

# WPLYW DŁUGO- I KRÓTKOTRWĄLEGO SKŁADOWANIA OBORNIKA NA GRUNCIE NA ZANIECZYSZCZENIE GLEBY I WODY ZWIĄZKAMI AZOTU

**Stefan PIETRZAK, Piotr NAWALANY**

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

*Słowa kluczowe: mineralne formy azotu, składowanie obornika na gruncie, zanieczyszczenie wody i gleb*

## Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem długo- i krótkotrwałego składowania obornika bydłęcego bezpośrednio na gruncie na zanieczyszczenie gleby i wody związkami azotu.

Stwierdzono, że w efekcie długoletniego cyklicznego składowania obornika w przyźmie bezpośrednio na gruncie nastąpiło poważne zanieczyszczenie gleby i wody gruntowej azotem azotanowym i amonowym. W analizowanych próbkach gleby, pobranych spod składowiska obornika, maksymalna zawartość mineralnych form azotu ( $\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$ ) w warstwie 0–90 cm przekraczała  $1900 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a w próbkach wody gruntowanej stężenie azotu azotanowego i amonowego dochodziło odpowiednio do ok.  $670 \text{ mg N-NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$  i  $130 \text{ mg N-NH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ . Krótkotrwałe (półroczne) przechowywanie obornika w przyźmie polowej nie spowodowało dużego wzbogacenia gleby w azot mineralny, co pośrednio wskazuje, że nie stanowiło ono poważnego zagrożenia jakości wód.

Na podstawie przeprowadzonych badań uznano, że ze względu na ochronę jakości wód nie należy magazynować obornika bezpośrednio na gruncie w tym samym miejscu przez długi okres. Jako dopuszczalną natomiast przyjęto możliwość jednorazowego w danym miejscu składowania obornika bezpośrednio na gruncie w krótkim okresie (wymaga to jednak weryfikacji na podstawie dodatkowych badań).

## WSTĘP

Wieloletnie i szeroko zakrojone prace badawcze, prowadzone w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, wykazały że niewłaściwe metody przechowywania obornika stanowią poważne zagrożenie jakości wód na obszarach wiejskich [SAPEK, SAPEK, 2007]. Istnienie takiego zagrożenia potwierdziło również Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, podając w swoich dokumentach, że w Polsce powszechną praktyką „jest przechowywanie obornika bezpośrednio na gruncie, co ma duży wpływ na zanieczyszczenie studni przydomowych. W efekcie ... w 2000 roku 44,8% studni przydomowych posiadało wody złej jakości i niezdatnej do picia (powyżej 10 mg azotanów/l)” [Program..., 2006]. Skala zagrożenia wydaje się duża. W raporcie wykonanym na zlecenie Dyrekcji Generalnej ds. Środowiska (DG ENV) Komisji Europejskiej podaje się – na podstawie szacunków wykonanych z wykorzystaniem modelu MITERRA-EUROPE – że straty wymywania azotu z podwórzy gospodarskich oraz przyzmy obornika stanowią do 40% całkowitych strat na skutek wymywania tego składnika [Assessment..., 2007].

Z powyższego wynika, że istnieją dość jednoznaczne negatywne oceny skutków oddziaływania wadliwych metod przechowywania obornika na zanieczyszczenie wody związkami azotu z niego pochodzącymi. Niemniej wiedza na ten temat nie została wystarczająco uwzględniona w dotychczasowych pracach nad wdrażaniem Dyrektywy Azotanowej w Polsce ani też nie jest dostatecznie respektowana w obowiązującym ustawodawstwie. W tym ostatnim przypadku, zgodnie z art. 25 ust. 2 ustawy o nawozach i nawożeniu [2007], nakaz przechowywania obornika na nieprzepuszczalnych płytach, zabezpieczonych w taki sposób, aby wycieki nie przedostawały się do gruntu, ograniczony został jedynie do ferm IPPC<sup>1)</sup> (wszystkie inne gospodarstwa prowadzące produkcję zwierzęcą są zwolnione z tego obowiązku).

Wydaje się, że przedstawiony stan wynika w znacznej części z ciągle jeszcze niepełnych danych dotyczących środowiskowych skutków przechowywania nawozów naturalnych w sposób niewłaściwy (w wymiarze jakościowym i ilościowym). Dlatego też problem wymaga dalszych badań i analiz. Występuje m.in. potrzeba wyjaśnienia takich zagadnień, jak wpływ okresu przechowywania i wielkości przyzmy obornika na zanieczyszczenie gleby i wody związkami azotu oraz wielkość strat tego składnika z przyzmy obornika (z uwzględnieniem ich zróżnicowania) do wód. W ramy tych potrzeb wpisuje się niniejsza praca. Jej celem jest ocena wpływu długo- (ok. 20 lat) i krótkotrwałego (0,5 roku) składowania obornika na gruncie na zanieczyszczenie gleby i wody związkami azotu.

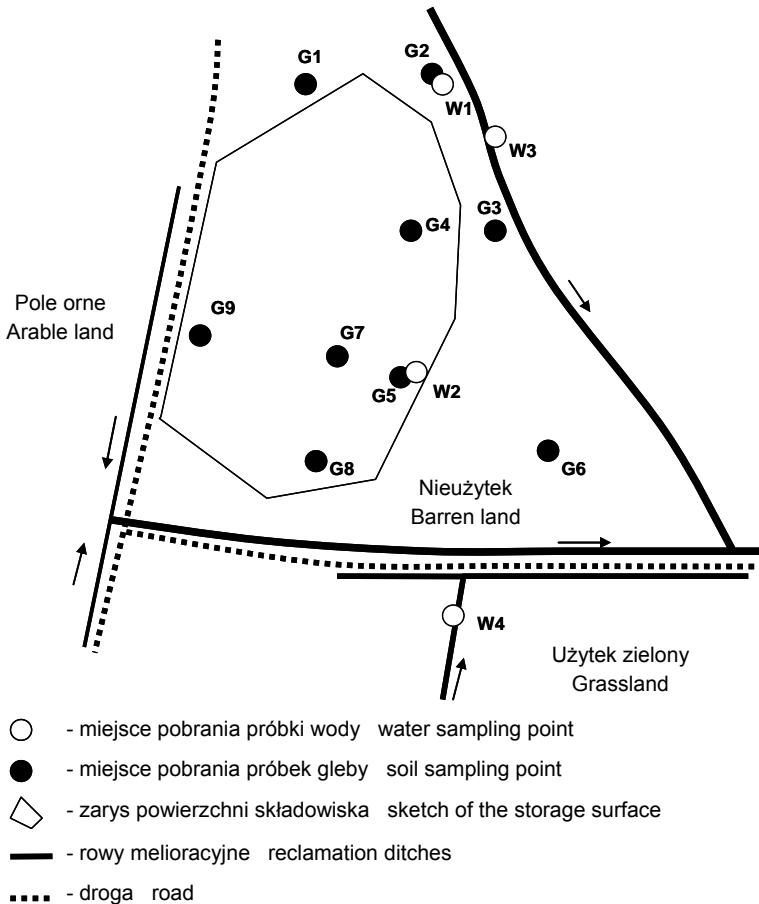
## METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w okresie od października 2007 r. do maja 2008 r. na dwóch stanowiskach badawczych, w miejscach po oborniku bydlęcym przechowywanym bezpośrednio na gruncie. Na stanowisku 1., zlokalizowanym na nieużytku (rys. 1), obornik był

---

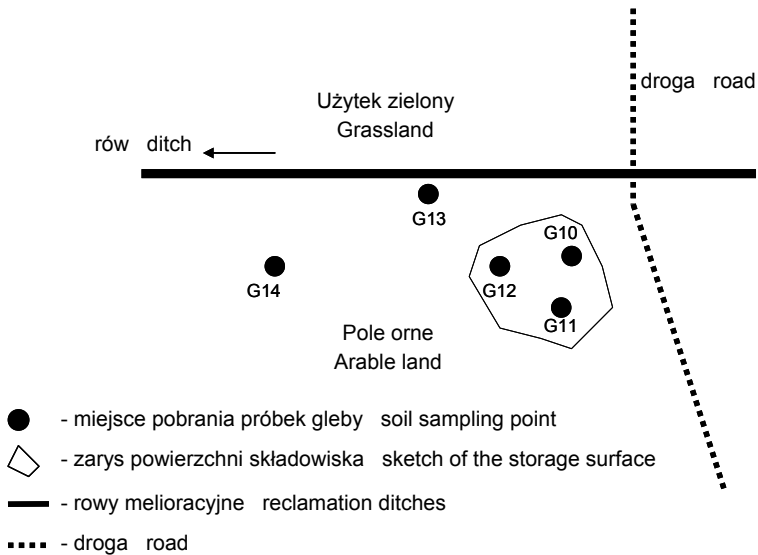
<sup>1)</sup> Ferma IPPC (ang. Integrated Pollution Prevention and Control – zintegrowane zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń) – podmiot, który prowadzi chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk albo chów lub hodowlę świń powyżej 2 000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg albo 750 stanowisk dla macior.

składowany cyklicznie przez ok. 20 lat, na stanowisku 2., położonym na gruncie ornym (rys. 2), przez ok. 0,5 roku. Po wybraniu obornika z przyzmy na każdym ze stanowisk (jesienią 2007 r. ze stanowiska 1. i wczesną wiosną 2008 r. ze stanowiska 2.) i z miejsc znajdujących się w ich pobliżu pobrano jednorazowo do analiz próbki gleby z warstwy 0–90 cm. W miejscu długotrwałego, cyklicznego magazynowania obornika (stanowisko 1.) oraz obok niego zainstalowano studzienki pomiarowe. Z tych studzienek oraz z dwóch pobliskich rowów w okresie od stycznia do maja 2008 r. pobierano co miesiąc próbki wody do analiz. Próbkę wody ze studzienek pobierano po uprzednim wypompowaniu stagnującej w nich wody.



Rys. 1. Szkic położenia stanowiska badawczego nr 1, w miejscu regularnego składowania obornika na gruncie przez ok. 20 lat, wraz z punktami poboru próbek gleby i wody

Fig. 1. A sketch of the study site 1 in place of regular manure storage on the ground for c. 20 years with points of soil and water sampling



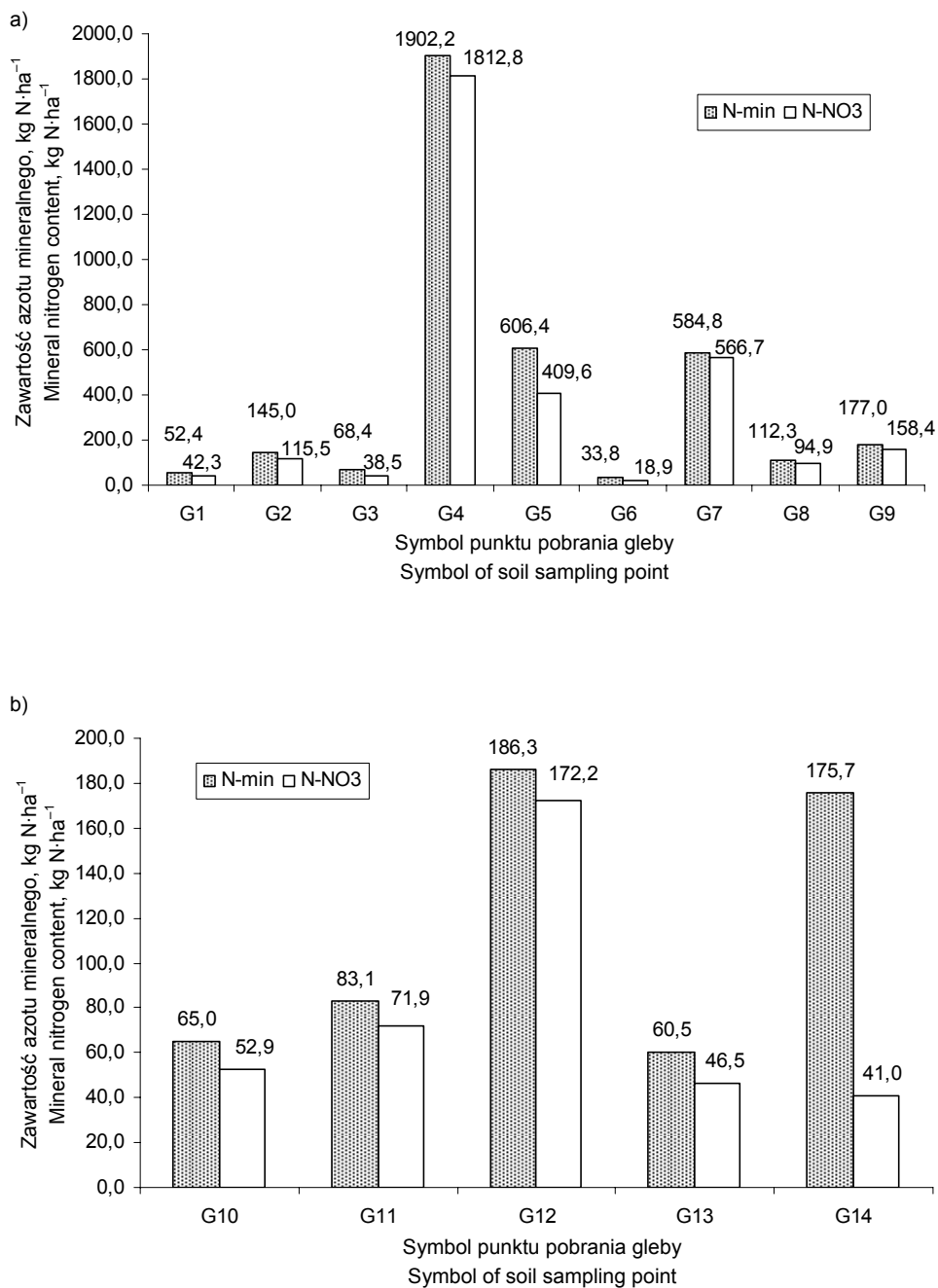
Rys. 2. Szkic położenia stanowiska badawczego nr 2, w miejscu wcześniejszego składowania obornika na gruncie przez ok. 0,5 roku, wraz z punktami poboru próbek gleby

Fig. 2. A sketch of the study site 2 in place of earlier manure storage on the ground for c. half a year with points of soil and water sampling

Analizy próbek wody i gleby wykonano w Zakładzie Chemii Gleby i Wody IMUZ. Zawartość mineralnych form azotu – azotanowego ( $\text{N-NO}_3$ ) i amonowego ( $\text{N-NH}_4$ ) w próbkach gleby oznaczano po ekstrakcji za pomocą 1% roztworu siarczanu potasu ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) ze świeżej masy gleby. Analizy próbek wody i wyciągu z gleby wykonano metodą kolorymetryczną za pomocą automatycznego analizatora przepływowego firmy Skalar.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość mineralnych form azotu, w tym azotu azotanowego w glebie, w warstwie 0–90 cm, w miejscach wcześniejszego składowania obornika (punkty G4, G5, G7, G8, G,9 oraz G10, G11, G12), była zazwyczaj znacznie większa niż w jego okolicach (rys. 3). Wyjątek trudny do zinterpretowania stanowiła duża zawartość N-min, w tym przede wszystkim  $\text{N-NH}_4$ , w punkcie G14 na stanowisku 2. Na stanowisku po cyklicznym składowaniu obornika przez ok. 20 lat zawartość azotu mineralnego w glebie w warstwie 0–90 cm była znacznie większa niż na stanowisku, na którym obornik składowano przez 0,5 roku. Maksymalna zawartość azotu mineralnego – N-min ( $\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$ ) – w pierwszym przypadku przekraczała  $1900 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (punkt G4), podczas gdy w drugim była ponad dziesięć razy mniejsza (punkt G12) – rysunek 3.



Rys. 3. Zawartość azotu mineralnego w warstwie gleby 0–90 cm:  
 a) stanowisko nr 1 i w pobliżu niego, b) stanowisko nr 2 i w pobliżu niego  
 Fig. 3. Mineral nitrogen content in the 0–90 cm soil layer: a) site No 1 and nearby,  
 b) site No 2 and nearby

Średnia zawartość azotu mineralnego w miejscu długoletniego składowania obornika (obejmującego punkty G4, G5, G7, G8 i G9 – rys. 1) była 6,7 razy większa w porównaniu z przeciętną zawartością azotu mineralnego, w tym azotu azotanowego w glebach ornych (tab. 1), a w miejscu krótkotrwałego składowania obornika (obejmującego punkty G10, G11, G12 – rys. 2) – tylko 1,1 razy większa (do porównań przyjęto średnią zawartość N-min w glebach średnich).

**Tabela 1.** Przeciętna zawartość azotu mineralnego (N-min), w tym azotu azotanowego (N-NO<sub>3</sub>) w glebach ornych<sup>1)</sup> [Rozporządzenie..., 2002]

**Table 1.** Average mineral nitrogen content including nitrate-nitrogen in arable soils<sup>1)</sup> [Rozporządzenie..., 2002]

Warstwa gleby Soil layer cm	Zawartość azotu, kg N·ha <sup>-1</sup> Nitrogen content, kg N·ha <sup>-1</sup>							
	gleba bardzo lekka very light soil		gleba lekka light soil		gleba średnia medium soil		gleba ciężka heavy soil	
	N-min	N-NO <sub>3</sub>	N-min	N-NO <sub>3</sub>	N-min	N-NO <sub>3</sub>	N-min	N-NO <sub>3</sub>
0–30	43,8	30,1	49,2	36,0	50,2	39,4	49,9	38,6
30–60	23,4	15,9	27,0	19,4	29,5	22,6	29,8	22,7
60–90	17,5	11,8	19,4	13,7	21,9	16,0	22,3	16,1
0–90	84,7	57,8	95,6	69,1	101,6	78,0	101,9	77,3

<sup>1)</sup> Stwierdzana w glebach gruntów ornych po zbiorach roślin w okresie jesieni (z monitoringu gleb w latach 1997–2001).

<sup>1)</sup> Measured in arable soils in autumn after plant harvesting (from soil monitoring in the years 1997–2001)

Na obszarze długotrwałego składowania obornika (stanowisko 1.) szczególnie zasobna w azot była warstwa gleby 0–30 cm (tab. 2). W stosunku do średniej zawartości azotu mineralnego w porównywalnej warstwie gleb ornych znajdowało się w niej ponad 11 razy więcej tego składnika. Natomiast na obszarze krótkotrwałego składowania jego zawartość w wymienionej warstwie była mniejsza od przeciętnej.

**Tabela 2.** Rozkład zawartości azotu mineralnego (N-min) w warstwie gleby 0–90 cm w miejscach długo- (stanowisko 1.) i krótkotrwałego (stanowisko 2.) składowania obornika

**Table 2.** Distribution of mineral nitrogen in the 0–90 cm soil layer in places of long (site 1) and short (site 2) term manure storage

Warstwa gleby Soil layer cm	Zawartość azotu, kg N·ha <sup>-1</sup> Nitrogen content, kg N·ha <sup>-1</sup>			
	stanowisko 1 site 1		stanowisko 2 site 2	
	N-min	N-NO <sub>3</sub>	N-min	N-NO <sub>3</sub>
0–30	553,6	521,5	39,6	36,4
30–60	98,7	74,4	39,9	35,0
60–90	24,2	12,7	32,0	27,5
0–90	676,5	608,5	111,5	99,0

Na obydwu stanowiskach stwierdzono zróżnicowany rozkład zawartości N-min w poszczególnych warstwach analizowanych profili glebowych. Na stanowisku 1. w kolejnych warstwach gleby: 0–30; 30–60 i 60–90 cm znajdowało się średnio odpowiednio 81,2; 14,6 i 3,6% całości N-min zgromadzonego w niej do głębokości 90 cm, natomiast na stanowisku 2. zawartość N-min w wymienionych warstwach była następująca: 35,5; 35,8 i 28,7%.

W próbkach wody, pobieranych do analiz z wyznaczonych punktów monitoringu, największe ilości azotu azotanowego i azotu amonowego odnotowano w wodzie gruntowej ze studzienki (W1) zlokalizowanej bezpośrednio na stanowisku po długotrwałym cyklicznym składowaniu obornika. Średnia z 5 miesięcy zawartość N-NO<sub>3</sub> w tej wodzie przekraczała 183 mg·dm<sup>-3</sup>, a N-NH<sub>4</sub> – 28 mg·dm<sup>-3</sup> (tab. 3).

**Tabela 3.** Zawartość mineralnych form azotu w próbkach wody pobranych ze studzienek pomiarowych oraz poziom wody gruntowej w punktach pobrania próbek (W1, W2)

**Table 3.** Concentrations of mineral nitrogen in water samples collected from measurement wells and the groundwater table in sampling points (W1 and W2)

Data pobrania Sampling date	W1			W2		
	poziom wody gruntowej groundwater depth cm	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	poziom wody gruntowej groundwater depth cm	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
		mg·dm <sup>-3</sup>			mg·dm <sup>-3</sup>	
14.12.2007	–	16,18	9,53	–	9,17	0,09
23.01.2008	64	668,13	130,00	46	2,58	13,29
19.02.2008	52	96,93	0,36	40	2,10	14,12
28.03.2008	50	74,84	0,40	30	1,14	7,80
25.04.2008	50	60,71	1,25	38	0,48	10,44
Średnia Mean	54	183,36	28,31	38,5	3,09	9,15

Ze względu na stężenie azotanów była to woda zanieczyszczona w rozumieniu Dyrektywy Azotanowej (zawierająca ponad 50 mg NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup>, tj. 11,3 mg N-NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup>). Obszary, na których występują tego rodzaju wody, kwalifikują się do szczególnie narażonych [Informacja..., 2003]. Woda w studziencie znajdującej w pobliżu miejsca po oborniku (W2) charakteryzowała się stosunkowo niewielkim stężeniem azotanów, natomiast była bardzo zanieczyszczona azotem amonowym, co ją sytuowało w V klasie jakości wód podziemnych – tabela 4.

W próbkach wody z rowów występowały podobne, nieduże ilości azotu w formie amonowej (średnio 0,24–0,27 mg N-NH<sub>4</sub>·dm<sup>-3</sup>), natomiast stężenie azotu azotanowego było zróżnicowane i wynosiło średnio ok. 0,6 mg N-NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> w wodzie z rowu przebiegającego przez użytek zielony (W4) i nieco ponad 6 mg N-NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> w wodzie pobranej z rowu przechodzącego przez nieużytek, na którym zlokalizowane było składowisko (tab. 5). Ze względu na stężenie azotanów wody te kwalifikowały się odpowiednio do I i IV klasy czystości wód powierzchniowych (tab. 4).

**Tabela 4.** Wartości graniczne wskaźników jakości wody w klasach jakości wód powierzchniowych i podziemnych (na podstawie: Rozporządzenie... [2004])

**Table 4.** Threshold values of water quality indices in classes of surface and ground water quality (acc. to Rozporządzenie... [2004])

Wskaźnik jakości wody Water quality index	Wartości graniczne w klasach I–V, mg dm <sup>-3</sup> Threshold values in classes I–V, mg dm <sup>-3</sup>				
	I	II	III	IV	V
Wody powierzchniowe Surface waters					
N-NO <sub>3</sub>	1,13	3,39	5,65	11,30	>11,30
N-NH <sub>4</sub>	0,39	0,78	1,55	3,11	>3,11
Wody podziemne Groundwaters					
N-NO <sub>3</sub>	2,26	5,65	11,30	22,59	>22,59
N-NH <sub>4</sub>	0,08	0,39	0,50	2,33	>2,33

**Tabela 5.** Zawartość mineralnych form azotu w próbkach wody pobranych z rowów znajdujących się w pobliżu stanowiska 1. (W3 i W4)

**Table 5.** Concentrations of mineral nitrogen in water samples taken from ditches near site 1 (W3 and W4)

Data pobrania Sampling date	W3		W4	
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
	mg·dm <sup>-3</sup>			
14.12.2007	2,57	0,13	–	–
23.01.2008	0,01	0,31	0,96	0,30
19.02.2008	9,91	0,26	0,71	0,24
28.03.2008	8,74	0,39	0,24	0,25
25.04.2008	8,82	0,09	0,31	0,30
Średnia Mean	6,01	0,24	0,56	0,27

Niewątpliwie, na lepszą jakość wody w pierwszym przypadku wpłynęły ochronne właściwości użytku zielonego. Gorsza jakość wody w drugim rowie mogła być związana z migracją azotanów z miejsca składowania obornika.

Z uzyskanych danych wynika, że zanieczyszczenie wód mineralnymi związkami azotu bezpośrednio pod obornikiem składowanym przez długi okres na gruncie jest szczególnie duże. Potwierdzają to wyniki innych badań. Między innymi w Wielkiej Brytanii, w miejscu gdzie przez 20 lat składowano pomiot indycy, stężenie azotu azotanowego w próbkach wody pobranej ze strefy nienasyconej wynosiło aż 3000 mg N·dm<sup>-3</sup>, a azotu amonowego – 5000 mg N·dm<sup>-3</sup> [VELTHOF, OUDENDAG, OENEMA, 2007 za Gooddy, 2002]. VELTHOF, OUDENDAG i OENEMA [2007] oceniają na podstawie różnych prac, że z przyz obornika przechowywanego bezpośrednio na gruncie wymywane jest do 4% azotu zawartego w nim na początku składowania (gdy czas składowania <200 dni) – tabela 6. Taki sam wskaźnik wymycia azotu z obornika magazynowanego na gruncie podają na podstawie innych prac również RAUPP i OLTMANN [2006].



**Tabela 6.** Straty wymywania azotu z przyzmy obornika przechowywanego bezpośrednio na gruncie [VELTHOF, OUDENDAG, OENEMA, 2007]

**Table 6.** Losses due to nitrogen leaching from manure prisms laid directly on the ground [VELTHOF, OUDENDAG, OENEMA, 2007]

Straty wymywania, w % początkowej zawartości N w oborniku Losses in % of initial N content in manure	Okres składowania Storage time dni days	Źródło danych / Kraj Source of data/Country
<0,4	197	SOMMER, DAHL [1999] / Dania
2–3	132	SOMMER, [2001] / Dania
2,5–3,4	177	DEWES, [1995] / Niemcy
<0,5	–	EGHBALL i in. [1997] / USA

Tak więc niewłaściwe praktyki przechowywania obornika stwarzają duże zagrożenie zanieczyszczenia wód azotanami na obszarach wiejskich. Istnieje zatem pilna potrzeba podejmowania różnorodnych działań, mających na celu przeciwdziałanie temu zagrożeniu.

## WNIOSKI

1. W efekcie długoletniego cyklicznego składowania obornika w przyzmy bezpośrednio na gruncie nastąpiło poważne zanieczyszczenia gleby i wody gruntowej azotem azotanowym i azotem amonowym. Wynika z tego, że ze względu na ochronę jakości wód nie należy magazynować obornika bezpośrednio na gruncie w tym samym miejscu przez długi okres.

2. Krótkotrwałe (półroczne) przechowywanie obornika w przyzmy polowej nie spowodowało dużego wzbogacenia gleby w azot mineralny, co pośrednio wskazuje, że nie stanowiło ono poważnego zagrożenia jakości wód. W związku z tym za dopuszczalne można uznać jednorazowe w danym miejscu składowanie obornika bezpośrednio na gruncie przez krótki okres (wymaga to dodatkowych badań).

3. Istnieje potrzeba weryfikacji zapisów art. 25 ust. 2 ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu w zakresie dotyczącym wymagań przechowywania obornika.

4. Wyniki badań jakości wody z punktów jej poboru, zlokalizowanych w pobliżu miejsc magazynowania obornika (w tym ze studni zagrodowych), powinny być uwzględnione podczas ustalania obszarów wrażliwych na zanieczyszczenie azotanami.

## LITERATURA

- Assessment of the designation of Nitrate Vulnerable Zones in Poland, 2007. Raport. Wageningen: Alterra ss. 108 <http://www.kzgw.gov.pl/636.html>
- Informacja na temat wyznaczania w Polsce obszarów szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego i niezbędnych działań z tym związanych, 2003. Warszawa: MŚ ss. 25.
- Program rozwoju obszarów wiejskich na lata 2007–2013 (PROW 2007–2013), 2006. Warszawa: MRiRW ss. 146 <http://www.gci.nadbugiem.pl/pliki/prow.pdf>

- RAUPP J., OLTMANN S., 2006. Reducing nitrogen and potassium losses during farmyard manure composting by improving composting techniques. Proc. Eur. Joint Organic Contr. Odense (Denmark), May 30–31, 2006 s. 298–299.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. Dz.U. 2002 nr 241 poz. 2093.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32 poz. 284.
- SAPEK A., SAPEK B., 2007. Zmiany jakości wody i gleby w zagrodzie i jej otoczeniu w zależności od sposobu składowania nawozów naturalnych. Zesz. Edukac. 11. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 114.
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Dz. U. 2007 nr 147 poz. 1033.
- VELTHOF G.L., OUDENDAG D.A., OENEMA O., 2007. Development and application of the integrated nitrogen model MITERRA-EUROPE. Raport. Wageningen: Alterra ss. 102.

*Stefan PIETRZAK, Piotr NAWALANY*

**THE EFFECT OF LONG AND SHORT TIME MANURE STORAGE  
ON THE GROUND ON SOIL AND WATER POLLUTION BY NITROGEN COMPOUNDS**

*Key word: manure storage on the ground, mineral nitrogen compounds, water and soil pollution*

**S u m m a r y**

Results of a study on the effect of long and short time manure storage directly on the ground on soil and water pollution by nitrogen compounds are presented in this paper. Long term cyclic manure storage in a prism directly on the ground was found to seriously pollute soils and ground waters with nitrate and ammonium nitrogen. Maximum content of mineral forms of nitrogen ( $N-NO_3 + N-NH_4$ ) in soil layer from 0 to 90 cm from under manure prism exceeded  $1900 \text{ kg N ha}^{-1}$  and in ground water samples the concentration of nitrate-N and ammonium-N achieved c.  $670 \text{ mg N dm}^{-3}$  and  $130 \text{ mg N dm}^{-3}$ , respectively. Short (half a year) storage of manure in a field prism did not enrich the soil in mineral forms of nitrogen indicating indirectly the lack of serious threat to ground water quality.

Performed studies allowed for the conclusion that, in view of the water quality protection, animal manure should not be stored directly on the ground in the same place for long time. One time manure storage directly on the ground in a given place is allowable for a short period of time but this ought to be verified in further studies.

---

Recenzenci:

*prof. dr hab. Jan Łabętowicz*

*doc. dr hab. Tadeusz Marcinkowski*

Praca wpłynęła do Redakcji 01.07.2008 r.