

ROZPOZNANIE EMISJI METANU Z NATURALNYCH SIEDLISK POJEZIERZA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIEGO

Z. Stepniewska^{1,2}, A. Ostrowska¹

¹ Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

² Katolicki Uniwersytet Lubelski, Al. Kraśnicka 102, 20-718 Lublin

Streszczenie: Celem pracy było wstępne określenie emisji metanu na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim z terenów naturalnych, osuszonych i poddanych renaturalizacji, przez powtórne nawodnienie. Zakres badań obejmował pomiary dynamiki potencjału oksydoredukcyjnego (Eh), i natężenia dyfuzji tlenu (ODR), wody i gleb oraz pomiary emisji gazów z powierzchni wody i gleb. Emisję metanu oszacowano w zakresie: od 0,02 do 9,30 g m⁻² d⁻¹, przy czym najwyższą emisję odnotowano z powierzchni wód.

Słowa kluczowe: emisja metanu, metanogeneza, torf.

WSTĘP

Metan jest gazem bezbarwnym, bezwonnym, występuje w atmosferze w ilościach śladowych i jest umiarkowanie czynny chemicznie. Posiada jednak zdolność pochłaniania promieniowania podczerwonego a tym samym przyczynia się do efektu cieplarnianego, co powoduje, że wzrost zawartości CH₄ w atmosferze jest niepożądany.

Znanych jest kilkanaście znaczących źródeł emisji CH₄ do atmosfery. Wśród nich wyróżnia się naturalne (tereny podmokłe, zwierzęta przeżuwające, termyty, zbiorniki wodne, erupcje wulkaniczne) i antropogenne (wyrób i przetwórstwo ropy naftowej, węgla i gazu ziemnego, hodowla bydła, pola ryżowe, wysypiska śmieci, oczyszczalnie ścieków), [4].

Stężenie metanu atmosferycznego podlegało i wciąż podlega zmianom. Całkowita emisja globalna szacowana jest na 400–600 Tg CH₄ rocznie, z czego 60–70% pochodzi ze źródeł antropogenicznych [1]. Obecnie zawartość metanu w tropo-

sferze wynosi 1,7 ppmv i jest najwyższą wartością notowaną w okresie ostatnich 160 tys. lat [2]. Najniższa kumulacja metanu była w okresie maksymalnych złodowceń (ok. 0,3 ppmv), czego prawdopodobną przyczyną było zmniejszenie się emisji CH_4 z obszarów podmokłych. Gwałtowny wzrost jego kumulacji nastąpił w ciągu ostatnich 100–150 lat, charakteryzujących się znacznym przyrostem ludności [2].

Dokładne oszacowanie udziału poszczególnych źródeł w całkowitej produkcji CH_4 nie jest możliwe, gdyż wpływ wszystkich czynników warunkujących proces metanogenezy jest trudny do przewidzenia. Dlatego też dane na temat wielkości emisji podawane przez różnych badaczy czasami dość znacznie odbiegają od siebie. Hogan i wsp. uważają za główne źródło emisji CH_4 ekosystemy naturalne (100–300 Tg rok⁻¹) a następnie: pola ryżowe (60–170 Tg rok⁻¹), hodowlę (75–100 Tg rok⁻¹) i spalanie biomasy (50–100 Tg rok⁻¹) [1]. Również Lelieveld i Crutzen [3] podają ekosystemy naturalne jako główne źródło emisji metanu (55–195 Tg rok⁻¹), a kolejno wymieniane są: wydobywanie i przetwórstwo ropy naftowej i gazu ziemnego (35–125 Tg rok⁻¹), pola ryżowe (20–120 Tg rok⁻¹) i hodowla (60–100 Tg rok⁻¹) [3].

Schipper i Reddy [5] określają emisję CH_4 , z udziałem roślin, na poziomie 0,09–0,9 g m⁻² d⁻¹ w terenach naturalnych i od 0,15–1,7 g m⁻² d⁻¹ w terenach użytkowanych.

Istnieje zatem potrzeba dalszych badań i bliższego określenia czynników towarzyszących emisji CH_4 z gleby. Ważne jest rozpoznanie wielkości emisji z terenów dotychczas nie zbadanych a o dużym prawdopodobieństwie jej występowania, czego przykładem jest Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie.

Celem niniejszej pracy było wstępne określenie emisji metanu na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim z terenów naturalnych, osuszonych i poddanych renaturalizacji przez powtórne nawodnienie.

METODY

Badania przeprowadzono na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, w czerwcu i w lipcu 1999 r. na trzech różnych stanowiskach, oznaczonych jako 1, 2 i 3 a obejmujących:

1. tereny z torfami niezdegradowanymi, (punkt pomiarowy przy Jeziorze Moszne, na terenie Poleskiego Parku Narodowego)

- A – wody jeziora w pobliżu J. Moszne
B – punkt w lesie, około 25 m od jeziora
C – torfianki, 150 m od jeziora
2. tereny zrenaturalizowane, zalane wodą opadową w 1994 r.
A – Dziki Staw
B – grobla przy Dzikim Stawie
C – staw Duża Zośka
D – polna droga w pobliżu stawów
3. tereny z torfami zmurszałymi, osuszonymi w 1968 r (przy rzece Mietiułce)
A – łąka
B – rów melioracyjny, klosz na wodzie porośniętej roślinami, (stojący)
C – rów melioracyjny, klosz na wodzie, (pływający).

Zakres badań obejmował pomiary dynamiki potencjału oksydoredukcyjnego (Eh) (na wszystkich stanowiskach) i natężenia dyfuzji tlenu (ODR) (na stanowisku pierwszym), wody i gleby oraz pomiar emisji gazów z powierzchni wody i gleby (na wszystkich stanowiskach).

W celu zbadania emisji gazów wykorzystano zestawy pierścieni i przezroczystych kloszy, ustawianych na glebie oraz klosz do badania emisji gazów z wody. W przypadku badania emisji z powierzchni wody klosz był umieszczony na jeziorze, początkowo całkowicie wypełniony wodą i w miarę upływu czasu i zbierania się gazów stopniowo się wynurzał.

Gromadzące się gazy pobierano poprzez uszczelnioną gumową membranę, znajdującą się w pokrywie klosza i napelniano nimi odpowietrzone fiolki. Po przewiezieniu do laboratorium próby gazowe poddano analizie chromatograficznej, na chromatografie GC 14 firmy Shimadzu.

WYNIKI

Warunki aeracyjne

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów potencjału oksydoredukcyjnego (Eh) i natężenia dyfuzji tlenu (ODR), można stwierdzić, że na stanowisku 1A wartości Eh wykazały spadek w miarę wzrostu głębokości od +97 do -143 mV, co było skorelowane z wielkością mikrodyfuzji tlenu ODR w przedziale od 44,6 do 8,9 $\mu\text{g m}^{-1} \text{s}^{-2}$, (Tabela 1).

Tabela 1. Wartości Eh i ODR na różnych głębokościach stanowisko 1**Table 1.** Values of Eh and ODR at different soil depth – site 1

Głębokość (cm)	1A		1B		1C	
	Eh (mV)	ODR ($\mu\text{g m}^{-1} \text{s}^{-2}$)	Eh (mV)	ODR ($\mu\text{g m}^{-1} \text{s}^{-2}$)	Eh (mV)	ODR ($\mu\text{g m}^{-1} \text{s}^{-2}$)
10	97	44,6	-99	76,5	191	248,6
20	-53	11,4	-99	57,4	151	149,2
40	-143	8,9	-69	8,9	51	76,5

Na stanowisku 1B, w lesie oddalonym o ok. 25m od brzegu jeziora, potencjał oksydoredukcyjny był stabilny w całym profilu i wynosił ok. -100 mV, natomiast wartości ODR obniżały się, osiągając na głębokości 40 cm wartość 8,9 $\mu\text{g m}^{-1} \text{s}^{-2}$ (Tabela 1).

W przypadku punktu 1C, który charakteryzował pobliskie gleby torfowe, wartości Eh nie spadły poniżej zera i wynosiły odpowiednio: Eh od +191 do +51 mV, zaś ODR od 248,6 do 76,5 $\mu\text{g m}^{-1} \text{s}^{-2}$, wskazując na obecność tlenu do głębokości 40 cm, (Tabela 1).

Na stanowisku 2, we wszystkich punktach pomiarowych wraz ze wzrostem głębokości zaobserwowano spadek potencjału oksydoredukcyjnego. Największe różnice odnotowano w punkcie 2D (droga przy stawach), gdzie wartości Eh spadły od +316 mV na głębokości 10 cm, do -309 mV na poziomie 20 cm.. Świadczy to o gwałtownym wyczerpywaniu tlenu w miarę posuwania się w głąb profilu glebowego i o ograniczonym jego dostępie już na głębokości 20 cm. (Tabela 2).

Tabela 2. Wartości Eh na różnych głębokościach stanowiska 2 i 3**Table 2.** Eh at different soil depth – sites 2 and 3

Głębokość (cm)	Eh (mV)				
	2B	2C	2D	3A	3B
10	-56	-156	316	-316	-381
20	-56	-131	-309	-331	-341
30	-146	-131	-309	-336	-331
40	-131	-206	-	-356	-
50	-146	-256	-	-	-
60	-131	-281	-	-	-

Na stanowisku 3 potencjał oksydoredukcyjny był w zasadzie stabilny, ulegając niewielkim wahaniom, rzędu 50 mV i przyjmował wartości od -316 do -356 mV na łące i od -381 do -331 mV w rowie melioracyjnym, (Tabela 2).

Wielkość emisji metanu

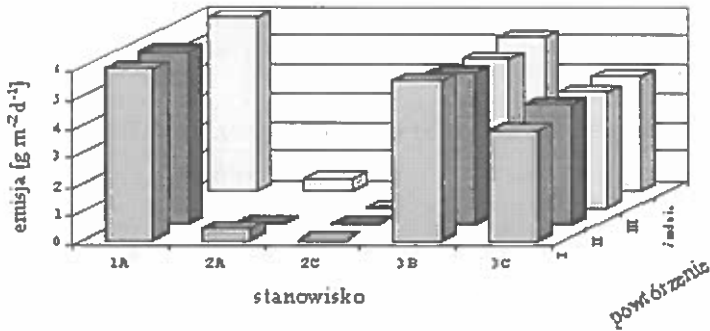
Na stanowisku 1 największą emisję metanu wynoszącą $9,30 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ zanotowano z wód jeziora. Z powierzchni gleby średnia emisja wynosiła $0,06 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ na stanowisku 1C i $0,13 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, na stanowisku 1B. Można przypuszczać, że za dwukrotnie większa emisja w punkcie 1B spowodowana była wysoką wilgotnością, na co wskazywała korelacja z niskimi wartościami Eh i ODR, (Tabela 3, Rys. 1).

Na stanowisku 2 najwyższą emisję CH_4 rzędu $2,87 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ odnotowano na grobli przy stawach. Z powierzchni wody emisję metanu oszacowano na poziomie $0,35 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Dziki Staw) i $0,16 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Duża Zośka). (Tabela 3, Rys.1, 2).

Tabela 3. Emisja CH_4 z terenu Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego

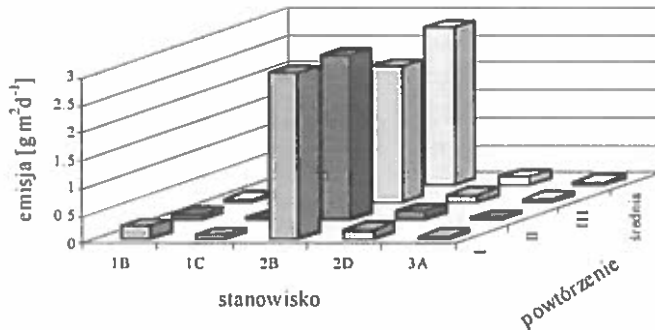
Table 3. Methane emission from sites of Łęczna-Włodawa Lake

Stanowisko	$\text{CH}_4 \text{ (g m}^{-2} \text{ d}^{-1}\text{)}$			Średnia
	Powtórzenie I	Powtórzenie II	Powtórzenie III	
1A	9,41	9,19		9,30
1B	0,21	0,11	0,07	0,13
1C	0,06	0,06	0,06	0,06
2A	0,42	0,56	0,07	0,35
2B	3,03	3,12	2,47	2,87
2C	0,02	0,02	0,02	0,02
2D	0,16	0,18	0,14	0,16
3A	0,05	0,07	0,07	0,06
3B	5,56	5,27	5,17	5,33
3C	3,86	4,17	4,01	4,01

Emisja CH_4 z powierzchni wody

Rys. 1. Emisja CH_4 z powierzchni wody na stanowiskach: 1A – jezioro w pobliżu J. Moszne, 2A – Dzikie Staw, 2C – staw Duża Zośka, 3B – rów melioracyjny, kłosz na roślinach, 3C – rów melioracyjny, kłosz na wodzie.

Fig. 1. Methane emission from water surface-sites: 1A – the Moszne lake, 2A – the Dzikie Staw pond, 2C – the Duża Zośka pond, 3B – drainage ditch, the chamber on plants, 3C – drainage ditch, the chamber on free water surface.

Emisja CH_4 z powierzchni gleby

Rys. 2. Emisja CH_4 z powierzchni gleby na stanowiskach: 1B – torfianki, 1C – stanowisko w lesie, 2B – grobla przy Dzikim Stawie, 2D – polna droga, 3A – łąka.

Fig. 2. Methane emission from soil surface at particular sites: 1B – peat land, 1C – forest, 2B – dike at the Dzikie Staw, 2D – cart road, 3A – meadow.

Na stanowisku 3, podobnie jak w punkcie pomiarowym 1 również najwyższą emisję CH_4 odnotowano z wody (w tym przypadku rów melioracyjny). W próbce pobranej, po 30 min od zanurzenia klosza, zawartość metanu w składzie gazów wynosiła ponad 50%, co pozwala oszacować emisję na $4,01 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Z powierzchni wody porośniętej roślinami – stanowisko 3B, emisję CH_4 oszacowano na $5,33 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ [Tabela 3]. Natomiast w punkcie 3A (łąka) emisja CH_4 wynosiła $0,06 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, podobnie jak z powierzchni gleby na stanowisku 1, (Tabela 3, Rys. 1, 2).

Wyznaczone na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego rozmiary emisji metanu wykonane w terenach podmokłych, a mieszczące się w granicach od 0,02 do $0,35 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, są porównywalne do przedstawionych przez Schipperera i Reddyego, z wyjątkiem stanowiska 2B, gdzie emisja była znacznie wyższa i wynosiła $2,87 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Wydzielanie CH_4 oznaczone z powierzchni jeziora i rowu melioracyjnego kilkakrotnie tę wartość przewyższało osiągając odpowiednio: $5,33$ i $9,30 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

WNIOSKI

W wyniku prowadzonych oznaczeń emisji metanu (w miesiącach czerwiec i lipiec 1999 r.) w wytypowanych punktach pomiarowych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego stwierdzono:

1. Najwyższą emisję metanu na poziomie $9,30 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ zanotowano z powierzchni wody na stanowisku 1.
2. Z powierzchni gleb torfowych emisja CH_4 była zróżnicowana i zawierała się w przedziale od $0,06$ do $2,87 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.
3. Emisję CH_4 z powierzchni wody pokrytej roślinnością, oszacowano na $5,33 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ i była ona wyższa od emisji bezpośrednio z wody, ($4,01 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ stanowisko 2), co świadczy o transporcie wewnętrznym metanu przez rośliny.

PIŚMIENNICTWO

1. Hogan K.B., Hoffman J.S., Thompson A.M.: Methane on the Greenhouse Agenda, Nature, 354, 181–182, 1991.
2. Kożuchowski K., Przybylak R.: Efekt cieplarniany, Wiedza Powszechna, Warszawa 1995.
3. Lelieveld J., Crutzen P.J.: Methane Emission into the Atmosphere. An Overview, Proceedings of IPCC Workshop „Methane and Nitrous Oxide”, Amersfoort, 17–25, 1993.

4. Pawłowska M.: *Możliwość zmniejszenia emisji metanu z wysypisk na drodze jego biochemicznego utleniania w rekultywacyjnym nadkładzie glebowym – badania modelowe*. Praca doktorska. Politechnika Lubelska, Lublin, 1999.
5. Schipper L.A., Reddy K.R.: Methan production and emissions from Four Reclaimed and Pristine Wetlands of Southeastern United States, *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 58:1270–1275, 1994.

THE ESTIMATION OF METHANE EMISSION FROM NATURAL SITES OF ŁĘCZNA-WŁODAWA LAKE DISTRICT

Z. Stępniewska^{1,2}, A. Ostrowska¹

¹Catholic University of Lublin, Kraśnicka 102, 20-718 Lublin

²Institute of Agrophysics PAS, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

Summary: The aim of the study was to determine methane emission from natural, drained and renaturalized (by renewed waterlogging) sites of Łęczna-Włodawa Lake District. During the experiment, redox potential (Eh) and oxygen diffusion rate (ODR) were measured in soil and water. Gas samples from land and water surface were collected during measurements of the emission. The greatest emission of methane $9,30 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, was detected from the lake surface with plants cover. The emission from soils was in the range $0.02\text{--}2.87 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Keywords: methane emission, methanogenesis, peat.