

Wpłynęło 21.08.2012 r.
Zrecenzowano 01.10.2012 r.
Zaakceptowano 23.10.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Emisja amoniaku i dwutlenku węgla z obór przeznaczonych dla krów mlecznych

Kamila MAZUR^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów emisji amoniaku i dwutlenku węgla z sześciu obór dla krów mlecznych, w tym dwóch boksowych ściółkowych, dwóch na głębokiej ściółce, jednej z podłożem samospławnym oraz jednej boksowej bezściółkowej, zlokalizowanych na terenie województw lubelskiego, mazowieckiego i podlaskiego. Badania prowadzono w okresach letnim i zimowym. Wentylacja w oborach była naturalna (przez szczelinę kalenicową), w związku z tym emisję szkodliwych gazów z obór badano metodami bilansowymi (bilans dwutlenku węgla oraz wilgotności). W celu obliczenia wskaźnika przepływu powietrza zbadano: stężenie dwutlenku węgla, amoniaku oraz temperaturę i wilgotność względną powietrza wewnątrz i na zewnątrz obór. Mierzono poziom emisji gazów w ciągu doby. Średnia dobową emisję amoniaku wahała się od 0,51 do 2,64 g·h⁻¹·DJP⁻¹, natomiast dwutlenku węgla od 223,9 do 962,6 g·h⁻¹·DJP⁻¹, w zależności od systemu utrzymania i pory roku. Największą emisję amoniaku latem (2,64 g·h⁻¹·DJP⁻¹) stwierdzono w oborze boksowej z płytką ściółką, z najmniejszą obsadą. Obora boksowa, bezściółkowa była budynkiem, w którym odnotowano największą emisję amoniaku zimą oraz drugą pod względem wielkości emisję amoniaku i dwutlenku węgla latem. Emisja amoniaku zimą w tej oborze wynosiła 1,47 g·h⁻¹·DJP⁻¹, natomiast emisja CO₂ latem – 585,76 g·h⁻¹·DJP⁻¹.

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

Wstęp

Emisja w znaczeniu ekologicznym – według ustawy „Prawo ochrony środowiska” [Ustawa... 2001] – to wprowadzanie bezpośrednio lub pośrednio, w wyniku działania człowieka, do powietrza, wody, gleby lub ziemi substancji i energii, takich jak ciepło, hałas, wibracje lub pola elektromagnetyczne. Niektórzy autorzy



wskazują na istnienie w powietrzu budynku inwentarskiego ponad stu składników gazowych, które wydostają się z obory przez otwory wylotowe [HARTUNG, PHILIPS 1994 za BURTON, TURNER 2003]. Powietrze wentylacyjne obory zawiera takie gazy, jak: amoniak, metan, siarkowodór, dwutlenek węgla, podtlenek azotu, a także drobnoustroje i pyły. Azot jest wydalany w moczu jako mocznik i niestrawione białko w kale [KOERKAMP i in. 1998]. Dwutlenek węgla jest wydzielany przez zwierzęta, inne gazy pochodzą z paszy, np. kiszonki.

Wartości poziomu 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]. Wielkość emisji gazów cieplarnianych z budynków inwentarskich przedstawia się w różnych jednostkach, jako ilość (w mg lub kilogramach), emitowaną przez zwierzę lub sztukę dużą (SD) lub przez jednostkę produkcji ciepła – (hpu) w ciągu godziny lub roku, a także jako ilość emitowaną z danej powierzchni (najczęściej m^2). Wskaźnik przepływu powietrza, inaczej wskaźnik przewietrzania, wentylacja, jest to wymiana pewnej ilości (objętości) powietrza, wyrażona w m^3 , między pomieszczeniem a przestrzenią na zewnątrz, przebiegająca w określonym czasie.

W latach 2008–2011 w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach, Oddział w Warszawie zrealizowano projekt, w ramach którego zbadano emisję gazów cieplarnianych z dziewięciu obór dla krów mlecznych (sześciu wolnostanowiskowych i trzech stanowiskowych) oraz z jednej obory dla krów mięsnych. Celem niniejszej pracy było określenie wielkości dobowej emisji amoniaku oraz dwutlenku węgla z sześciu obór wolnostanowiskowych dla krów mlecznych.

Zakres i metody badań

Zakres badań obejmował sześć obór wolnostanowiskowych dla krów mlecznych, z wentylacją naturalną, w których wywiew następował przez szczelinę kalenicową.

Charakterystykę badanych obór, z uwzględnieniem systemu utrzymania, rodzaju stosowanej ściółki i paszy, sposobu i częstotliwości usuwania odchodów, wentylacji i kubatury, przedstawiono w tabeli 1. W dwóch oborach boksowych oraz w jednej z podłożem samospławialnym obornik był usuwany codziennie (dwa-trzy razy). W oborach z głęboką ściółką i w oborze bezściółkowej gnojowica była pompowana dwa razy w roku. We wszystkich oborach, oprócz jednej (boksowej, z płytką ściółką, pełną podłogą w korytarzach gnojowo-spacerowych) krowy przebywały cały rok w oborze i były żywione głównie kiszonkami z kukurydzy oraz traw. W przypadku obory nr 4 w żywieniu letnim występowało pastwiskowanie krów.

Do badań zastosowano następującą aparaturę:

- termoanemometry przewodowe do pomiaru prędkości powietrza w kalenicy (w celu kontrolnym): TA-1, TA-2, TA-3, TA-4 (4 szt.);

- koncentrator, do którego są podłączone przewodami elektrycznymi ww. czujniki, wyposażony w pamięć zbierania danych, oznaczenie: LB-487;
- termohigrometry (czujniki przewodowe) do mierzenia temperatury i wilgotności powietrza, oznaczenia: TH-5, TH-6, TH-7, TH-8 (4 szt.);
- termohigrobarometry bezprzewodowe, do badania ciągłego temperatury, wilgotności względnej i ciśnienia atmosferycznego, w tym 1 na zewnątrz obory, z rejestracją do pamięci wewnętrznej, oznaczenia: LB-417, LB-418, LB-419, LB-420 (4 szt.);
- czujniki dwugazowe do określania stężenia CO₂ i NH₃, w tym 1 na zewnątrz, z rejestracją do pamięci wewnętrznej, oznaczenia: MX-1, MX-2, MX-3, MX-4 (4 szt.);
- detektor wielogazowy mierzący stężenie metanu (CH₄), amoniaku (NH₃), siarkowodoru (H₂S), tlenku azotu (NO), z rejestracją do pamięci wewnętrznej, oznaczenie: iTX.

Aparatura rozmieszczona w strefie przebywania zwierząt oraz na zewnątrz obór umożliwiała zmierzenie w każdym z punktów pomiarowych następujących wielkości fizycznych: temperatury (°C), wilgotności względnej (%), stężenia dwutlenku węgla (%) i amoniaku (ppm). Dane były średnimi z okresów pięciominutowych, uzyskiwanych przez jedną dobę. Dysponując wynikami pomiarów stężenia amoniaku, dwutlenku węgla oraz temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnątrz i na zewnątrz obór, obliczano wskaźnik przepływu powietrza. Do pomiaru emisji amoniaku zastosowano metodę bilansu dwutlenku węgla, natomiast do pomiaru emisji dwutlenku węgla – metodę bilansu wilgotności. Dokładny opis metod bilansowych, zastosowanych w niniejszym opracowaniu jest zawarty w pracy MAZUR [2011].

Przykładowe rozmieszczenie aparatury pomiarowej oraz rodzaj mierników (według oznaczeń, wyjaśnionych powyżej) przedstawia rysunek 1.

Emisja gazu (E) była równa iloczynowi współczynnika przepływu powietrza (V) oraz stężenia gazu (S):

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

gdzie:

E – emisja gazu 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 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$].

Emisja amoniaku, w warunkach przepływu według metody bilansu dwutlenku węgla była równa:

$$E_{\text{NH}_3} = \frac{W_{\text{CO}_2}}{C_w - C_z} \cdot S_{\text{NH}_3} \quad (2)$$

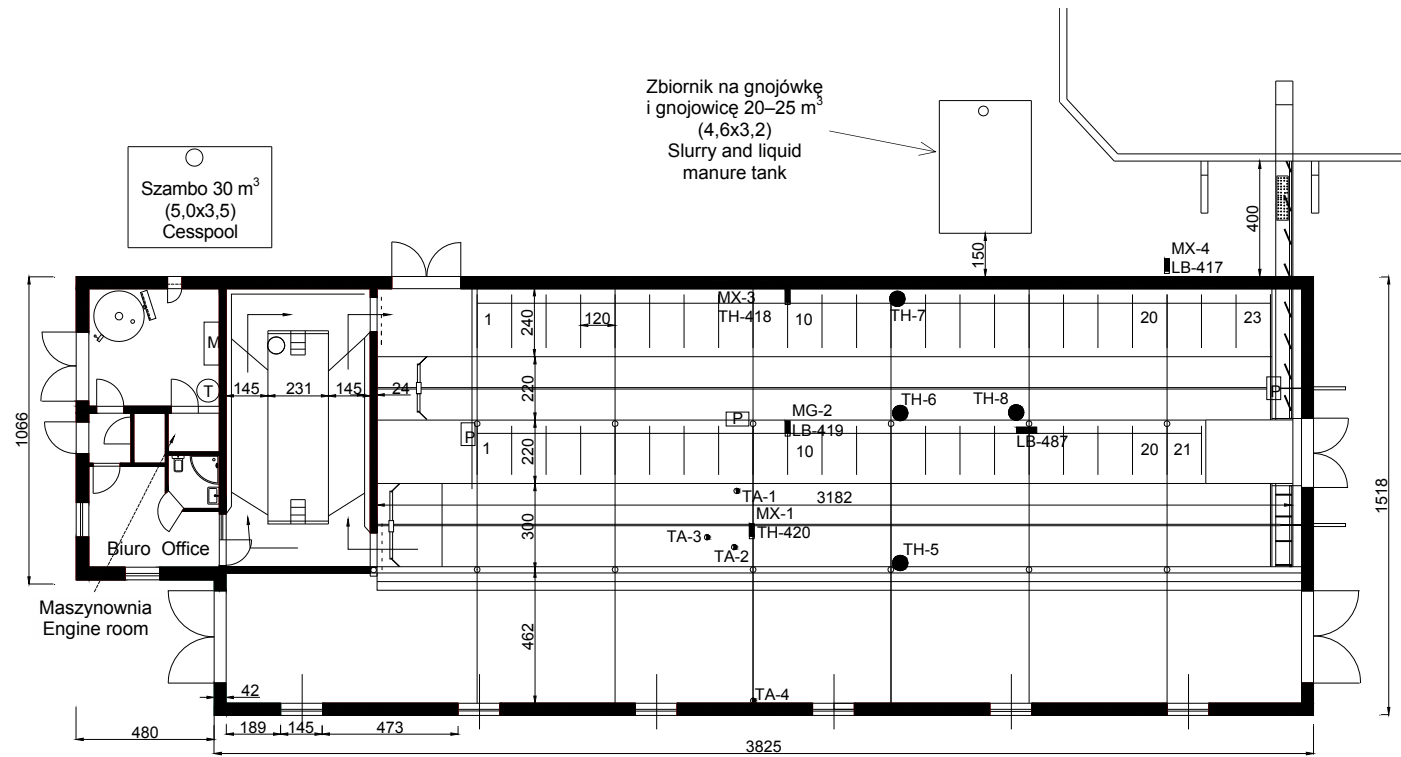
Tabela 1. Charakterystyka budynków obór
Table 1. Characteristics of the cattle barn buildings

Nr obory Cattle barn no.	System utrzymania Housing system	Roczna wydajność Annual yield [t]	Żywnienie, rodzaj paszy Feeding, kind of feedstuffs	Rodzaj i ilość ściółki [kg·dzień ⁻¹ ·DJP ⁻¹] Kind and quantity of litter [kg·day ⁻¹ ·LU ⁻¹]	Częstość i sposób usuwania odchodów Frequency and kind of manure disposal	Wentylacja Ventilation	Kubatura [m ³ ·DJP ⁻¹] Cubature [m ³ ·LU ⁻¹]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	wolnostanowiskowy boksowy, ściółkowy, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą pełną free-stall boxes, littered, walking – manure passage with full floor	7 500	żywnienie: lato i zima – kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka z traw, słoma, pasze treściwe, feeding: summer and winter – maize silage, grass haylage, straw, concentrates	2 słoma straw	3 razy dziennie na płytę gnojową, przenośniki zgarniakowe delta i przenośnik poprzeczny na podłodze pełnej 3 times a day on a dung plate, delta scraper conveyors and crosswise conveyor on the full floor	grawitacyjna – nawiew oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową natural – inflow by windows, outflow by roof ridge gap	36,2
2	wolnostanowiskowy na głębokiej ściółce, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą szczelinową free-stall on deep litter, walking – manure passage with slotted floor	6 200	żywnienie: lato i zima – kiszonka z kukurydzy, sianokiszonki, pasze treściwe feeding: summer and winter – maize silage, haylages, concentrates	7 słoma straw	ciągniko-ładowarką na rozrzutnik, wywóz gnojowicy z kanału spod obszaru paszowego wozem asenizacyjnym 2 razy w roku tractor-loader on a spreader, slurry removal from the sewer under feeding area twice a year with sewage tank	grawitacyjna – nawiew oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową natural – inflow by windows, outflow by roof ridge gap	68,4
3	wolnostanowiskowy na głębokiej ściółce, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą szczelinową free-stall, on deep litter, walking – manure passage with slotted floor	7 300	żywnienie: lato i zima – w oborze: kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka, pasze treściwe feeding: summer and winter in the cow barn – maize silage, haylage, concentrates	7 słoma straw	2 razy w roku ładowaczem TUR z ciągnikiem na rozrzutnik, wywóz gnojowicy z kanału spod obszaru paszowego wozem asenizacyjnym twice a year with TUR tractor loader on a spreader, removal of slurry from the sewer under feeding area with sewage tank	grawitacyjna – nawiew oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową natural – inflow by windows, outflow by roof ridge gap	40,6

cd. tabeli 1.

1	2	3	4	5	6	7	8
4	wolnostanowiskowy boksowy, ściółkowy z podłogą pełną free-stall, littered boxes on full floor	7 000	żywienie: lato – sianokiszonka, kiszonka z kukurydzy, młóto, pastwisko; zima – jak w lecie, bez pastwiska feeding: summer – haylage, maize silage, spent grain, pasture; winter – the same like in summer, without pasture	2 słoma straw	2 razy dziennie z oddolnym formowaniem przyzmy na płytę gnojową twice a day, bottom formation of a pile on dung plate	grawitacyjna – nawiew otworami w ścianach nad oknami, wywiew przez szczelinę kalenicową natural – inflow by aerators above the windows outflow by roof ridge gap	107,8
5	wolnostanowiskowy, boksowy, bezściółkowy, z podłogą szczelinową w korytarzach gnojowo-spacerowych free-stall, litterless boxes with slotted floor in walking – manure passages	9 000	żywienie: sianokiszonka, kiszonka z kukurydzy, pasze treściwe feeding: haylage, maize silage, concentrates	nie dotyczy does not touch	2 razy w roku wywóz gnojowicy z głębokich kanałów wozem asenizacyjnym z ciągnikiem, robot doczyszczający podłogi szczelinowe twice a year slurry removal from deep sewer with sewage tank and tractor, robot for thorough cleaning of slotted floors	grawitacyjna – nawiew oknami z regulowaną powierzchnią czynną, wywiew przez szczelinę w świetliku kalenicowym natural – inflow by windows with regulated active surface, outflow by the roof ridge gap	74,4
6	wolnostanowiskowy, ściółkowy na podłożu samospławialnym, korytarz gnojowo-spacerowy z podłogą pełną free-stall, littered, on self-flushing floor, walking-manure passage on the full floor	6 700	żywienie: lato i zima – kiszonka z siana, kiszonka z kukurydzy, pasze treściwe feeding: summer and winter – haylage, maize silage, concentrates	6 słoma straw	1 raz dziennie, spychacz czołowy na ciągniku, 4 razy w roku wóz asenizacyjny z pompą do gnojowicy z kanału podrusztowego w poczekalni przedudowej once a day, tractor front bulldozer, slurry removal 4 times a year with sewage tank and slurry pump – from a sewer under slotted floor in pre-milking room	grawitacyjna – nawiew otworami w ścianach wzdłużnych, wywiew przez szczelinę kalenicową natural – inflow by aerators in longitudinal walls, outflow by roof ridge gap	62,7

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 1. Rozmieszczenie aparatury pomiarowej w oborze nr 4
Fig. 1. Arrangement of measuring equipment in the cattle barn no. 4

gdzie:

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

W_{CO_2} – metaboliczne wydzielanie dwutlenku węgla przez 1 DJP [$\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$];

C_w – średnie stężenie 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 – średnie stężenie CO_2 w powietrzu wewnątrz obory [ppm, przeliczone na $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$].

Emisja dwutlenku węgla, mierzona metodą bilansu wilgotności była równa:

$$E_{\text{CO}_2} = \frac{W_{\text{H}_2\text{O}}}{d_w - d_z} \cdot S_{\text{CO}_2} \quad (3)$$

gdzie:

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

$W_{\text{H}_2\text{O}}$ – fizjologiczne wydzielanie pary wodnej przez krowę [$\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$];

d_w – średnia wilgotność względna powietrza wewnątrz obory (z czterech punktów pomiarowych), przeliczona na zawartość pary wodnej w powietrzu w danej temperaturze powietrza wewnątrz obory [%];

d_z – wilgotność względna powietrza na zewnątrz obory, przeliczona na zawartość pary wodnej w powietrzu napływającym do obory w danej temperaturze powietrza na zewnątrz obory [%].

Wyniki badań

Wyniki pomiarów wilgotności względnej powietrza, stężenia gazów, przepływu powietrza oraz średnią dobową emisję amoniaku i dwutlenku węgla z obór w okresach letnim oraz zimowym przedstawia tabela 2.

Zbadano poziom emisji szkodliwych gazów – amoniaku i dwutlenku węgla – z obór wolnostanowiskowych krów mlecznych. Wyniki są podobne do tych uzyskanych przez krajowych i zagranicznych badaczy.

Średnie dobowe jednostkowe przepływy powietrza w oborach wynosiły od 262,20 do 606,50 $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$ dla okresu letniego oraz od 99,44 do 151,57 $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$ dla okresu zimowego.

Średnie stężenie amoniaku w oborach wynosiło w okresie letnim od 3,41 do 8,78 ppm, a w okresie zimowym od 7,80 do 13,20 ppm. Średnie stężenie dwutlenku węgla w okresie letnim wynosiło od 665,50 do 932,60 ppm, natomiast w okresie zimowym od 676,90 do 1428,00 ppm.

W okresie letnim największa emisja amoniaku wystąpiła w oborze o najmniejszej obsadzie, boksowej ściółkowej (nr 4); jej wartość to 2,64 $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji 20,40 $\text{kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, jednocześnie przepływ powietrza w tej oborze był mały.

Tabela 2. Parametry mikroklimatu oraz emisja amoniaku i dwutlenku węgla w badanych oborach w okresie letnim oraz zimowym
Table 2. Microclimate parameters and emission of ammonia and carbon dioxide in the cattle barns tested, in summer and winter period

Numer obory/DJP Cattle barn no./LU	Wilgotność względna powietrza zewnątrzna lato/zima Relative humidity of air outside summer/ winter [%]	Wilgotność względna powietrza wewnętrzna lato/zima Relative humidity of air inside summer/ winter [%]	Stężenie NH ₃ lato/zima NH ₃ concen- tration summer/ winter [ppm]	Stężenie CO ₂ lato/zima CO ₂ concentration summer/ winter [ppm]	Przepływ powietrza – wskaźnik wentylacji lato [m ³ ·h ⁻¹ ·DJP ⁻¹] Airflow – venti- lation index summer [m ³ ·h ⁻¹ ·LU ⁻¹]	Przepływ powietrza – wskaźnik wentylacji zima [m ³ ·h ⁻¹ ·DJP ⁻¹] Airflow – venti- lation index winter [m ³ ·h ⁻¹ ·LU ⁻¹]	Emisja NH ₃ lato [g·h ⁻¹ ·DJP ⁻¹] NH ₃ emission summer [g·h ⁻¹ ·LU ⁻¹]	Emisja NH ₃ zima [g·h ⁻¹ ·DJP ⁻¹] NH ₃ emission winter [g·h ⁻¹ ·LU ⁻¹]	Emisja CO ₂ lato [g·h ⁻¹ ·DJP ⁻¹] CO ₂ emission summer [g·h ⁻¹ ·LU ⁻¹]	Emisja CO ₂ zima [g·h ⁻¹ ·DJP ⁻¹] CO ₂ emission winter [g·h ⁻¹ ·LU ⁻¹]
	wartość średnia min.–max. mean value, min.–max.									
1/140	72,00/67,48 41,00–90,30/ 28,30–94,10	60,30/67,64 36,00–73,50/ 41,70–87,80	4,50/11,94 1–9/1–27	932,60/1 325,00 500–1 900/ 300–2 580	331,26 93,82–1 755,70	125,64 73,71–254,73	0,93 0,40–2,82	1,05 0,31–1,72	682,60 96,46–6 881,30	541,02 284,22–1 233,60
2/90	62,63/87,56 39,80–85,00/ 72,70–93,20	64,08/89,14 39,50–80,50/ 11,70–99,90	3,41/7,80 1–8/1–16	718,04/1 428,00 300–1600/ 400–2100	606,50 226,90–2042,80	115,58 76,90–410,18	1,27 0,65–3,37	0,62 0,165–1,45	285,01 41,35–603,70	472,67 230,03–739,41
3/70	79,92/74,68 40,80–94,60/ 48,20–95,70	73,29/80,90 27,50–99,90/ 65,00–87,00	4,07/8,45 1–12/1–14	737,13/1 047,00 300–1 900/ 300–2 300	559,13 113,47–744,70	106,55 38,44–752,22	1,06 0,24–4,41	0,51 0,06–1,89	223,90 18,49–1 664,20	371,30 102,85–2 038,30
4/44	73,86/75,40 38,60–96,70 44,90–91,10	73,30/83,50 52,10–87,40/ 56,00–91,40	8,78/13,20 1–18/1–20	792,50/1 126,00 300–3 000/ 300–2 300	262,20/398,80 ¹⁾ 84,96–3 653,50	99,44 68,40–121,96	1,73/2,64 ¹⁾ 0,20–37,03	1,49 0,19–40,65	288,00/475,80 ¹⁾ 34,50–4 200,90	228,27 101,64–753,08
5/90	59,25/69,50 38,1–91,0/ 49,1–90,3	68,80/64,90 46,00–93,00/ 55,00–88,90	6,10/10,20 1–19/1–20	665,50/676,90 300–1 500/ 300–1 650	399,65 167,59–687,10	151,57 131,96–534,92	1,47 0,59–6,95	1,56 0,63–7,37	585,76 48,37–4 763,80	595,80 49,20–4 778,10
6/150	60,48/78,40 37,30–90,70/ 50,80–92,60	65,96/89,90 41,10–98,30/ 72,00–94,30	4,23/11,20 1–9/1–12	818,00/1 162,18 400–1 600/ 400,00–2 172,63	371,99 94,54–1 229,00	120,70 74,26–210,00	0,77 0,42–2,54	1,03 0,33–2,67	580,21 46,26–12 862,00	962,20 49,50–6 123,98

¹⁾ Dane z pomiarów nocnych. ¹⁾ Data from night measures.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

W oborze boksowej bezściółkowej (nr 5) stwierdzono drugą co do wielkości emisję dwutlenku węgla w okresie letnim, która wynosiła $585,76 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $5131,257 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$. W oborze tej, również w okresie letnim, wystąpił wysoki, (drugi co do wielkości spośród zbadanych obiektów) poziom emisji amoniaku, który wyniósł $1,47 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $12,877 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$.

Wnioski

Okres letni

1. Wartości średnich dobowych emisji amoniaku mieszczą się w zakresie wielkości emisji podawanych w literaturze [AMON, FRÖHLICH 2006; KOERKAMP i in. 1998].
2. Największa emisja amoniaku wystąpiła w oborze nr 4 z płytką ściółką – wartość średnia emisji amoniaku wyniosła $2,64 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $20,40 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$. Jednocześnie wartość średnia przepływu powietrza w tej oborze była mała i wyniosła $398,80 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, podczas gdy średnie stężenie amoniaku – 8,78 ppm (największe ze wszystkich obór), z wahaniami od 1 do 18 ppm. Drugą co do wielkości emisję amoniaku stwierdzono w oborze boksowej bezściółkowej (nr 5) – była ona na poziomie $1,47 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $12,877 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$.
3. Największą średnią dobową emisję dwutlenku węgla zaobserwowano w oborze boksowej ściółkowej nr 1, o dużej obsadzie (140 DJP), która wyniosła $682,60 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $5979,576 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$. Na drugim miejscu pod względem wielkości emisji dwutlenku węgla była obora boksowa bezściółkowa, z kanałami gnojowicowymi przykrytymi podłogą szczeplinową i jest to związane z faktem, że mocznik zawarty w gnojowicy rozkłada się na amoniak oraz dwutlenek węgla.

Okres zimowy

1. Największa emisja amoniaku wystąpiła w oborze bezściółkowej (nr 5) i wyniosła $1,56 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $13,665 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$.
2. Druga pod względem wielkości emisji amoniaku była obora nr 4 z płytką ściółką, o najmniejszej obsadzie. Wartość średnia emisji amoniaku wyniosła $1,49 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $13,052 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$.
3. Największa emisja dwutlenku węgla zimą wystąpiła w oborze wolnostanowiskowej ściółkowej, z podłożem samospławialnym (nr 6). Wartość średnia emisji dwutlenku węgla wyniosła $962,60 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co odpowiada rocznej emisji $8432,376 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki jako projekt promotorski nr 7065/B/P01/2011/40. Lata realizacji 2011–2012.

Bibliografia

AMON B., FRÖHLICH M. 2006. Ammoniakemissionen aus frei gelüfteten Ställen und Wirtschaftsdüngerlagerstätten für Rinder. W: Emissionen der Tierhaltung. KTBL Schrift. Nr 449. Pr. zbior. Red. B. Eurich-Menden, R. Dörfler, E. Grimm, K. Einschütz. Darmstadt. KTBL s. 49–62.

- BURTON C.H., TURNER C. 2003. Manure management: treatment strategies for sustainable agriculture. Wyd. 2. Bedford. Silsoe Research Institute. ISBN 0-95-31282-6-1 ss. 450.
- HARTUNG J., PHILIPS V.R. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. *Journal of Agricultural Engineering Research*. Vol. 57(3) s.173-189.
- KOERKAMP 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.
- KUCZYŃSKI T., DÄMMGEN U., KLIMONT Z., KREIS-TOMCZAK K., MYCZKO A. SŁOBODZIAN-KSENICZ O. 2005. Ammonia emissions in Poland: Inventory, projections, uncertainties. W: *Emissions from European agriculture*. Wageningen. Wageningen Academic Publishers s. 217-230.
- MAZUR K. 2011. Porównanie wyników badań emisji amoniaku z obór uzyskanych różnymi metodami. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 131-141.
- Ustawa z 20 czerwca 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Dz.U. 2001. Nr 62 poz. 627 z późn. zm.

Kamila Mazur

AMMONIA AND CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM THE DAIRY CATTLE BARNs

Summary

The scope of research dealt with the emissions of ammonia and carbon dioxide in six dairy cattle barns: two with littered boxes, two on the deep litter, one with self-flushing floor and one with the litterless boxes. The objects tested were located in Lubelskie, Mazowieckie and Podlaskie provinces. Investigations were conducted during summer and winter seasons. All buildings were equipped with natural ventilation (through the roof ridge gap). Gaseous emissions from the cattle barns were determined by using balance methods (balance of carbon dioxide and air humidity). In order to calculate the ventilation rate, carbon dioxide and ammonia concentrations were measured, as well as the temperature and relative humidity of air inside and outside of the cattle barn buildings. The rates of gaseous emissions were measured over 24 hrs. Average ammonia emission (per 24 hrs) ranged within 0.51-2.64 g·h⁻¹ LU, whereas the carbon dioxide within 223.9-962.6 g·h⁻¹ LU, depending on the housing system and season of year. The highest ammonia emission in summer (2.64 g·h⁻¹ LU) took place in the cattle barn with shallow-littered boxes and the smallest livestock density. The cattle barn with litterless boxes was characterized by highest ammonia emission in winter; it also took a second place in respect of both, ammonia and carbon dioxide emissions in the summer. Ammonia emission in this cattle barn in winter amounted to 1.47 g·h⁻¹ LU, whereas CO₂ emission in the summer – 585.76 g·h⁻¹ LU.

Key words: dairy cattle barns, ammonia, carbon dioxide, emissions, greenhouse gases, airflow rate, natural ventilation

Adres do korespondencji:

dr 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