

ILOŚCIOWA OCENA EMISJI AMONIAKU Z BUDYNKÓW INWENTARSKICH W ŻUŁAWSKICH GOSPODARSTWACH MLECZNYCH

Marek Kierończyk, Tadeusz Marcinkowski

Żuławski Ośrodek Badawczy, Elbląg
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

Wstęp

Amoniak stanowi istotne zanieczyszczenie pochodzenia antropogenicznego. Rolnictwo, zwłaszcza z dużym udziałem produkcji zwierzęcej, stanowi główne źródło zanieczyszczeń atmosfery tym gazem. W gospodarstwie emisja amoniaku ma miejsce na każdym z etapów jego produkcji, poczynając od usuwania odchodów zwierzęcych z budynków inwentarskich, poprzez ich przechowywanie na gnojniach i stosowanie w postaci nawozów naturalnych. Wielkość tego typu gazowych strat azotu jest znacznie zróżnicowana i zależy głównie od sposobu zagospodarowania i systemu utylizacji odchodów zwierzęcych. Znaczący strumień ulatniającego się amoniaku pochodzi z gospodarskich składowisk nawozów naturalnych oraz budynków inwentarskich. Zagadnienia te pomimo wykonania licznych badań [DEMMEERS i in. 1998; PHILLIPS i in. 2001] są nadal otwartym problemem badawczym, zwłaszcza w kontekście identyfikacji ilościowej.

Materiał i metody badań

Prace dotyczące szacowania emisji amoniaku z budynków inwentarskich (obór) w wybranych żuławskich gospodarstwach mlecznych podjęto w okresie zimowym 2004/2005. Badania te stanowią kolejny etap działań zmierzających do pełnej identyfikacji strat azotu w gospodarstwie rolnym. Charakterystykę badanych budynków inwentarskich przedstawiono w tabeli 1.

Obiekt badawczy nr 1 stanowiła obora płytka, z obsadą zwierząt 44 SD, znajdująca się w miejscowości Jegłownik na Żuławach Elbląskich. Powstający tu obornik usuwano ręcznie, a dla zapewnienia odpowiednich warunków zoohigienicznych w budynku zainstalowano system wentylacji mechanicznej realizowany przez dwa ściennie wentylatory osiowe (typ HCFT/4-400/H). Wlot powietrza do budynku był realizowany przez otwory (ϕ 10 cm) po 8 na podłużnych ścianach budynku. Sumaryczna wydajność wymiany powietrza (wydajność wentylatorów) wynosiła $4\,436,2\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$, co w rezultacie umożliwiło 8,1-krotność wymiany powietrza w ciągu godziny. Wentylatory mogły pracować w trzech trybach: na życzenie,

praca ciągła, praca okresowa. Pomiary emisji amoniaku wykonano podczas cyklu pracy okresowej.

Tabela 1; Table 1

Ogólna charakterystyka budynków inwentarskich
Characteristics of livestock buildings

Parametry; Parameters	Jednostki Units	Numer obiektu Object No.		
		1	2	3
Kubatura budynku; Cubic capacity of building	m ³	543,3	574,7	495,5
Obsada zwierząt; Livestock density	SD; LU	44	50	36
Ilość kanałów wentylacyjnych; Numer of ventilation ducts	szt.; pcs.	2	3	2
Powierzchnia kanału wentylacyjnego; Area of ventilation duct	m ²	0,5	0,16	0,195
Całkowita powierzchnia kanałów wentylacyjnych Total area of ventilation ducts	m ²	1,00*	0,48	0,39
Krotność wymiany powietrza; Ventilation rate	dm ³ ·h ⁻¹	8,17	1,09	1,13
Ilość wymienianego powietrza; Amount of air exchanged	m ³ ·h ⁻¹	4436,2**	627,3	557,6
Sposób usuwania odchodów; Manner of manure removal		R	M	M

SD sztuka duża = 500 kg; LU – 500 kg livestock unit

R ręcznie; manual

M mechanicznie; mechanically

* powierzchnia przekroju kanału wentylatorów; surface area ducts of fans

** wydajność wentylatorów w cyklu pracy; fans capacity in half a cycle

Obiekt badawczy nr 2 to obora płytka z obsadą 50 SD, położona w miejscowości Kępnowo w gminie Markusy. Budynek był wyposażony w zewnętrzny kanał gnojowy z mechanicznym systemem usuwania odchodów zwierzęcych oraz grawitacyjny system wymiany powietrza, każdy z kanałów wentylacyjnych wywiewnych zakończony był deflektorem w postaci daszku (krotność wymiany wynosiła 1,1·h⁻¹). Wlot powietrza do budynku następował poprzez 7 otworów (o wymiarach ϕ 10 cm) osłoniętych od wiatru „daszkiem” z otworem (12 x 12 cm) umieszczonych w podłużnych ścianach budynku.

Obiekt badawczy nr 3 to obora płytka z obsadą zwierząt 36 SD zlokalizowana również w miejscowości Kępnowo. Budynek był wyposażony w kanał gnojowy w środkowej części obiektu, skąd odchody zwierzęce usuwano na gnojownię mechanicznie, a powietrze wymieniane było przez system grawitacyjny z krotnością 1,13 wymiany na godzinę. Kanały wentylacyjne wywiewne zakończone deflektorem w postaci daszku. Wlot powietrza do budynku następował przez 6 otworów (ϕ 10 cm) umieszczonych w podłużnych ścianach budynku.

Pomiary emisji amoniaku wykonano stosując dwie techniki pomiarowe, tj. technikę dozymetrii dynamicznej z wykorzystaniem rurek wskaźnikowych produkowanych seryjnie przez firmę Dräger oraz technikę dozymetrii pasywnej wykorzystującej pasywne próbniki strumieniowe Ferma.

Pomiary stężeń amoniaku przy użyciu rurek wskaźnikowych w zakresie pomiarowym 2–30 ppm (1,44–21,3 mg NH₃·m³) wykonywano w pomieszczeniach inwentarskich na wysokości 1,5 m, natomiast pomiary w kanałach wentylacyjnych na wysokości 2,6 m. Podczas pomiarów pompka z próbnikami była ustawiona w orientacji pionowej. Czas wykonywania pomiaru wynosił około 1 minuty. Technika dozymetrii dynamicznej nie wymagała wykonania analiz laboratoryjnych.

W metodzie dozymetrii pasywnej zastosowano tzw. próbniki Ferma opisane we wcześniej opublikowanych pracach dotyczących metod ilościowej oceny emisji amoniaku [SCHORRING i in. 1992; KIEROŃCZYK, MARCINKOWSKI 2004]. W czasie wykonywania pomiarów próbniaki umieszczano w środkowej części budynku na dwóch masztach i pięciu różnych wysokościach od 50 do 260 cm. Czas ich ekspozycji wynosił 2 godziny. Amoniak zawarty w powietrzu był „wychwytywany” przez cienki film sorbenta – kwas szczawiowy. Amoniak zaabsorbowany w próbnikach w postaci jonów amonowych oznaczano spektrofotometrycznie.

Pomiary stężeń amoniaku w budynkach inwentarskich wykonano w styczniu br. jednocześnie dwiema metodami, w kilku powtórzeniach (od 6 do 8), zróżnicowanych pod względem dni tygodnia oraz pory dnia.

Emisję amoniaku z danego budynku oszacowano w zależności od realizowanego systemu wentylacji na podstawie następujących danych wejściowych: wydajności wentylatora, prędkości przepływu powietrza w kanałach wentylacyjnych wywiewnych, powierzchni przekroju wewnętrznego kanałów wentylacyjnych oraz zmierzonego stężenia amoniaku w powietrzu budynków oraz w powietrzu przepływającym przez kanały wentylacyjne wywiewne.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane wartości średnich stężeń amoniaku (tab. 2) z zastosowaniem techniki dozymetrii dynamicznej kształtowały się w przedziale od 0,73 do 3,51 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, przy czym w powietrzu kanałów wentylacyjnych notowano nieco wyższe stężenia rzędu 1,00 do 4,83 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Ostatecznie oszacowana emisja amoniaku przy uwzględnieniu obsady utrzymywanego bydła i przy założeniu, że punktem odniesienia jest stężenie gazu wewnątrz budynku kształtowała się na poziomie od 38,3 do 44,4 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji grawitacyjnej, zaś 71,9 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji mechanicznej. Jednakże przy założeniu, że punktem odniesienia jest stężenie amoniaku w powietrzu kanałów wentylacyjnych, oszacowana emisja była nieco wyższa i kształtowała się w przedziale od 48,9 do 60,6 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji grawitacyjnej oraz wynosiła 100,8 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji mechanicznej.

Wartości stężeń amoniaku uzyskane techniką dozymetrii pasywnej były nieco niższe w porównaniu z techniką dozymetrii dynamicznej i wewnątrz budynku kształtowały się w przedziale od 0,62 do 1,60 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, natomiast w kanale wentylacyjnym w przedziale od 0,79 do 1,93 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Na podstawie uzyskanych danych dotyczących stężeń amoniaku wewnątrz „centralnej” części budynków oszacowane emisje kształtowały się od 11,8 do 20,1 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji grawitacyjnej, natomiast 62,5 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji mechanicznej. Jednakże przy założeniu, że o wielkości emisji amoniaku z budynków decyduje stężenie amoniaku w powietrzu kanałów wentylacyjnych oszacowana emisja przyjmowała wartości od 15,5 do 24,2 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ dla systemu wentylacji mechanicznej oraz wartości 79,6 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ dla systemu wentylacji mechanicznej.

Wartości emisji uzyskane w trakcie realizacji niniejszej pracy wyraźnie różnią się od wartości uzyskanych przez GROOTA KOERKAMPA i in. [1998], zebranych i opisanych przez KUCZYŃSKIEGO [2002]. Rejestrowane tam stężenia amoniaku w oborze ściółkowej, z mechanicznym systemem wentylacji, kształtowały się w sze-

rokiem zakresie od 0,66 do 4,19 mg NH₃·m⁻³ (0,9 do 5,7 ppm), co powodowało emisję amoniaku do atmosfery rzędu od 260 do 890 mg NH₃·SD⁻¹·h⁻¹.

Należy dodać, że badania prowadzono w odmiennych warunkach chowu i utrzymania zwierząt, zwłaszcza, w zakresie ich wydajności mlecznej, składu diety pokarmowej (azotu) oraz całokształtu warunków zoohigienicznych w tym systemie utylizacji odchodów.

Tabela 2; Table 2

Średnie wartości stężeń i szacowanej emisji amoniaku
z badanych budynków inwentarskich

Average concentration and estimated emission
of ammonia from tested livestock buildings

Numer obiektu Number of building	Miejsce pomiaru Place of measurement	Średnie stężenie amoniaku Average concentration of ammonia (mg NH ₃ ·m ⁻³)		Oszacowana średnia wartość emisji (mg NH ₃ ·SD ⁻¹ ·h ⁻¹) Estimated average ammonia emission (mg NH ₃ ·LU ⁻¹ ·h ⁻¹)	
		DD (n = 6)	DP (n = 8)	DD	DP
1	budynek; indoor	0,73±0,007	0,62±0,125	71,9	62,5
	kanał wentylacyjny wywiewny outlet ventilation duct	1,00±0,347	0,79±0,053	100,8	79,6
2	budynek; indoor	3,51±0,203	1,60±1,36	44,4	20,1
	kanał wentylacyjny wywiewny outlet ventilation duct	4,83±0,411	1,93±1,40	60,6	24,2
3	budynek; indoor	2,33±0,234	0,76±0,123	38,3	11,8
	kanał wentylacyjny wywiewny outlet ventilation duct	3,16±0,395	1,01±0,261	48,9	15,5

DD dozymetria dynamiczna; dynamic dosimetry

DP dozymetria pasywna; passive dosimetry

SD sztuka duża 1SD = 500kg; LU livestock unit 1 LU= 500 kg

Wnioski

1. Emisja amoniaku z budynku inwentarskiego (obiekt nr 1) wyposażonego w mechaniczny system wentylacji była największa i w zależności od przyjętego modelu obliczeniowego oraz metodyki pomiaru kształtowała się w przedziale od 62,5 do 100,8 mg NH₃·SD⁻¹·h⁻¹.
2. W budynkach inwentarskich (obiekt nr 2 i 3) o systemie grawitacyjnym wentylacji oszacowana emisja amoniaku była wyraźnie niższa i w zależności od przyjętych założeń metodycznych kształtowała się w szerokim przedziale od 11,8 do 60,6 mg NH₃·SD⁻¹·h⁻¹.
3. Wstępnie uzyskane i przedstawione wyniki badań wskazują, że emisja amoniaku z badanych obiektów inwentarskich jest w dużym stopniu funkcją rodzaju i wydajności systemu wentylacyjnego.

Literatura

DEMMERS T.G.M, BURGESS L.R., SHORT J.L., PHILLIPS V.R., CLARK J.A., WATCHES C.M. 1998. *First experiences with methods to measure ammonia emissions from naturally ventilated cattle buildings in the UK*. Atmospheric Environment 32(3): 285–293.

GROOT KOERKAMP P.W.G, METZ J.H.M., UENK G.H., PHILLIPS 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., JOHNSON J.O., WATKINS C.M. 1998. *Concentration and emission of ammonia in livestock buildings in Northern Europe*. J. of Agricult. Engineering Research 70: 79–95.

KIEROŃCZYK M., MARCINKOWSKI T. 2004. *Pomiar emisji amoniaku ze źródeł rolniczych metodą mikrometeorologicznej dozymetrii pasywnej*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 4, 2a(11): 537–546.

KUCZYŃSKI T. 2002. *Emisja amoniaku z budynków inwentarskich a środowisko*. Redakcja Wydawnictw Naukowo-Technicznych, Zielona Góra: 70–72.

PHILLIPS V.R, LEE D.S., SCHOLTENS R., GARLAND J.A., SNEATH R.W. 2001. *A review of methods for measuring emission rates of ammonia from livestock buildings and slurry or manure stores*. Part II. *Monitoring flux rates, concentration and airflows rates*. J. of Agricult. Engineering Research 78(1): 1–14.

SCHORRING J.K, SOMMER S.G., FERM M. 1992. *A passive sampler for measuring ammonia emission in the field*. Water Air and Soil Pollution 62: 13–24.

Słowa kluczowe: emisja amoniaku, budynki inwentarskie

Streszczenie

Rolnictwo, zwłaszcza z dużym udziałem produkcji zwierzęcej stanowi istotne źródło zanieczyszczeń atmosfery amoniakiem. W gospodarstwie emisja amoniaku ma miejsce na każdym z etapów, poczynając od jego produkcji zwierzęcych i usuwania odchodów zwierzęcych z budynków inwentarskich, poprzez ich przechowywanie na gnojowniach i stosowanie w postaci nawozów naturalnych. Wielkość tego typu gazowych strat azotu jest znacznie zróżnicowana i zależy głównie od sposobu gospodarowania odchodami zwierzęcymi. Znaczący strumień ulatniającego się amoniaku pochodzi z gospodarskich składowisk nawozów naturalnych oraz budynków inwentarskich. Pomimo wykonania wielu opracowań zagadnienie to, zwłaszcza w kontekście identyfikacji ilościowej, jest nadal otwartym problemem badawczym.

Uzyskane technika dozymetrii dynamicznej średnie dobowe wartości stężeń amoniaku, kształtowały się w przedziale od 0,73 do 3,51 mg NH₃·m⁻³, przy czym w powietrzu kanałów wentylacyjnych (wysokość 2,6 m) notowano nieco wyższe stężenia rzędu 1,00 do 4,83 mg NH₃·m⁻³. Ostatecznie oszacowana emisja amoniaku kształtowała się na poziomie od 38,3 do 44,4 mg NH₃·SD⁻¹·h⁻¹ przy systemie wentylacji grawitacyjnej, zaś 71,9 mg NH₃·SD⁻¹·h⁻¹ przy systemie wentylacji mechanicznej (pomiaru techniką dozymetrii dynamicznej).

Wartości uzyskane techniką dozymetrii pasywnej były nieco niższe w porównaniu z techniką dozymetrii dynamicznej i tak w budynku kształtowały się pomiędzy 0,62, a 1,60 mg NH₃·m⁻³ natomiast w kanale wentylacyjnym od 0,79 do

1,93 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Wartości te miały wpływ na odpowiednio niższe wartości szacowanej emisji, kształtując się w zakresie od 11,8 do 20,7 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji grawitacyjnej, natomiast 62,5 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ przy systemie wentylacji mechanicznej.

Należy dodać, że pomiary wykonywano zimą br. przy ujemnych temperaturach powietrza na zewnątrz budynku

QUANTITATIVE ESTIMATION OF AMMONIA EMISSION FROM DAIRY CATTLE BUILDINGS IN ŻUŁAWY REGION

Marek Kierończyk, Tadeusz Marcinkowski

Żuławski Ośrodek Badawczy

Institute for Land Reclamation and Grassland Farming, Falenty

Key words: ammonia emission, livestock buildings

Summary

The agriculture, especially directed to intensive animal production, is a great source of atmospheric pollution with ammonia. Ammonia emissions take place at all stages of animal production, since the excretion, manure removal from buildings, during storage in dunghills until spreading in the field as natural fertilizers. The gaseous losses of nitrogen are considerably differentiated depending on the manner of manure management. Important flux of volatilized ammonia arises from the livestock buildings and dunghills. However, apart from a number of investigations having been conducted, it is still an open research problem, particularly in context of quantitative identification.

The average daily ammonia concentration values measured in buildings by using the dynamic dosimetry ranged within 0.73–3.51 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, whereas in the air of ventilation ducts (measured at 2.6 m high) were higher (from 1.00 to 4.83 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$). Finally estimated ammonia emission values amounted from 38.3 to 44.4 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ in naturally ventilated buildings and 71.9 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ at using forced ventilation.

The values of ammonion concentration determined by passive dosimetry technique were somewhat lower than those determined by dynamic dosimetry, reaching in buildings 0.62–1.60 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ whereas in ventilation ducts ranging within 0.79–1.93 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. These values influenced the adequately lower values of estimated emission, ranging from 11.8 to 20.7 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ at natural ventilation system whereas 62.5 mg $\text{NH}_3 \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ at forced ventilation. All the measurements were taken in winter season this year at sub-zero air temperatures outside the buildings.

Mgr inż. Marek Kierończyk

Żuławski Ośrodek Badawczy

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych

ul. Giermków 5

82-300 ELBLĄG

e-mail: m.f.k@plusnet.pl