżewski 2015, s. 28).

<sup>4</sup> Należy zauważyć, że występują różnice w szacowaniu udziału rolnictwa w emisji gazów cieplarnianych, co ma związek z metodologią badań i agregowania wyników. Jedną z przyczyn jest np. pomijanie emisji gazów cieplarnianych pochodzących ze spalania nośników energii zużywanych w procesie produkcji rolniczej.

<sup>5</sup> Rolnictwo może przyczyniać się do zmian klimatycznych poprzez cztery główne działania:

- przekształcenie gruntów i orka uwalnia duże ilości magazynowanego węgla w postaci CO<sub>2</sub> z pierwotnej roślinności i gleb;
- emitowanie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) i cząstek stałych podczas wykorzystywania paliw kopalnych do zasilania maszyn rolniczych, pomp nawadniających, urządzeń do suszenia ziarna itp., a także do produkcji nawozów i pestycydów;
- aplikowanie nawozu azotowego i związane z nimi praktyki stosowania obornika i rozkładu odpadów rolnych powodujących emisję podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O);
- dostarczanie do atmosfery metanu (CH<sub>4</sub>), który jest uwalniany głównie podczas zwierzęcych procesów trawiennych i produkcji ryżu.

Istnieje zatem potrzeba nowego podejścia do zagadnień efektywności w rolnictwie, a mianowicie włączenia czynnika środowiskowego (zarówno kosztów, jak i korzyści środowiskowych<sup>6</sup>) do rozważań nad relacją nakładów i efektów (Czyżewski, Smędzik 2010, s. 62; Zegar 2007) i prowadzenia badań nad efektywnością ekonomiczno-środowiskową rolnictwa. Takie ujęcie tematu wpisuje się w ogólnosiwiatowy nurt ekologizacji ekonomii oraz konflikt pomiędzy wzrastającymi potrzebami ludności świata a kurczącymi się zasobami naturalnymi. Efektywność ich wykorzystania będzie decydująca dla zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń.

Głównym tematem badań była dotychczas efektywność ekonomiczna i finansowa gospodarstw, rynków czy też regionów. Biorąc pod uwagę kierunki rozwoju WPR oraz wymagania stawiane rolnictwu, efektywność ekonomiczno-środowiskowa może stać się w niedalekiej przyszłości wyznacznikiem kierunków polityki rolnej w UE. Potrzebna jest zatem kompleksowa ocena w zakresie efektywności i odpowiedzialności środowiskowej właścicieli jednostek gospodarczych w odniesieniu do uzyskiwanych wyników ekonomicznych. Jednym z elementów rachunku, który musi być uwzględniony po stronie kosztów, jest emisja gazów cieplarnianych i efektywność tej emisji.

## 2. Cele i metody

Celem opracowania jest określenie, na gruncie ekonomii środowiskowej i teorii efektów zewnętrznych, znaczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG) w rolnictwie. Określono więc m.in. wielkość tej emisji w rolnictwie i jej koncentrację w krajach UE. Obliczono również efektywność **emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie** na tle całej gospodarki.

Do określenia poziomu koncentracji emisji gazów cieplarnianych został użyty współczynnika Giniego. Jest on ściśle związany z krzywą Lorenza (stąd jego druga nazwa – współczynnik koncentracji Lorenza). Jest to najpowszechniej stosowana w ekonomii miara nierówności, dlatego też ma wiele przedstawień formalnych. Jednym z nich jest wzór:

---

<sup>6</sup> Według Karola Kociszewskiego (2013) w przypadku rolnictwa można mówić o zewnętrznych kosztach ekologicznych i zewnętrznych korzyściach środowiskowych, przy czym rolnictwo konwencjonalne i chów intensywny generują głównie koszty zewnętrzne, a korzyści zewnętrzne są generowane głównie przez gospodarstwa ekologiczne i ekstensywne położone na obszarach przyrodniczo cennych. Choć bezsprzecznie pozytywne efekty zewnętrzne są w przypadku rolnictwa ekologicznego większe, a negatywne efekty zewnętrzne ograniczone względem rolnictwa konwencjonalnego, pewnego rodzaju nadużyciem jest twierdzenie, że rolnictwo konwencjonalne generuje głównie koszty ekologiczne.

$$G = \frac{1}{2\mu n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|,$$

gdzie:

$\mu$  – emisja przeciętna,

$n$  – liczebność próby,

$x_i, x_j$  – emisja w kolejnych krajach (Kot 2002).

Współczynnik Giniego przyjmuje wartości od 0 dla rozkładu egalitarnego do 1 w przypadku skrajnej nierówności. Może być interpretowany jako stosunek połowy absolutnej różnicy emisji między wszystkimi państwami do średniej emisji. Współczynnik ten spełnia postulat transferu Pigou–Daltona (przy transferze emisji z państw o wyższej emisji do tych o niższej ulega on zmianie), symetrii, homogeniczności i replikacji. Nie spełnia natomiast postulatu dekompozycji. Krzywa Lorenza przedstawia skumulowany odsetek emisji przypadający kolejnym jednostkom, uszeregowanym od krajów z najmniejszą emisją do tych z największą. W teoretycznym przypadku, gdy badane cechy (poziomy emisji, zużycia energii itp.) są równe, krzywa Lorenza przyjmuje postać prostej nachylonej pod kątem 45 stopni (krzywa absolutnej równości). Jednak taka sytuacja w rzeczywistości nie występuje. Im większe jest zróżnicowanie cechy, tym krzywa rzeczywista bardziej odchyła się od krzywej absolutnej równości. Miernikiem ilościowym tej nierówności jest współczynnik Giniego.

Dotychczas pojęcie efektywności stosowano w odniesieniu do użytkowanych zasobów albo do zużytych nakładów. Stąd też typowe ujęcia efektywności odnoszą się do oceny wykorzystania zasobów ziemi, pracy, kapitału czy też poziomu poniesionych nakładów ludzkich, finansowych lub rzeczowych. We współczesnej gospodarce jednak pojawiają się również efekty negatywne, których nie można całkowicie uniknąć, o ile chce się uzyskać wzrost gospodarczy. Typowym przykładem takiej sytuacji są różnego rodzaju zanieczyszczenia emitowane przez kraje bądź poszczególne działy gospodarki narodowej. Jednym z takich zanieczyszczeń jest emisja gazów cieplarnianych. W tym przypadku możemy uznać, że w interesie społecznym jest uzyskanie jak najkorzystniejszej relacji uzyskiwanych pożądanych efektów w stosunku do wyemitowanych zanieczyszczeń. Dla określenia tych relacji i praktycznego wykorzystania autorzy proponują posługiwanie się wskaźnikiem efektywności emisji (WEE)<sup>7</sup> obliczanym według wzoru:

<sup>7</sup> Wskaźnik może służyć do bezpośrednich porównań krajów, działów gospodarki, przedsiębiorstw.



$$WEE = \frac{GVA}{E},$$

gdzie:

$GVA$  – nadwyżka bezpośrednia w kraju, w dziale gospodarki, przedsiębiorstwie,  
 $E$  – emisja gazów cieplarnianych w kraju, w dziale gospodarki, w przedsiębiorstwie.

W prowadzonych badaniach opracowano także wskaźnik względnej efektywności emisji (WWE) działu gospodarki (rolnictwa) na tle gospodarki kraju jako całości:

$$WWE = \frac{\frac{GVA\ r}{E\ r}}{\frac{GVA}{E}},$$

gdzie:

$GVA\ r$  – nadwyżka bezpośrednia w rolnictwie danego kraju,

$GVA$  – nadwyżka bezpośrednia w kraju,

$E\ r$  – emisja gazów cieplarnianych w rolnictwie danego kraju,

$E$  – emisja gazów cieplarnianych w kraju.

Wskaźnik ten pozwala określić, jaka jest efektywność emisji rolnictwa danego kraju w porównaniu z efektywnością emisji gospodarki całego kraju.

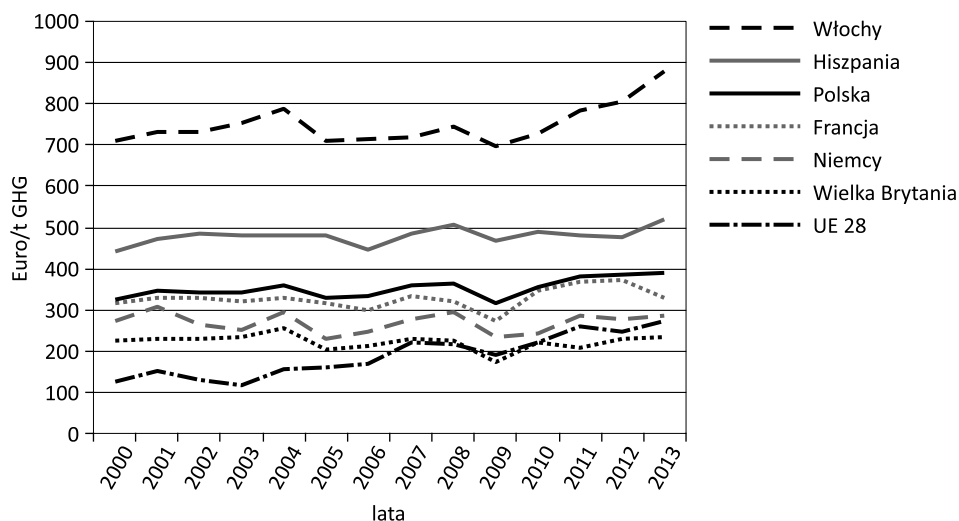
Do realizacji celu badawczego zastosowano dane pochodzące z European Environmental Agency (EEA) oraz bazy Eurostat za lata 1990–2013. Informacje o emisji GHG dotyczą danych z poszczególnych sektorów gospodarki narodowej. Zostały one wyznaczone zgodnie z zaleceniami opracowanymi przez Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Emisja z rolnictwa oznacza całość emisji antropogenicznej w rolnictwie z pominięciem spalania paliw (umieszczonego w dziale Energia). Na potrzeby opracowania do emisji z rolnictwa włączono również dane z działu Energia, dotyczące emisji GHG ze spalania i uzyskiwania energii w rolnictwie (EEA 2015). Do obliczeń emisji wykorzystano Global Warming Potential (GWP), czyli przelicznik umożliwiający określenie emisji poszczególnych GHG jako ekwiwalentu  $CO_2$ . GWP dla poszczególnych gazów cieplarnianych prezentuje się następująco:  $CO_2$  – 1,  $CH_4$  – 25,  $N_2O$  – 298,  $SF_6$  – 22800,  $NF_3$  – 17200 (IPCC 2007).

### 3. Wielkość i zróżnicowanie efektywności emisji gazów cieplarnianych w krajach UE

Na rysunku 1 zaprezentowano wielkość emisji gazów cieplarnianych pochodzących z rolnictwa krajów, które są największymi emitentami w Unii Europejskiej.

Łączna emisja gazów cieplarnianych w 2013 r. w rolnictwie wynosiła 522 Tg (milion ton). Od roku 1990 nastąpił jej spadek o 22%. Największa wartość emisji

pochodziła z Francji (w 2013 r. wynosiła 91,86 Tg) oraz Niemiec (70,54 Tg). Polska z emisją na poziomie 41,41 Tg zajmuje piąte miejsce w UE. W analizie warto zwrócić uwagę na dwa państwa: Irlandię i Hiszpanię. Przeciwnie do ogólnoeuropejskiego trendu, w badanym okresie nie doszło w nich do spadku emisji GHG. Emisja ta pozostała na tym samym poziomie, wskutek czego Hiszpania wyprzedziła Polskę.



**Rysunek 1.** Poziom emisji gazów cieplarnianych w krajach UE w rolnictwie w latach 1990–2013 (Tg – milion ton)

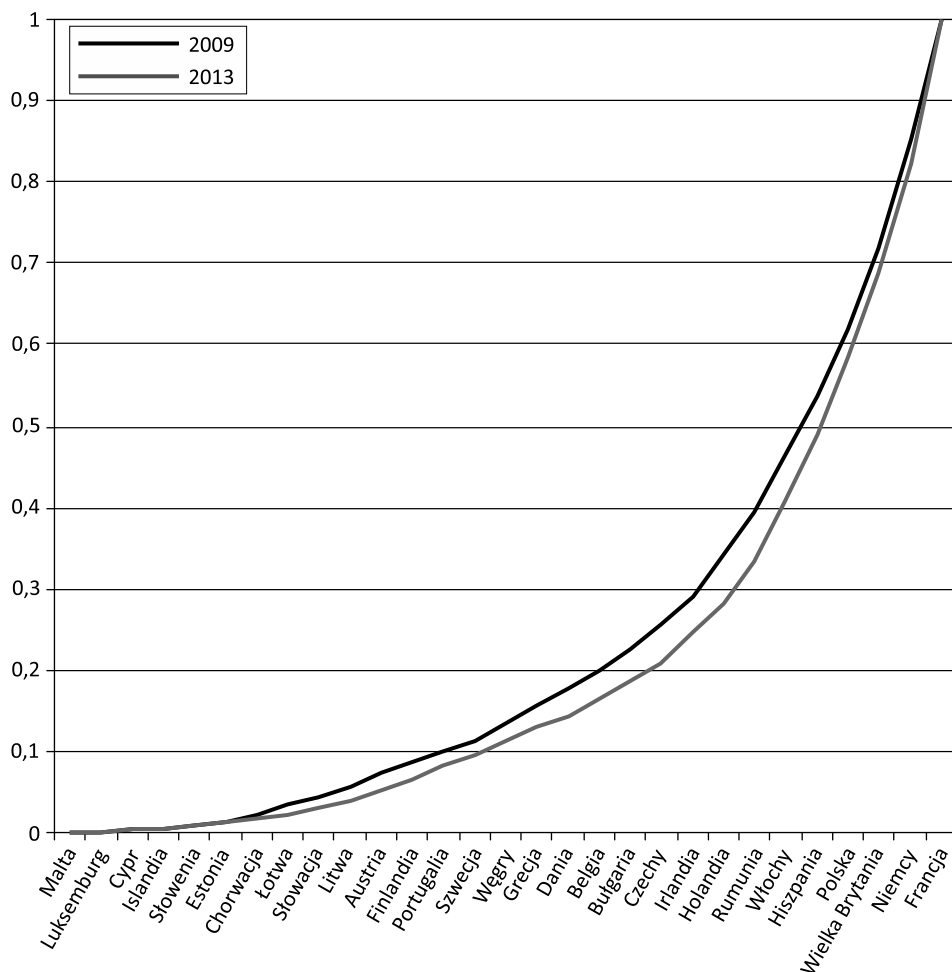
**Figure 1.** Agricultural GHG emissions in the EU Member States in the period 1990–2013 (Tg – million tons)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych European Environmental Agency (EEA).

Source: own study based on European Environmental Agency (EEA) data.

Dużo na temat poziomów emisji w poszczególnych krajach UE można odczytać z przebiegu krzywej Lorenza i obliczonego na jej podstawie wskaźnika Giniego, określającego poziom koncentracji emisji dla lat 1990 i 2013 (rysunek 2). Na podstawie przebiegu krzywej Lorenza dla 2013 r. stwierdzono wzrost koncentracji emisji gazów cieplarnianych w UE, gdyż odchyliła się ona w prawo w stosunku do krzywej z 1990 r.

W 1990 r. wskaźnik Giniego wynosił 0,56. Taka jego wielkość oznacza dużą koncentrację badanej cechy. W 1990 r. pięciu największych emitentów odpowiadało za 45% emisji, natomiast w 2013 r. za połowę (wzrost wskaźnika Giniego do 0,6). Oznacza to, że wraz z procesem obniżania się emisji GHG w rolnictwie europejskim następuje jej koncentracja u kilku największych emitentów.



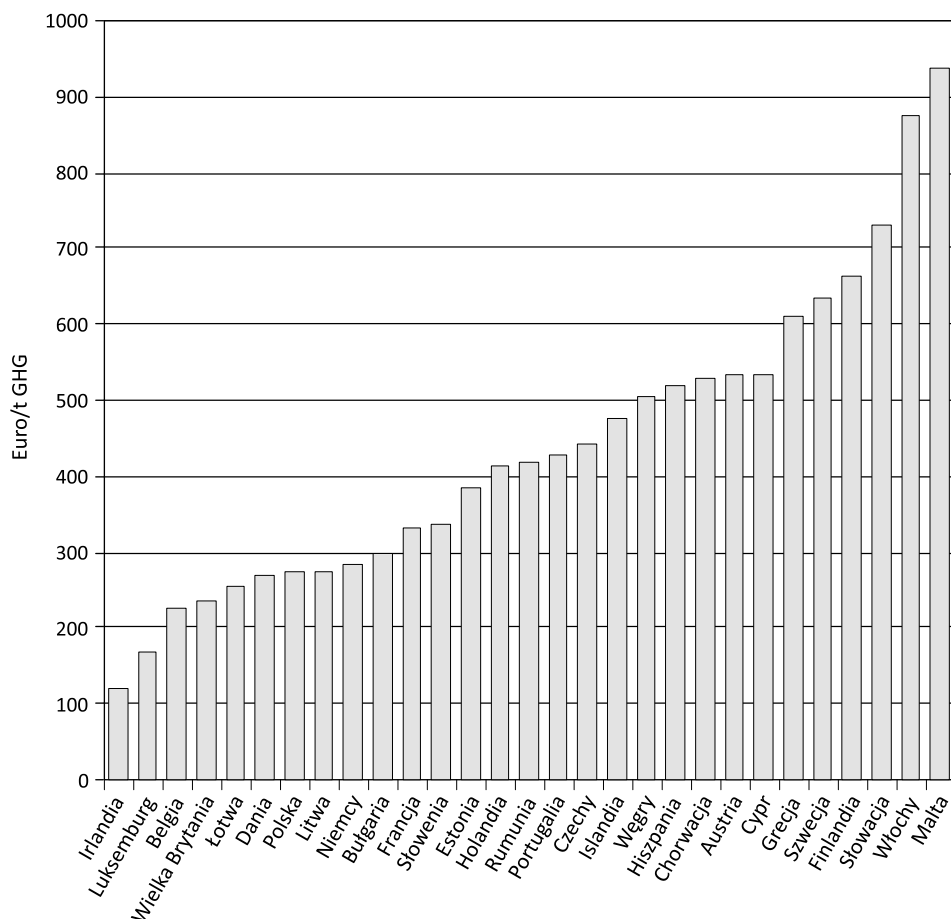
**Rysunek 2.** Wskaźnik Giniego dla rolnictwa w latach 1990 i 2013

**Figure 2.** Gini index for EU agriculture in the years 1990 and 2013

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EEA.

Source: own study based on EEA data.

Dla dalszych rozważań istotne jest określenie obciążenia produkcji w rolnictwie emisją. Na rysunku 3 przedstawiono wartość „efektywności emisji” WEE rolnictwa poszczególnych krajów UE rozumianej jako stosunek wartości dodanej wytworzonej w tym dziale gospodarki do wyemitowanej wielkości GHG. Obliczona w ten sposób średnia efektywność emisji dla całego rolnictwa UE wyniosła w 2013 r. 391 euro/t GHG.

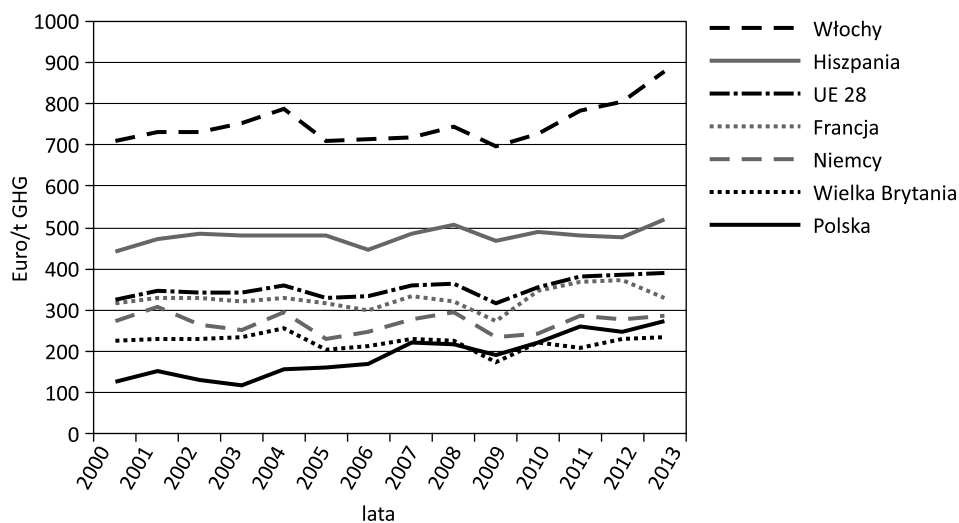


**Rysunek 3.** Efektywność emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie krajów UE w 2013 r. (Euro/t GHG)

**Figure 3.** The effectiveness of greenhouse gas emissions of EU Member States in 2013 (EUR/t GHG)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EEA i Eurostat.  
Source: own study based on EEA and Eurostat data.

Wśród największych producentów żywności w UE najwyższą efektywnością emisji cechowały się Włochy i Hiszpania (rysunek 3). W Polsce efektywność ta jest relatywnie mała. Wśród krajów z niską efektywnością dominują te, gdzie dużą rolę odgrywa produkcja zwierzęca. Powoduje ona wysoką emisję metanu, gazu 25-krotnie silniej oddziałującego na ocieplenie klimatu niż dwutlenek węgla. W skali UE metan odpowiada za 89% emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie.



**Rysunek 4.** Efektywność emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie krajów UE w latach 2000–2013 (Euro/tGHG)

**Figure 4.** The effectiveness of greenhouse gas emissions of EU Member States in the period 2000–2013 (EUR/tGHG)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EEA i Eurostat.

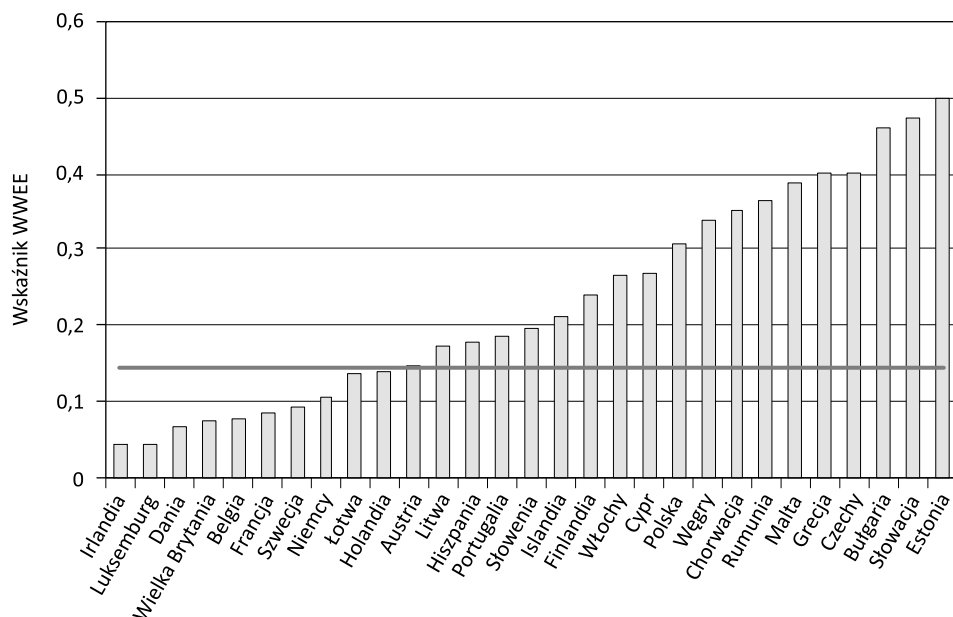
Source: own study based on EEA and Eurostat data.

W latach 2000–2013 zanotowano silny wzrost przeciętnej efektywności emisji rolnictwa w całej UE. Na tym tle efektywność polskiego rolnictwa jest stosunkowo niska i wynosiła w 2013 r. 273 euro na tonę emisji GHG. Warto jednak zauważyć, że w latach 2000–2013 Polska odnotowała znaczącą poprawę, niemal 2,1-krotny wzrost, zbliżając się do efektywności rolnictwa niemieckiego.

Dla celów analitycznych skonstruowano i obliczono wskaźnik względnej efektywności emisji (WWEE) działu gospodarki (rolnictwa) na tle gospodarki kraju jako całości. Wskaźnik ten pozwala określić, jaka jest efektywność emisji rolnictwa w porównaniu z efektywnością emisji całej gospodarki kraju. W 2013 r. średnia dla UE wynosiła 0,145, co oznacza, że rolnictwo UE uzyskiwało 6,92-krotnie niższą nadwyżkę na tonę emisji GHG niż gospodarka UE jako całość. Kształtowanie się tego wskaźnika w poszczególnych krajach UE zaprezentowano na rysunku 5.

W żadnym z krajów UE rolnictwo nie ma takiej efektywności emisji jak gospodarka kraju jako całość, natomiast są niezwykle duże różnice w poszczególnych krajach. W Irlandii, Luksemburgu, Wielkiej Brytanii i Danii ta efektywność emisji rolnictwa jest prawie 20-krotnie niższa aniżeli efektywność całej gospodarki. Na

drugim biegunie znajduje się Bułgaria, Słowacja i Estonia z rolnictwem 2–2,5 razy mniej efektywnym niż cała gospodarka. Polskie rolnictwo plasuje się w grupie o nieco wyższym wskaźniku niż przeciętna dla UE, co oznacza, że opinie o jego niskiej efektywności i silnym negatywnym wpływie na środowisko naturalne są w znacznym stopniu przesadzone.



**Rysunek 5.** Efektywność względna emisji GHG w rolnictwie na tle całej gospodarki  
**Figure 5.** The relative effectiveness of the GHG emissions from agriculture to the whole economy

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EEA i Eurostat.  
 Source: own study based on EEA and Eurostat data.

#### 4. Wnioski

1. W badanym okresie najwięcej gazów cieplarnianych w UE emitowało rolnictwo francuskie, brytyjskie, niemieckie, polskie i hiszpańskie. Państwa te odpowiadały za połowę emisji rolniczych gazów cieplarnianych w UE. Działania na rzecz ograniczenia emisji w tych krajach mogą więc przynieść najbardziej znaczące skutki dla całej Unii Europejskiej.
2. W latach 1990–2013 niemal we wszystkich krajach (z wyjątkiem Irlandii i Hiszpanii) odnotowano spadek emisji GHG w rolnictwie. Jednakże zmiana

- ta nie zachodziła równomiernie i doprowadziła do wzrostu koncentracji emisji u pięciu największych emitentów (największych producentów rolnych UE – Francja, Niemcy, Wielka Brytania, Hiszpania, Polska) z 45 do 50%.
3. Średnia efektywność emisji unijnego rolnictwa wynosiła w 2013 r. 391 EUR nadwyżki na 1 tonę emisji GHG. Najwyższą efektywnością charakteryzowały się takie kraje, jak: Słowacja, Włochy i Malta. Zdecydowanie najgorzej pod tym względem wypadły Irlandia, Luksemburg i Belgia, z wynikiem niemal cztery razy słabszym niż liderzy.
  4. W żadnym z badanych krajów UE rolnictwo nie ma tak wysokiej efektywności emisji jak gospodarka danego państwa jako całość. W najlepszych pod tym względem krajach wskaźnik względnej efektywności emisji (WWE) rolnictwa wynosi od 0,4 do 0,5. W krajach o najniższym wskaźniku jest to około 0,05, co oznacza, że produkcja rolnicza jest 20-krotnie mniej efektywna emisyjnie niż cała gospodarka (Irlandia, Luksemburg, Dania). Należałoby w tych krajach dążyć więc do ograniczenia intensywności produkcji rolnictwa.
  5. Do tej pory emisje gazów cieplarnianych starano się ograniczać w działach gospodarki poza rolnictwem. Jednak biorąc pod uwagę niską efektywność emisji rolnictwa, warto również w tym dziale dokonać jej redukcji. Kwestią otwartą pozostaje pytanie o metody ograniczania emisji oraz kto powinien ponosić ciężar kosztów tych ograniczeń.
  6. Rok 2015 był najcieplejszy w historii pomiarów temperatury globu. W Polsce wystąpiły niezwykle silne upały i długotrwała susza. Jeśli sytuacja w następnych latach się powtórzy, będzie podstawą do stwierdzenia, że zmiany klimatyczne są realne, a przeciwdziałanie im konieczne.

## Bibliografia

- Benedykt XVI (2009). *Caritas in veritate*. Watykan.
- Bieńkowski J.F., Jankowiak J., Holka M., Dąbrowicz R. (2014). Środowiskowa ocena rozwoju rolnictwa w Polsce w ujęciu regionalnym. *Roczniki Naukowe SERiA*, 16 (1), s. 14–19.
- Czyżewski A. (2015). Teoriopoznawcze przesłanki rozwoju rolnictwa rodzinnego. W: Chlebicka A. (red.). *Ekonomiczne mechanizmy wspierania i ochrony rolnictwa rodzinnego w Polsce i innych państwach Unii Europejskiej* (s. 28). Warszawa: FAPA.
- Czyżewski A., Śmędzik K. (2010). Efektywność ekonomiczna i środowiskowa gospodarstw rolnych w Polsce według ich typów i klas wielkości w latach 2006–2008. *Roczniki Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, seria G, 97 (3), s. 61–71.
- EEA. 2015. Manual for the EEA greenhouse gas data viewer, version 9.0 – 30 November.
- Fiedor B., Czaja S., Graczyk A., Jakubczyk Z. (2002). *Podstawy środowiska i zasobów naturalnych*. Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.

- Gajos E. (2015). Efekty zewnętrzne produkcji zwierzęcej a wyniki produkcyjne i ekonomiczne gospodarstw rolnych na przykładzie dobrostanu bydła mlecznego. W: Prandecki K. (red.). *Z badań nad rolnictwem zrównoważonym* (32) (s. 90–93). Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.
- Gołębiewska B., Pajewski T. (2015). Odpowiedzialność rolników za stan środowiska naturalnego. *Roczniki Naukowe SERiA*, 17 (2), 64–65.
- Graczyk A., Kociszewski K. (2013). Teoretyczne i aplikacyjne aspekty wyceny środowiskowych efektów zewnętrznych w rolnictwie. W: Zegar J. (red.). *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym* (19) (s. 43–95). Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.
- IAASTD (2009). *Agriculture at a Crossroads. Global Report*, red. B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu, R.T. Watson. Washington, DC: Island Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change. (2007). Working Group I: The Physical Science Basis. Cambridge University Press.
- Kociszewski K. (2013). Implementacja programu rolnośrodowiskowego w świetle teorii efektów zewnętrznych. *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 100 (3), 49–61.
- Kot S.M. (2002). Metodologiczne dylematy pomiaru nierówności dobrobytu. W: *Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy* [materiały konferencyjne]. Rzeszów.
- Krzyżanowski J., Wrzaszcz W., Zegar J.S. (2015). Rolnictwo polskie i UE 2020+ wyzwania, szanse, zagrożenia, propozycje. W: Zegar J.S. (red.). *Z badań nad rolnictwem zrównoważonym* (31) (s. 29–30). Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.
- Leszek P. (2010). Koncepcje zawodności rynku: teoria a rzeczywistość. *Equilibrium*, 4 (1), 9–20.
- Matuszczak A. (2013). Wskaźniki zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Przesłanki teoretyczne i propozycja pomiaru w regionach UE. *Więś i Rolnictwo*, 1 (158), 101–119.
- Meade J.E. (1952). External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation. *The Economic Journal*, 62, 245, 54–67.
- Our Common Future*. (1987). Oxford: Oxford University Press, The World Commission on Environmental and Development.
- Poskrobko B. (2011). Kanony ekonomii zrównoważonego rozwoju. W: Poskrobko B. (red.). *Ekonomia zrównoważonego rozwoju w świetle kanonów nauki* (s. 21). Białystok: Wyższa Szkoła Ekonomiczna.
- Wilkin J. (2008). Wielofunkcyjność rolnictwa i obszarów wiejskich. W: Kłodziński M. (red.). *Wyzwania przed obszarami wiejskimi i rolnictwem w perspektywie lat 2014–2020* (s. 9–20). Warszawa: Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN.
- Zegar J. (2007). Przesłanki nowej ekonomiki rolnictwa. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 4, 5–27.
- Zegar J. (2009). Rolnictwo społecznie zrównoważone. W: Zegar J. (red.). *Z badań nad rolnictwem zrównoważonym* (10) (s. 9–10). Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.



Zieliński M. (2014). Emisja gazów cieplarnianych a efektywność funkcjonowania polskich gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej. *Zeszyty Naukowe SGGW. Problemy Rolnictwa Światowego*, 14 (29), 3, 226–236.

## Efficiency of Greenhouse Gas Emissions in European Union Agriculture

**Abstract:** The article tackles the emission of greenhouse gases (GHG) against the background of environmental economics. It presents theoretical issues concerning external effects, Pareto optimal and the need to include environmental matters in the economic accounts for agriculture. Based on the figures from the European Environmental Agency (EEA) and the Eurostat for 1990–2013, the level of agricultural GHG emissions was calculated, including its efficiency. It was found out that France, the United Kingdom, Germany, Poland and Spain were responsible for a half agricultural GHG emissions in the EU. The average emission efficiency of the EU Member States in 2013 amounted to EUR 391 of surplus per 1 ton of GHG emissions. The highest efficiency was recorded in such countries as Slovakia, Italy and Malta. In none of the investigated countries did agriculture achieve as high emission efficiency as the whole economy; at best, the index amounted to 0.4–0.5.

**Key words:** agriculture, external effects, emission of greenhouse gases, emission efficiency of greenhouse gases.