

Kamila Mazur  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach  
Oddział w Warszawie

## PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ EMISJI AMONIAKU Z OBÓR UZYSKANYCH RÓŻNYMI METODAMI

### Streszczenie

W pracy porównano wyniki badań emisji amoniaku uzyskanych metodą bilansu dwutlenku węgla i metodą bilansu wilgotności oraz opisano te dwie metody. Badaniami objęto 4 obory wolnostanowiskowe dla krów mlecznych, w tym 2 z płytką i 2 z głęboką ściółką. Wentylacja w oborach była naturalna przez szczelinę kalenicową. W celu obliczenia wskaźnika przepływu powietrza zbadano: stężenie amoniaku, dwutlenku węgla oraz temperaturę i wilgotność względną powietrza wewnątrz i na zewnątrz obór. W oborach z płytką ściółką emisja amoniaku, liczona za pomocą bilansu dwutlenku węgla, była mniejsza niż w przypadku metody bilansu wilgotności. Poziome emisje amoniaku wynosiły od  $0,93 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$  do  $2,64 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$  dla metody bilansu dwutlenku węgla oraz od  $0,875 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$  do  $3,51 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$ . Uzyskane wartości średnie emisji amoniaku mieszczą się w zakresie podawanym w literaturze.

**Słowa kluczowe:** amoniak, emisje, gazy cieplarniane, przepływ powietrza, wentylacja naturalna

### Wstęp

Produkcja zwierzęca jest głównym źródłem emisji amoniaku z budynków do atmosfery [Demmers 2007]. Bydło i trzoda chlewna wydalają zbędny azot jako mocznik w moczu i niestrawione białko w kale [Groot Koerkamp i in. 1998]. Amoniak i jego produkt – jon amonowy – szybko wracają wraz z opadem na powierzchnię ziemi i przyczyniają się do degradacji środowiska poprzez współdziałanie w zakwaszaniu wody i gleby oraz eutrofizacji naturalnych ekosystemów lądowych i wodnych, w tym także Bałtyku [Sapek 1995]. Ilościowa ocena emisji zanieczyszczeń powietrza jest kluczowa do oszacowania skali zagrożenia dla środowiska. Obliczenie emisji gazów cieplarnianych z obór wymaga pomiaru wskaźnika wentylacji oraz stężenia tych gazów. Wzorzec przepływu powietrza jest najważniejszym czynnikiem w dystrybucji zanieczyszczenia wewnątrz budynku. Wpływa na niego geometria budynku

i konstrukcja, wielkość i rozmieszczenie wlotów i wylotów powietrza, produkcja ciepła oraz – zwłaszcza w oborach z wentylacją naturalną – lokalny klimat [Demmers 1998].

Poziom emisji gazów cieplarnianych wykorzystuje się we wszelkiego rodzaju inwentaryzacjach tych gazów, prowadzonych przez krajowe jednostki na potrzeby raportowania do organizacji Unii Europejskiej. W inwentaryzacjach stosuje się pojęcie **wskaźnik emisji**, który mnoży się, w zależności od rodzaju przyjętej metodyki (uproszczonej lub szczegółowej), przez liczbę zwierząt w kraju [Kuczyński i in. 2005].

W Polsce i za granicą prowadzono badania emisji amoniaku z obór stanowiskowych na podstawie pomiaru wielkości wentylacji oraz stężenia tego gazu [Karlowski i in. 2008]. W IMUZ (obecnie ITP), w Żuławskim Ośrodku Badawczym od 1999 r. badano emisję amoniaku z budowli składowania nawozów naturalnych metodą meteorologiczną [Marcinkowski 2009].

W Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach zrealizowano w latach 2008–2011 projekt, w ramach którego przebadano 1 oborę dla krów mięsnych oraz 9 obór dla krów mlecznych, w tym 3-stanowiskowe m.in. w zakresie emisji gazów cieplarnianych. Do badań omawianych w niniejszym artykule wybrano 4 obory wolnostanowiskowe dla krów mlecznych.

Celem badań było określenie poziomu dobowej emisji amoniaku z obór wolnostanowiskowych dla krów mlecznych z wykorzystaniem dwóch metod bilansowych: dwutlenku węgla i wilgotności.

## **Materiał i metody badań**

Wybrano 4 obory wolnostanowiskowe dla krów mlecznych z systemem wentylacji naturalnej kalenicowej.

W badaniach zastosowano następującą aparaturę:

- 4 termohigrometry (czujniki przewodowe) do mierzenia temperatury i wilgotności powietrza;
- koncentrator, do którego podłączono przewodami elektrycznymi ww. czujniki, wyposażony w pamięć zbierania danych o pojemności 3600 punktów (rekordów);
- 4 termohigrobarometry bezprzewodowe do badania ciągłego temperatury, wilgotności względnej i ciśnienia atmosferycznego, w tym 1 na zewnątrz obory z rejestracją do pamięci wewnętrznej;
- 4 czujniki dwugazowe z rejestratorami do określania stężenia CO<sub>2</sub> i NH<sub>3</sub>, w tym 1 na zewnątrz, z rejestracją do pamięci wewnętrznej;
- 1 detektor wielogazowy iTX, mierzący stężenie szkodliwych gazów: metanu (CH<sub>4</sub>), amoniaku (NH<sub>3</sub>), siarkowodoru (H<sub>2</sub>S), tlenku azotu (NO), z rejestracją do pamięci wewnętrznej.

Aparaturę zainstalowano w 4 punktach pomiarowych (3 w strefie bytowania zwierząt oraz 1 na zewnątrz obory), co umożliwiło pomiary w każdym z nich następujących wielkości fizycznych: temperatury ( $^{\circ}\text{C}$ ), wilgotności względnej (%), stężenia  $\text{CO}_2$  (%) i  $\text{NH}_3$  (ppm). Przez jedną dobę uzyskiwano dane, będące średnimi z okresów pięciominutowych.

Dysponując wynikami pomiarów stężenia amoniaku, dwutlenku węgla oraz temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnątrz i na zewnątrz obór, obliczano wskaźnik przepływu powietrza, kolejno metodą bilansu dwutlenku węgla i bilansu wilgotności. Następnie dokonano porównania wartości emisji uzyskanych za pomocą tych metod.

Emisja amoniaku  $E$  była równa iloczynowi współczynnika przepływu powietrza  $V$  oraz stężenia amoniaku  $S$ :

$$E = V \cdot S \quad (1)$$

gdzie:

$E$  – emisja amoniaku z budynku [ $\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$ ];

$V$  – przepływ powietrza w budynku [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$ ];

$S$  – średnie stężenie gazu z punktów pomiarowych, pomniejszone o stężenie tego gazu w powietrzu napływającym do obory [ppm przeliczone na  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ].

Wskaźnik przepływu powietrza obliczono dwoma sposobami: stosując metodę bilansu dwutlenku węgla oraz metodę bilansu wilgotności.

#### 1. Metoda bilansu dwutlenku węgla.

Wskaźnik przepływu powietrza obliczono według wzoru:

$$V = \frac{W_{\text{CO}_2}}{C_w - C_z} \quad (2)$$

gdzie:

$V$  – przepływ powietrza w budynku [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$ ];

$W_{\text{CO}_2}$  – metaboliczne wydzielanie dwutlenku węgla przez 1 DJP [ $\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$ ];

$C_w$  – średnie stężenie  $\text{CO}_2$  w powietrzu wewnątrz obory (średnia z punktów pomiarowych mierzonych w określonym czasie [ppm, przeliczone na  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ];

$C_z$  – stężenie  $\text{CO}_2$  w powietrzu wchodzącym (na zewnątrz obory) [ppm, przeliczone na  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ].

Emisja była zatem równa:

$$E = \frac{W_{CO_2}}{C_w - C_z} \cdot S \quad (3)$$

gdzie:

$E$  – emisja amoniaku z budynku [ $g \cdot h^{-1} \cdot DJP^{-1}$ ];  
pozostałe oznaczenia jw.

## 2. Metoda bilansu wilgotności.

Wskaźnik przepływu powietrza  $V$  był równy:

$$V = \frac{W_{H_2O}}{d_w - d_z} \quad (4)$$

gdzie:

$V$  – przepływ powietrza w budynku [ $m^3 \cdot h^{-1} \cdot DJP^{-1}$ ];

$W_{H_2O}$  – fizjologiczne wydzielanie pary wodnej przez 1 DJP [ $g \cdot h^{-1} \cdot DJP^{-1}$ ];

$d_w$  – średnia wilgotność względna powietrza wewnątrz obory (z czterech punktów pomiarowych), przeliczona na wilgotność bezwzględna [ $g \cdot m^{-3}$ ];

$d_z$  – wilgotność względna powietrza na zewnątrz obory, przeliczona wilgotność bezwzględna w powietrzu napływającym do obory [ $g \cdot m^{-3}$ ].

Emisja amoniaku była równa:

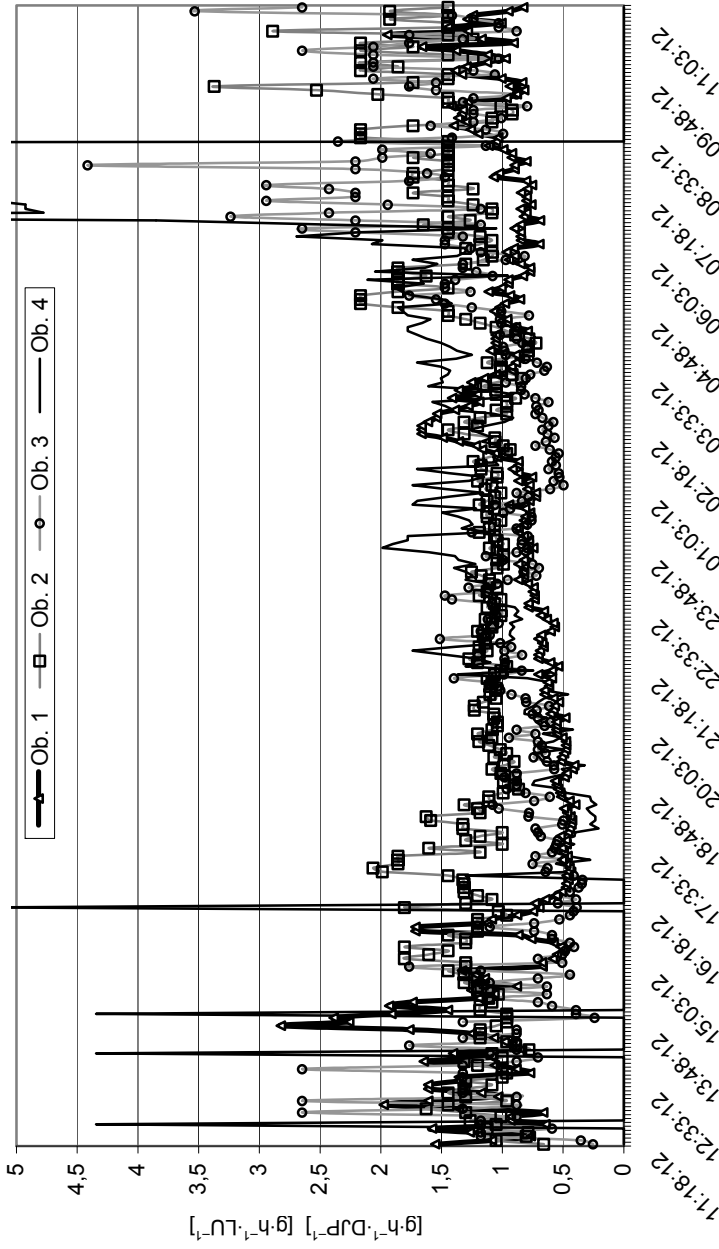
$$E = \frac{W_{H_2O}}{d_w - d_z} \cdot S \quad (5)$$

gdzie:

$E$  – emisja amoniaku z budynku [ $g \cdot h^{-1} \cdot DJP^{-1}$ ];  
pozostałe oznaczenia jw.

## Wyniki badań

Charakterystykę badanych obór przedstawia tabela 1. Uwzględniono w niej system utrzymania, rodzaj stosowanej ściółki i paszy, sposób i częstotliwość usuwania odchodów, oświetlenie, wentylację i kubaturę. Tabela 2 przedstawia wyniki pomiarów przepływu powietrza oraz średnią dobową emisję amoniaku dla badanych obór w okresie wiosenno-letnim. Rysunek 1 przedstawia wyniki pomiarów w ciągu doby emisji amoniaku z badanych obór (średnie z okresów pięciominutowych).



Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 1. Emisja amoniaku w badanych oborach – wartości z pomiarów w ciągu doby  
Fig. 1. Ammonia emission in free-stall cattle barns tested – values from 24 hrs measurements

Tabela 1. Charakterystyka budynków obór – rodzaj i ilość ściółki, częstotliwość usuwania odchodów oraz oświetlenie, wentylacja i kubatura

Nr obory	System utrzymania	Roczna wydajność [l]	Żywnienie	Rodzaj i ilość ściółki [kg/dzień <sup>-1</sup> ·DJP <sup>-1</sup> ]	Sposób i częstotliwość usuwania odchodów	Oświetlenie i wentylacja	Kubatura [m <sup>3</sup> ·DJP <sup>-1</sup> ]
1	wolnostanowiskowy boksowy, ściółkowy, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą pełną	7 500	lato i zima: kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka z traw, słoma, pasze treściwe	2 słoma	3 razy dziennie – przenośniki zgarniarkowe delta i poręczny na płytę gnojową	oświetlenie: naturalne – okna i świetlik kalenicowy; sztuczne – jarzeniówki; wentylacja grawitacyjna: nawiew oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową	36,21
2	wolnostanowiskowy na głębokiej ściółce, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą szczelinową	6 200	lato i zima: kiszonka z kukurydzy, sianokiszonki, pasze treściwe	7 słoma	2 razy w roku ciągnikoladowarką na rozrzućnik, wywóz gnojowicy z kanału spod obszaru paszowego wozem asenizacyjnym	oświetlenie: naturalne – okna i świetlik kalenicowy; sztuczne – jarzeniówki; wentylacja grawitacyjna: nawiew oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową	68,41
3	wolnostanowiskowy na głębokiej ściółce, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą szczelinową	7 300	lato i zima w oborze: kiszonka kukurydzy, sianokiszonka, pasze treściwe	7 słoma	2 razy w roku ładowaczem TUR z ciągnikiem na rozrzućnik, wywóz gnojowicy z kanału spod obszaru paszowego wozem asenizacyjnym	oświetlenie: naturalne – okna i świetlik dachowy; sztuczne – jarzeniówki; wentylacja grawitacyjna: nawiew oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową	40,67
4	wolnostanowiskowy boksowy, ściółkowy z podłogą pełną	7 000	lato: sianokiszonka, kiszonka z kukurydzy, młóto (pastwiskowanie); zima: jak w lecie (bez pastwiskowania)	2 słoma	2 razy dziennie przenośnikami obornika typu „delta master” oraz z kanału poprzecznego przenośnikiem typu „kompimat” z oddolnym formowaniem pryzmy na płytę gnojową	oświetlenie: naturalne – okna i świetlik kalenicowy; sztuczne – jarzeniówki; wentylacja grawitacyjna: nawiew otworami w ścianach nad oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową	107,8

Źródło: wyniki własne.

Table 1. Characteristics of the cattle barn buildings – kind and quantity of litter, frequency of manure removal, lighting, ventilation and cubage

Cattle barn no.	Housing system	Annual milk yield [l]	Feeding	Kind and quantity of litter [kg·day <sup>-1</sup> ·LU <sup>-1</sup> ]	Manure disposal manner and frequency	Lighting and ventilation	Cubage [m <sup>3</sup> ·LU <sup>-1</sup> ]
1	free-stall, boxes, littered, dung-walking passage, full floor	7 500	summer and winter: maize silage, grass haylage, straw, concentrates	2 straw	3 times a day – delta scraper-conveyors and transverse conveyor on dung plate	natural lighting – windows and roof ridge skylight; artificial – glow-tubes; gravitational ventilation: inflow through windows, outflow through roof ridge gap	36,21
2	free-stall, deep litter, dung – walking passage, slatted floor	6 200	summer and winter: maize silage, haylage, concentrates	7 straw	twice a year; tractor-loader on manure spreader, slurry removal from the canal under feeding area with a tank trailer	natural lighting – windows and roof ridge skylight; artificial – glow-tubes; gravitational ventilation, inflow through windows, outflow by roof ridge gap	68,41
3	free-stall, deep litter, dung – walking passage, slatted floor	7 300	summer and winter in the barn: maize silage, haylage, concentrates	7 straw	twice a year; TUR loader with tractor on manure spreader; slurry removal from canal under feeding area with a tank trailer	natural lighting – windows and roof ridge skylight; artificial – glow-tubes; gravitational ventilation, inflow through windows, outflow by roof ridge gap	40,67
4	free-stall, boxes, littered, full floor	7 000	summer: haylage, maize silage, spent grain (pasture grazing); winter: as in the summer (without pasture grazing)	2 straw	twice a day with „delta master” dung conveyors and from transverse canal by „komprimat” type conveyor with bottom pile forming on dung plate	natural lighting – windows and roof ridge skylight; artificial – glow-tubes; gravitational ventilation: inflow by holes in walls above the windows, outflow by roof ridge gap	107,8

Source: own study.

Tabela 2. Parametry mikroklimatu oraz emisja amoniaku w badanych oborach w okresie wiosenno-letnim  
 Table 2. Microclimatic parameters and ammonia emission inside surveyed cattle barns during spring-summer period

Numer obory Number of cattle barn	Temperatura zewnątrzna Outside temperature [°C]	Wilgotność zewnątrzna Relative humidity of air outside [%]	Temperatura wewnątrzna Inner temperature [°C]	Wilgotność wewnątrzna Relative humidity of air inside [%]	Stężenie NH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> concentration [ppm]	Stężenie CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> concentration [ppm]	Metoda bilansu dwutlenku węgla Carbon dioxide balance method		Metoda bilansu wilgotności Humidity balance method	
	wartość średnia mean value min.–max	wartość średnia mean value min.–max	wartość średnia mean value min.–max	wartość średnia mean value min.–max	wartość średnia mean value min.–max	wartość średnia mean value min.–max	przeptyw powietrza – wskaźnik wentylacji [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ·DJP <sup>-1</sup> ] airflow – ventilation index [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ·LU <sup>-1</sup> ]	emisja NH <sub>3</sub> [g·h <sup>-1</sup> ·DJP <sup>-1</sup> ] NH <sub>3</sub> emission [g·h <sup>-1</sup> ·LU <sup>-1</sup> ]	przeptyw powietrza – wskaźnik wentylacji [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ·DJP <sup>-1</sup> ] airflow – ventilation index [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ·LU <sup>-1</sup> ]	emisja NH <sub>3</sub> [g·h <sup>-1</sup> ·DJP <sup>-1</sup> ] NH <sub>3</sub> emission [g·h <sup>-1</sup> ·LU <sup>-1</sup> ]
1	5,1 1,7–10,8	72,0 41,0–90,3	11,5 7,6–15,8	60,3 36,0–73,5	4,5 1–9	932,6 500–1900	331,26 93,82–1755,7	0,93 0,40–2,82	849,93 206,64–7026	2,657 0,66–23,6
2	18,26 11,4–25,2	62,63 39,8–85,0	21,02 15,7–29,6	64,08 39,5–80,5	3,41 1–8	718,04 300–1600	606,5 226,9–2042,8	1,27 0,65–3,37	388,62 71,77–1028,7	0,818 0,15–1,61
3	22,87 16,7–31,6	79,92 40,8–94,6	25,82 20,2–39,26	73,29 27,5–99,9	4,07 1–12	737,13 300–1900	559,13 113,47–3744,7	1,06 0,24–4,41	451,04 156,4–9091,06	0,875 0,11–6,42
4	22,36 15,1–34,2	73,86 38,6–96,7	23,92 19,5–27,3	73,3 52,1–87,4	8,78 1–18	792,5 300–3000	262,2/398,8 <sup>1)</sup> 84,96–3653,5	1,73/2,64 <sup>1)</sup> 0,2–37,03 <sup>1)</sup>	1005,9/1131 <sup>1)</sup> 172,5–24155	3,51 0,33–91,81

<sup>1)</sup> Dane z pomiarów nocnych.

<sup>1)</sup> Data from night measurements.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.



## Podsumowanie

Średnie dobowe przepływy powietrza obliczone metodą bilansu dwutlenku węgla były większe od przepływów liczonych metodą bilansu wilgotności w dwóch oborach na głębokiej ściółce, odpowiednio dla obory nr 2 o ok. 56% oraz dla obory nr 3 o ok. 23%.

W dwóch pozostałych oborach (na płytkiej ściółce) średnie dobowe wartości przepływu w metodzie bilansu dwutlenku węgla były mniejsze niż w metodzie bilansu wilgotności, odpowiednio dla obory nr 1 o ponad 156%, a dla obory nr 4 o ponad 283%.

Według Rokickiego i Kolbuszewskiego [1999] metoda bilansu dwutlenku węgla pozwala uzyskać wielkość wentylacyjną o ok. 30% mniejszą niż w przypadku obliczeń na podstawie kryterium pary wodnej. Istnieje zatem potrzeba prowadzenia dalszych badań, w celu uzyskania jeszcze dokładniejszych danych.

Wartości średnich dobowych emisji amoniaku, obliczonych metodą bilansu dwutlenku węgla, były większe od wartości tych emisji, obliczonych metodą bilansu wilgotności w dwóch oborach (na głębokiej ściółce), odpowiednio dla obory nr 2 o ponad 55%, a dla obory nr 3 o ponad 21%.

Dla obór z płytką ściółką wartości średnich dobowych emisji amoniaku w metodzie bilansu dwutlenku węgla były mniejsze w porównaniu z bilansem wilgotności, odpowiednio dla obory nr 1 o ponad 185%, a dla obory nr 4 o ponad 102%.

Najwyższy poziom emisji amoniaku w obu metodach bilansowych uzyskano w oborze z płytką ściółką, z najmniejszą obsadą zwierząt.

## Wnioski

1. Wartości średnich dobowych emisji uzyskane obiema metodami mieszczą się w zakresie wielkości emisji podawanych w literaturze –  $1,3 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$  [Demmers 1998],  $8,0 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$  [Koerkamp1998], natomiast w porze nocnej w jednej z obór emisja osiągała wartość  $37,03 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$ .
2. Tylko w oborach z płytką ściółką potwierdziła się reguła, podawana w literaturze [Rokicki, Kolbuszewski 1999], że przepływ powietrza liczony metodą bilansu dwutlenku węgla jest mniejszy niż w metodzie bilansu wilgotności.
3. Najwyższy poziom emisji amoniaku z obory o najmniejszej obsadzie można tłumaczyć tym, że mały przepływ powietrza powodował, że stężenie amoniaku było w tej oborze największe.

## **Bibliografia**

Demmers T.G.M., Burgess L.R., Short J.L., Phillips V.R., Clark J.A., Wathes C.M. 1998. First experiences with methods to measure ammonia emissions from naturally ventilated cattle buildings in the U.K. *Atmospheric Environment*. Vol. 32 iss.3 s. 285–293.

Demmers T.G.M. 2007. Methods to measure the ventilation rate from naturally ventilated livestock buildings. W: *Ammonia emissions in agriculture*. Pr. zbior. Red. G.J Monteny, E. Hartung. Wageningen. Uniwersytet Wageningen s. 357–358.

Groot Koerkamp P.W.G., Metz J.H.M., Uenk G.K., Philips V.R., Holden M.R., Sneath R.W., Short J.L., White R.P., Hartung J., Seedorf J., Schroder M., Linkert K.H., Pedersen S., Takai H., Johnsen J.O., Wathes C.M. 1998. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agriculture Engineering Research*. Vol. 70(1) s. 79–95.

Karłowski J., Myczko R., Kołodziejczyk T., Kuczyński T. 2008. Współczynniki emisji amoniaku i gazów cieplarnianych z obór z wentylacją mechaniczną. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s.151–158.

Kuczyński T. , Dammggen U., Klimont Z., Kreis Tomczak K., Myczko A., Słobodzian-Ksenicz O. 2005. Ammonia emissions in Poland: Inventory, projections, uncertainties. W: *Emissions from European agriculture*. Pr. zbior. Red. T. Kuczyński, U. Dammggen, J. Webb, A. Myczko. Wageningen. Wageningen Academic Publishers ss. 384.

Marcinkowski T. 2009. Emisja gazowych związków azotu z rolnictwa. Konferencja Naukowa pt. „Rozpraszanie azotu i fosforu z rolnictwa do środowiska w Polsce”, 22–23.04.2009 [online]. Falenty. IMUZ. [Dostęp: 06.06.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.imuz.edu.pl/aktualnosci/k220409.php>

Rokicki E., Kolbuszewski T. 1999. *Higiena zwierząt*. Warszawa. Wydaw. SGGW ss.148.

Sapek A. 1995. Emisja amoniaku z produkcji rolnej. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 2 s. 3–23.

## **COMPARISON OF THE RESEARCH RESULTS ON AMMONIA EMISSION FROM THE CATTLE BARNS AS DETERMINED BY DIFFERENT METHODS**

### **Summary**

Research results of ammonia emission from the cattle barns were compared as obtained by using carbon dioxide balance method and air humidity balance method; both methods were described. Four free stall cattle barns for dairy cows, including the two with shallow cubicles and two with deep litter,

were investigated. The barns were naturally ventilated through the roof ridge gap. In order to calculate the rate of airflow, the ammonia and carbon dioxide concentrations, temperature and relative humidity of air inside and outside the buildings, were measured. In the cattle barns with cubicles the ammonia emission determined by carbon dioxide balance method was less, than in case of calculation by air humidity balance method. Ammonia emission ranged within  $0.93\text{--}2.64\text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{LU}^{-1}$  at using carbon dioxide balance method, and from  $0.875\text{ to }3.51\text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{LU}^{-1}$  at air humidity balance method. Obtained mean values of ammonia emission were contained within the range described in literature.

**Key words:** cattle barns, ammonia, emissions, greenhouse gases, ventilation rate, natural ventilation, measuring methods

Praca wpłynęła do Redakcji: 21.06.2011 r.

*Recenzenci: prof. dr hab. Andrzej Myczko  
prof. dr hab. Józef Szlachta*

Adres do korespondencji:

mgr inż. Kamila Mazur  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel. 22 542-11-13; e-mail: k.mazur@itep.edu.pl