

WERYFIKACJA WARTOŚCI WSPÓLCZYNNIKÓW EMISJI AMONIAKU I GAZÓW CIEPLARNIANYCH Z PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ*

Paulina Mielcarek

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu

Streszczenie. Polska ma obowiązek corocznego raportowania i opracowywania bilansów emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych oraz innych zanieczyszczeń powietrza. Inwentaryzację emisji zanieczyszczeń do powietrza przeprowadza Zespół Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami, opierając się głównie na współczynnikach emisji gazów i pyłów, które dla źródeł rolniczych zostały opracowane w państwach zachodnioeuropejskich i odzwierciedlają uwarunkowania rolnictwa w tych krajach. Specyfika produkcji rolniczej, w szczególności produkcji zwierzęcej w Polsce jest inna niż w krajach, w których wyznaczono te współczynniki. W związku z tym istnieje realna potrzeba opracowania własnych współczynników emisji dla wszystkich zanieczyszczeń. Celem pracy była analiza, na podstawie danych literaturowych, wartości współczynników emisji gazów szkodliwych z produkcji zwierzęcej, opracowanych w Polsce. Występują duże różnice w wartościach tych współczynników, co może wskazywać na pewne wątpliwości związane z procesem bilansowania zanieczyszczeń. Konieczne są zatem dalsze badania w tym zakresie.

Słowa kluczowe: amoniak, gaz cieplarniany, współczynnik emisji, produkcja zwierzęca

Wstęp

Polska, podobnie jak inne kraje europejskie, jest zobowiązana do corocznego raportowania i sporządzania bilansów emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych oraz innych zanieczyszczeń powietrza m. in. amoniaku, metanu, tlenków azotu i pyłów. Obowiązek ten związany jest z realizacją przez Polskę postanowień Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu [Konwencja 1996], Protokołu z Kioto do tej Konwencji [Protokół 2005] oraz Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie transgranicznego przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości [Konwencja 1985]. Inwentaryzację emisji

* Publikacja została sfinansowana w ramach Programu Wieloletniego na lata 2011-2015 Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego działanie 1.4

zanieczyszczeń do powietrza w Polsce przeprowadza Zespół Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami, który w swoich analizach opiera się w znacznym stopniu na współczynnikach emisji zanieczyszczeń gazowych opracowanych dla źródeł rolniczych w państwach zachodnioeuropejskich. Odzwierciedlają one uwarunkowania rolnictwa właśnie w tych krajach. Specyfika produkcji rolniczej, w szczególności produkcji zwierzęcej w Polsce nieco różni się od tej w krajach, w których wyznaczono te współczynniki. W związku z tym istnieje realna potrzeba opracowania własnych współczynników emisji dla wszystkich zanieczyszczeń, zwłaszcza, że rolnictwo w Polsce stanowi jedno z głównych źródeł emisji amoniaku, jak również metanu i podtlenku azotu [KOBIZE 2011].

Celem pracy była analiza, w oparciu o źródła literaturowe, wartości współczynników emisji szkodliwych gazów z produkcji zwierzęcej. Potrzeba weryfikacji i pewnego usystematyzowania wartości tych wskaźników wynika z dużego ich rozrzutu, co może wzbudzać pewne kontrowersje związane z procesem bilansowania zanieczyszczeń.

Analiza współczynników zanieczyszczeń gazowych

Rolnictwo stanowi jedno z istotnych źródeł emisji zanieczyszczeń gazowych. Jednym z podstawowych gazów cieplarnianych jest metan. Ze źródeł rolniczych jest on emitowany przede wszystkim z fermentacji jelitowej oraz z odchodów zwierzęcych. Przy czym jego ilość z procesów trawiennych uzależniona jest od pogłowia zwierząt przeżuwających, jak również rodzaju i masy skarmianej paszy. Z kolei na wielkość emisji metanu z odchodów ma wpływ głównie sposób ich przechowywania, co wiąże się z temperaturą i dostępem tlenu, bowiem największe ilości tego gazu powstają w warunkach beztlenowych [Myczko i in. 2002; Kolasa-Więcek 2011]. Innym gazem cieplarnianym jest podtlenek azotu, którego źródło w rolnictwie stanowią głównie gleby rolne, co związane jest m. in. ze stosowaniem nawozów i pozostawianiem resztek roślinnych na polach, oraz odchody zwierzęce, z których emisja uzależniona jest od gatunku, wieku i systemu utrzymania zwierząt, jak również sposobu przechowywania i zagospodarowania odchodów zwierzęcych [Myczko i in. 2002; Zaliwski 2007; Roszkowski 2011]. Z pośród pozostałych zanieczyszczeń gazowych szczególną rolę odgrywa amoniak. Gaz ten mieszając się z powietrzem atmosferycznym, przyczynia się do powstawania kwaśnych deszczy, co stanowi zagrożenie dla naturalnych ekosystemów. Jednym z istotnych zagrożeń dla środowiska jest wpływ amoniaku na zakwaszenie gleb [Bieńkowski 2010]. Na wielkość emisji tego gazu z rolnictwa ma wpływ gatunek zwierząt i system ich utrzymania, a także sposób przechowywania i technika aplikacji nawozu naturalnego do gleby. Antropogeniczna emisja amoniaku w 98% pochodzi z rolnictwa, z czego 70% stanowi emisja z odchodów zwierząt gospodarskich [Raport 2011]. Z kolei udział rolnictwa w krajowej emisji metanu wynosi 35,5%, a podtlenku azotu ok. 84% [KOBIZE 2011].

Krajową inwentaryzację gazów cieplarnianych przeprowadza się w oparciu o wytyczne zawarte w podstawowych publikacjach Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu, a mianowicie:

- Zweryfikowane wytyczne do krajowych inwentaryzacji gazów cieplarnianych (*Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*);

- Przewodnik dobrych praktyk i zarządzania niepewnościami w krajowych inwentaryzacjach gazów cieplarnianych (*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*);
- Przewodnik dobrych praktyk w użytkowaniu gruntów, zmianach użytkowania gruntów i leśnictwie (*Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*);
- Przewodnik do krajowych inwentaryzacji gazów cieplarnianych (*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) [KOBIZE 2011].

Z kolei oszacowanie emisji pozostałych zanieczyszczeń powietrza wykonuje się w oparciu o obowiązującą metodykę międzynarodową zawartą w Poradniku „*EEA/EMEP Emission Inventory Guidebook 2009*” w układzie klasyfikacji SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*) i NFR (*New Format for Reporting*) [Raport 2011]. Wytyczne te zawierają szereg standardowych wskaźników emisji gazów cieplarnianych (tab. 1, 2) oraz innych zanieczyszczeń powietrza (tab. 3), które można wykorzystywać do obliczeń. Jednakże w celu uzyskania dokładniejszych danych zaleca się, tam gdzie jest to możliwe, stosowanie krajowej metodyki i wskaźników do szacowania emisji szkodliwych gazów.

Tabela 1. Standardowe współczynniki emisji metanu z fermentacji jelitowej i odchodów zwierzęcych

Table 1. Standard coefficients of methane emission from intestinal digestion and animal excrement

Grupa zwierząt	Współczynnik emisji CH ₄ [kg·szt. ⁻¹ ·rok ⁻¹]	
	fermentacja jelitowa	odchody zwierzęce
Krowy mleczne	99	15
Pozostałe bydło	58	8
Owce	8	0,19
Kozy	5	0,13
Konie	18	1,56
Świnie	1,5	4
Drób ogółem	brak danych	0,08

Źródło: opracowanie własne na podstawie [IPCC 1996; IPCC 2006]

Tabela 2. Standardowe współczynniki emisji podtlenku azotu dla różnych systemów utrzymania zwierząt

Table 2. Standard coefficient of nitrogen monoxide emission for various systems of animals maintenance

System gospodarowania odchodami zwierzęcymi	Współczynnik emisji dla systemu [kg N ₂ O-N·kg N ⁻¹]
Gnojowicowe	0,001
Pryzmy obornika	0,020

Źródło: opracowanie własne na podstawie [IPCC 2000]

Tabela 3. Standardowe współczynniki emisji amoniaku z odchodów zwierzęcych
 Table 3. Standard coefficients of ammoniac emission from animal excrements

Grupa zwierząt	Typ nawozu	Współczynnik emisji [kg NH ₃ ·szt. ⁻¹ ·rok ⁻¹]
Krowy mleczne	Gnojowica	39,3
	Obornik	28,7
Pozostałe bydło	Gnojowica	13,4
	Obornik	9,2
Świnie-tuczniaki	Gnojowica	6,7
	Obornik	6,5
Świnie-lochy	Gnojowica	15,8
	Obornik	18,2
Owce i kozy	Obornik	1,4
Konie	Obornik	14,8
Kury nioski	Obornik	0,48
	Gnojowica	0,48
Brojlery	Pomiot	0,22
Kaczki	Pomiot	0,68
Gęsi	Pomiot	0,35
Indyki	Pomiot	0,95

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EMEP/EEA 2009]

Emisje amoniaku i gazów cieplarnianych w budynkach inwentarskich są stosunkowo łatwe do kontrolowania i oszacowania. Podstawę obliczeń stanowi ustalenie objętości powietrza wymienianego w budynku w określonej jednostce czasu oraz pomiar stężenia gazu. Natomiast szacowanie wielkości emisji gazów z pozostałych źródeł, które najczęściej znajdują się na otwartej przestrzeni, wiąże się nadal z wieloma trudnościami [Marcinkowski 2010].

Pierwsze prace, dotyczące wyznaczania emisji amoniaku ze źródeł rolniczych w Polsce, wykonano w latach 90. XX wieku w Zakładzie Chemii Gleby i Wody IMUZ w Falentach. Podjął się ich wówczas prof. A. Sapek, który w swoich obliczeniach wzorował się na pracach wykonanych w Międzynarodowym Instytucie Stosowanych Analiz Systematycznych w Laxenbergu (IIASA) w Austrii. Przy wykorzystaniu modelu matematycznego „RAINS” dokonano oceny emisji amoniaku w poszczególnych krajach europejskich z wykorzystaniem współczynników emisji dla poszczególnych grup zwierząt (tab. 4). Na tej podstawie obliczono emisje amoniaku w Polsce [Kołaczkowski, Dobrzański 2006].

Próby opracowania teoretycznych wskaźników emisji amoniaku z produkcji zwierzęcej, które uwzględniałyby warunki krajowe, podjął się również Pietrzak [2006]. Wyzначzył on wskaźniki emisji tego gazu z produkcji zwierzęcej na poziomie szczegółowym, co może służyć do obliczeń na poziomie gospodarstwa (tab. 5), oraz na poziomie ogólnym, służącym do obliczeń w skali kraju lub regionu (tab. 6). W badaniach tych za podstawę do określenia wskaźników emisji przyjęto masę azotu wydalanego przez różne zwierzęta gospodarskie, jak również straty tego gazu z nawozów naturalnych w budynkach, podczas przechowywania i aplikacji na pola oraz na pastwiskach. Wykonane obliczenia uwzględniają różne specyficzne dla polskiego rolnictwa czynniki, takie jak: krajowe wyniki prac nad zawartością azotu w odchodach i stratami amoniaku z nawozów naturalnych, krajowe systemy utrzymania i struktura pogłównia zwierząt oraz wydajność mleczna krów.

Weryfikacja wartości...

Tabela 4. Współczynniki emisji amoniaku stosowane do oceny emisji w Polsce
Table 4. Coefficients of ammoniac emission used for assessment of emission in Poland

Grupa zwierząt	Współczynnik emisji [kg NH ₃ :szt. ⁻¹ :rok ⁻¹]
Krowy mleczne	27,8
Inne bydło	12,5
Świnie	5,1
Owce lub kozy	1,9
Drób	0,26
Konie	12,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Kolacz, Dobrzański 2006]

Tabela 5. Szczegółowe współczynniki emisji amoniaku dla różnych kategorii zwierząt w zależności od systemu utrzymania
Table 5. Detailed coefficients of ammoniac emission for different categories of animals in relation to the system of maintenance

Grupa zwierząt	Współczynnik emisji amoniaku w zależności od systemu utrzymania [kg N-NH ₃ :szt. ⁻¹ :rok ⁻¹]		
	ściółkowy		beźściółkowy
	na głębokiej ściółce	na płytkej ściółce	
Cieleta 0-3 mies.	0,48 (0,58)	1,30 (1,58)	-
Cieleta 3-6 mies.	1,01 (1,23)	2,74 (3,33)	-
Jałówki 6-12 mies.	2,59 (3,15)	6,98 (8,48)	7,33 (8,90)
Jałówki 12-24 mies.	4,95 (6,01)	13,26 (16,10)	14,00 (17,00)
Krowy o wydajności 3,5 tys. kg mleka	6,40 (7,77)	15,72 (19,09)	16,90 (20,52)
Krowy o wydajności <4 tys. kg mleka	6,91 (8,39)	16,98 (20,62)	18,25 (22,16)
Krowy o wydajności 4-6 tys. kg mleka	7,89 (9,58)	19,40 (23,56)	20,85 (25,32)
Krowy o wydajności >6 tys. kg mleka	10,86 (13,19)	26,70 (32,42)	28,69 (34,84)
Lochy	9,75 (11,84)	16,98 (20,62)	16,98 (20,62)
Lochy+18 prosiąt	4,19 (5,09)	7,07 (8,59)	7,07 (8,59)
Prosięta 20-30 kg	1,23 (1,49)	3,28 (3,98)	2,41 (2,93)
Warchlaki 30-70 kg	2,72 (3,30)	6,54 (7,94)	5,33 (6,47)
Tuczniki 70-110 kg	2,72 (3,30)	6,54 (7,94)	5,33 (6,47)
Konie 400 kg	8,62 (10,47)	-	-
Konie 600 kg	6,55 (7,95)	-	-
Maciorki	1,45 (1,76)	-	-
Jagnięta 6-12 mies.	1,31 (1,59)	-	-
Owce >12 mies.	0,66 (0,80)	-	-
Kury nioski	-	0,239 (0,290)	-
Brojlery	-	0,014 (0,017)	-
Indyki	-	0,194 (0,236)	-
Kaczki	-	0,057 (0,069)	-
Gęsi	-	0,112 (0,136)	-

Objaśnienia: w () podane są wartości przeliczenia kg N-NH₃ na kg NH₃

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pietrzak 2006]

Tabela 6. Ogólne współczynniki emisji amoniaku dla kategorii zwierząt ujętych w klasyfikacji SNAP i NFR

Table 6. General coefficients of ammoniac emission for categories of animals classified in SNAP and NFR

Kod SNAP	Kod NFR	Grupa zwierząt	Współczynnik emisji [kg N-NH ₃ ·szt. ⁻¹ ·rok ⁻¹]
100501	4 B 1 a	Krowy mleczne	17,3 (21,0)
100502	4 B 1 b	Pozostałe bydło	12,0 (14,6)
100504	4 B 8	Lochy	7,1 (8,6)
100503	4 B 8	Pozostała trzoda chlewna	5,2 (6,3)
100506	4 B 6	Konie	8,0 (9,7)
100505 / 100511	4 B 3 / 4 B 4	Owce / Kozy	1,2 (1,4)
100507	4 B 9 a	Kury nioski	0,24 (0,29)
100508	4 B 9 b	Brojlery	0,014 (0,017)
100509	4 B 9 d	Pozostały drób (gęsi, kaczki, indyki)	0,12 (0,15)

Objaśnienia: w () podane są wartości przeliczenia kg N-NH₃ na kg NH₃

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pietrzak 2006]

Karłowski i in. [2008] również przeprowadzili badania mające na celu skorygowanie wartości współczynników jednostkowej emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z obór dla krów mlecznych wyposażonych w wentylację mechaniczną. Metodyka wyznaczania wielkości emisji szkodliwych gazów do powietrza z budynku inwentarskiego oparta była na pomiarze stężenia zanieczyszczeń tam powstających i wydajności systemu wentylacji, który uwalnia zanieczyszczenia do powietrza. Na tej podstawie wyznaczono jednostkowe wskaźniki emisji amoniaku i gazów cieplarnianych w ciągu roku, które różnią się od tych przyjmowanych w Polsce do wyznaczania emisji zanieczyszczeń gazowych (tab. 7).

Tabela 7. Współczynniki emisji amoniaku i gazów cieplarnianych z obór z wentylacją mechaniczną

Table 7. Coefficients of ammoniac and greenhouse gases emission from cowshed with mechanical ventilation

Gaz	Współczynnik emisji [kg·szt. ⁻¹ ·rok ⁻¹]
Amoniak	2,115
Dwutlenek węgla	3726
Podtlenek azotu	1,272
Metan	99,12
Para wodna	18052

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Karłowski i in. 2008]

Badania mające na celu weryfikację wartości współczynników emisji amoniaku i gazów cieplarnianych oraz pyłów z kurnika przeprowadzili także Jugowar i in. [2011a]. Obiekt, w którym przeprowadzono badania to kurnik reprodukcyjny z podłożem ściółoworustwowym, gdzie ok. 1/3 powierzchni jest zarusztowana. Ocenę emisji i wyznaczenie jed-

nostkowych wskaźników emisji szkodliwych gazów oparto na pomiarze stężenia zanieczyszczeń docierających z budynku do wlotów systemu wentylacyjnego i określeniu wydajności systemu wentylacji w przedziałach czasu, w których mierzono stężenia zanieczyszczeń. Uzyskane wyniki są odmienne od tych stosowanych do inwentaryzacji emisji (tab. 8).

Tabela 8. Jednostkowe wskaźniki emisji szkodliwych gazów z kurnika
Table 8. Unitary indexes of emission of harmful gases from a henhouse

Gaz	Wskaźnik emisji [kg·szt. ⁻¹ ·rok ⁻¹]
Amoniak	0,79
Podtlenek azotu	0,11
Metan	0,39
Dwutlenek węgla	95,93

Źródło: obliczenia własne na podstawie [Jugowar i in. 2011]

Myczko i in. [2002] próbowali udoskonalić wiarygodność wyznaczania emisji gazów cieplarnianych zgodnie z wytycznymi IPCC „*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*” z 1996 roku. Wyznaczone zgodnie z zaleceniami, przy jednoczesnym zastosowaniu własnych wartości niektórych parametrów, które odzwierciedlają polskie realia, jednostkowe wskaźniki emisji metanu z fermentacji jelitowej od bydła i owiec różniły się od standardowych, i tak w przypadku bydła były one znacznie niższe, a w przypadku owiec wyznaczony własny wskaźnik był nieco wyższy.

Jugowar i in. [2011b] zwracają uwagę na różnice w szacowaniu emisji amoniaku w produkcji bydłowej, w zależności, czy do obliczeń użyte zostaną szczegółowe, czy też ogólne współczynniki emisji tego gazu przyjęte przez Pietrzaka [2006]. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, iż przy zastosowaniu szczegółowych wskaźników, uwzględniających aspekty wiekowo-produkcyjne, emisja dla całego pogłowia bydła była o 8,2% mniejsza od emisji wyznaczonej z zastosowaniem wskaźników ograniczonych dla dwóch grup zgodnie z klasyfikacją SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Bieńkowski [2010] oraz Zaliwski [2007] zwracają uwagę na przestrzenne zróżnicowanie emisji amoniaku i gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie. Najwyższe poziomy emisji występują w województwach z intensywną produkcją zwierzęcą.

Obecnie Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami w swoich obliczeniach opiera się głównie na standardowych współczynnikach emisji. Jedynie w przypadku emisji amoniaku wykorzystywane są krajowe wskaźniki opracowane przez Pietrzaka [2006], a w niektórych przypadkach wyliczane są własne wskaźniki zgodnie z wytycznymi IPCC i przy zastosowaniu niektórych parametrów krajowych.

Podsumowanie

W źródłach literaturowych można znaleźć szereg informacji na temat prób podejmowanych w celu wyznaczania własnych współczynników emisji szkodliwych gazów z produk-

cji zwierzęcej, które uwzględniałyby specyficzne dla Polski parametry. Widoczne są znaczne różnice w wartościach współczynników wyznaczanych przez różnych autorów, chociażby między wskaźnikami emisji amoniaku od krów mlecznych wyznaczonych przez Pietrzaka [2006] od tych wyznaczonych przez Karłowskiego i in. [2008], odpowiednio $21 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{szt.}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ oraz $2,115 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{szt.}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. W związku z tym nasuwają się wątpliwości, które z dostępnych w literaturze wskaźników są najbardziej odpowiednie i w najlepszy sposób odzwierciedlają specyfikę polskiego rolnictwa, bowiem znaczne różnice wskazują na pewne kontrowersje związane z procesem inwentaryzacji zanieczyszczeń gazowych z produkcji zwierzęcej. Na tak duże różnice w wartościach wyznaczanych współczynników może mieć wpływ wiele czynników, wpływających na wielkość emisji, takich jak: wiek zwierząt, technologie utrzymywania zwierząt, pora roku, czy intensyfikacja produkcji zwierzęcej. Bardziej wnikliwe analizy, jak chociażby wyznaczanie wielkości emisji dla bardziej szczegółowych kategorii zwierząt, czy też określanie udziału poszczególnych technologii chowu zwierząt w podziale na województwa, pozwoliłyby na uzyskanie bardziej wiarygodnych wyników. Dlatego też należy prowadzić dalsze badania w zakresie wyznaczania własnych wskaźników emisji szkodliwych gazów, które w jak najlepszy sposób zobrazują specyfikę polskiego rolnictwa.

Bibliografia

- Bieńkowski J.** (2010): Regionalne zróżnicowanie emisji amoniaku w polskim rolnictwie w latach 2005-2007. *Fragmenta Agronomica*, 27(1), 21-31.
- Jugowar J.L., Kołodziejczyk T., Mielcarek P.** (2011a): Pomiar i weryfikacja wartości współczynników emisji amoniaku i gazów cieplarnianych oraz pyłów z kurnika. Sprawozdanie z realizacji zadania badawczego, niepublikowane. ITP Oddział Poznań, 18.
- Jugowar J.L., Winnicki S.** (2011b): Szacowanie emisji amoniaku w produkcji bydłej w województwie wielkopolskim. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56(3), 175-178.
- Karłowski J., Myczko R., Kołodziejczyk T., Kuczyński T.** (2008): Współczynniki emisji amoniaku i gazów cieplarnianych z obór z wentylacją mechaniczną. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 151-158.
- Kolasa-Więcek A.** (2011): Prognozowanie wielkości emisji CH_4 z fermentacji jelitowej oraz hodowli zwierząt gospodarskich z wykorzystaniem sztucznej sieci neuronowej flexible byesian models. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56 (2), 90-93.
- Kołacz R., Dobrzański Z.** (2006): Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich. AR, Wrocław, ISBN 83-60574-02-2, za: Sapek A.: Emisja amoniaku z produkcji rolniczej. *Post. Nauk. Rol.*, 2, 29-41, 1995.
- Marcinkowski T.** (2010): Emisja gazowych związków azotu z rolnictwa. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 10, 3(31), 175-189.
- Myczko A., Karłowski J., Szulc R.** (2002): Szczegółowe badania emisji metanu i podtlenku azotu z fermentacji jelitowej oraz odchodów zwierzęcych. W: *Materiały konferencyjne, VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa*, 24-25 września 2002, Warszawa, 158-164.
- Pietrzak S.** (2006): Metoda inwentaryzacji emisji amoniaku ze źródeł rolniczych w Polsce i jej praktyczne zastosowanie. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 6, 1(16), 319-334.
- Roszkowski A.** (2011): Technologie produkcji zwierzęcej a emisje gazów cieplarnianych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2, 83-97.
- Zaliwski A. S.** (2007): Oszacowanie emisji podtlenku azotu i metanu z rolnictwa w przekroju województw za lata 1999-2004. *Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy*, 5, 25-47.

- EMEP/EEA (2009): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. EEA Technical report, 9/2009. European Environment Agency, Copenhagen, ISBN 978-92-9213-034-3.
- IPCC (1996): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Gas Inventories. Reference Manual. Vol. 3. Agriculture, [on-line], [dostęp 1-03-2012], Dostępny w Internecie: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6c.html>
- IPCC (2000): Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. [on-line], [dostęp 1-03-2012], Dostępny w Internecie: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/index.html>
- IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use, [on-line], [dostęp 1-03-2012], Dostępny w Internecie: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- KOBIZE (2011): Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2011. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988-2009. Warszawa. [on-line], [dostęp 1-03-2012], Dostępny w Internecie: http://www.kobize.pl/materialy/Inwentaryzacje_krajowe/NIR_2011_Polska_25.05.2011.pdf
- Konwencja w sprawie transgranicznego przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości sporządzona w Genewie dnia 13 listopada 1979 r. (Dz. U. z dnia 28 grudnia 1985 r.). Dz.U.85.60.311.
- Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r. (Dz. U. z dnia 10 maja 1996 r.). Dz.U.1996.53.238.
- Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu Sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r. (Dz. U. z dnia 17 października 2005 r.). Dz.U.05.203.1684.
- Raport (2011): Krajowa inwentaryzacja SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2008-2009 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR. Warszawa. [on-line], [dostęp 1-03-2012], Dostępny w Internecie: http://www.kobize.pl/materialy/Inwentaryzacje_krajowe/Raport_LRTAP_2009.pdf

VERIFICATION OF EMISSION COEFFICIENTS OF AMMONIA AND GREENHOUSE GASES FROM LIVESTOCK PRODUCTION

Abstract. Poland is obliged to report annually and to develop the balances of emission and absorption of greenhouse gases and other air pollutants. The Team of the National Center for Balance and Emission Management carries out the inventory of emissions to air, based mainly on the coefficients of gas and dust emissions, which for agricultural sources have been developed in the West European countries and reflect the conditions of agriculture in these countries. The specificity of agricultural production, especially livestock production in Poland is different than in countries where these factors were determined. Therefore, there is a real need to develop our own emission factors for all pollutants. The aim of this study was the analysis, based on literature data, of the coefficients of harmful gas emissions from livestock production, developed in Poland. There is a large scatter in the values of these coefficients, which may indicate possible doubts related to the process of pollution balancing. Therefore, further research in this field is necessary.

Key words: ammonia, greenhouse gas, emission factor, livestock production

Adres do korespondencji:

Paulina Mielcarek; e-mail: p.mielcarek@itep.edu.pl
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Poznaniu
ul. Biskupińska 67
60-463 Poznań