

JERZY KUPIEC

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## KSZTAŁTOWANIE SIĘ SALDA I STRUKTURA BILANSU AZOTU W MAŁOBSZAROWYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH

**Streszczenie.** Celem badań obejmujących lata 2004-2006 była ocena ryzyka pogorszenia jakości wód spowodowanego azotem, którego źródłem mogą być małoobszarowe gospodarstwa rolne zlokalizowane w Wielkopolsce. Badania podjęto w kontekście działań mających na celu ograniczenie zanieczyszczenia wód ze źródeł rolniczych, a wynikających z wdrażania w Polsce niektórych aktów prawnych UE oraz innych porozumień międzynarodowych chroniących wody Morza Bałtyckiego. Do badań wybrano 35 indywidualnych gospodarstw rolnych o powierzchni od 1,9 do 15,1 ha, zlokalizowanych na terenie Wielkopolski. Oceny obciążenia agroekosystemów azotem dokonano na podstawie bilansu „u wrót gospodarstwa”. Obliczone saldo bilansu azotu mieściło się w szerokim zakresie: od  $-168,4$  do  $480,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$  (średnio  $80,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ ). W 71,4% gospodarstw nastąpiły przekroczenia dozwolonego przez Kodeks DPR poziomu  $30 \text{ kg}$  azotu na  $1 \text{ ha UR}$ , co sugeruje, że gospodarstwa małe mogą być równie uciążliwe dla środowiska jak gospodarstwa duże. Azot był wnoszony do gospodarstw głównie z zakupionymi nawozami mineralnymi.

**Słowa kluczowe:** azot, bilans biogenów, zanieczyszczenia obszarowe, obszary szczególnie narażone (OSN)

### Wstęp

Raport opracowany przez Uniwersytet Wageningen na zlecenie Komisji Europejskiej mający na celu ocenę wyznaczonych w Polsce stref wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu przedstawia nasz kraj w niekorzystnym świetle (OENEMA 2007). Autor opracowania twierdzi, że w przypadku większości obszarów szczególnie narażonych (OSN) w Polsce mechanizmy ich wyznaczenia są niejasne i zaleca ponowną weryfikację tych stref oraz objęcie programem działań całego terytorium Polski. Istotnym aspektem tego programu, wynikającego z zaleceń Dyrektywy azotanowej (DYREKTYWA

RADY... 1991, NAGRABSKA i PASTUSZCZAK 2009), byłyby udoskonalenie gospodarki odchodami zwierzęcymi. Autor raportu z Wageningen twierdzi, że kontrolą należy objąć gospodarstwa o powierzchni powyżej 10 ha lub posiadające co najmniej 5 DJP. Są to obostrzenia znacznie bardziej restrykcyjne aniżeli obowiązujące obecnie w kraju (powyżej 15 ha i 15 DJP, ROTOWSKA 2003). Takie podejście znacznie zwiększyłoby liczbę gospodarstw objętych kontrolą. Biorąc pod uwagę wielkość obszaru kraju oraz to, iż udział gospodarstw poniżej 10 ha w Polsce wynosi 87%, weryfikacja wszystkich gospodarstw mogłaby okazać się niemożliwa do wykonania. Duży odsetek gospodarstw o powierzchni poniżej 10 ha posiada więcej niż 5 DJP. Do tej pory kontrolą obejmowano gospodarstwa duże, mogące mieć znaczny wpływ na zanieczyszczenie środowiska ze względu na intensyfikację produkcji i używanie dużych ilości środków produkcji. Nie wszystkie gospodarstwa jednak będące w określonym przedziale obszarowym w równym stopniu oddziałują niekorzystnie na środowisko.

Celem badań przedstawionych w pracy była ocena zagrożenia pogorszeniem jakości wód spowodowanym azotem ze strony małoobszarowych gospodarstw rolnych zlokalizowanych w Wielkopolsce.

## Material i metody

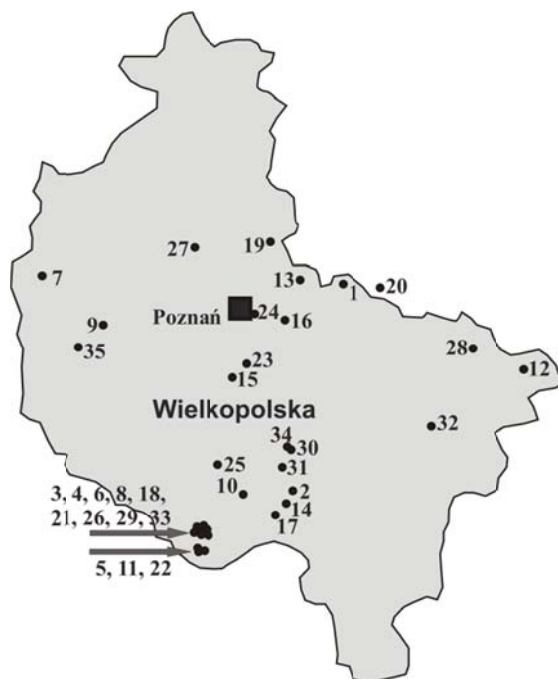
Do badań wykonanych w latach 2004-2006 wybrano 35 indywidualnych gospodarstw rolnych, których wielkość wynosiła od 1,9 do 15,1 ha (średnio 11,4 ha), zlokalizowanych głównie w centralnej, ale również wschodniej i zachodniej Wielkopolsce (jedynie gospodarstwo nr 20 znajdowało się na obszarze woj. kujawsko-pomorskiego, blisko granicy z Wielkopolską). Charakterystykę badanych gospodarstw przedstawiono w tabeli 1. Część gospodarstw była usytuowana na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych (OSN), wyznaczonych zgodnie z zaleceniami Dyrektywy azotanowej EWG (DYREKTYWA RADY... 1991) (nr 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 17, 18, 21, 22, 26, 29, 33 – zlewnia rz. Orli, nr 16, 23 – zlewnia rz. Kopli, 2, 30, 31, 34 – zlewnia rz. Pogony i Dąbrówki, 25 – zlewnia rz. Rów Polski). Pozostałe gospodarstwa znajdowały się poza OSN (rys. 1). Gospodarstwa będące przedmiotem badań znajdowały się na terenie 21 gmin (Orchowo, Koźmin Wlkp., Rawicz, Międzychód, Nowy Tomyśl, Krobia, Grzegorzew, Gniezno, Krotoszyn, Brodnica, Kostrzyn Wlkp., Zduny, Damasławek, Jeziora Wielkie, Kórnik, Poznań, Krzemieniewo, Czarnków, Kramsk, Rychwał, Zbąszyń) i charakteryzowały się zróżnicowaną specjalizacją oraz intensywnością produkcji. Część z nich to gospodarstwa ekstensywne i dwuzawodowe, w których główny przychód pochodził spoza nich.

Podstawowym źródłem danych były specjalnie opracowane ankiety oraz dodatkowe informacje, które uzyskano bezpośrednio w analizowanych gospodarstwach. Dane zawarte w ankietach dotyczyły podstawowych informacji o gospodarstwie oraz zakupionych bądź otrzymanych z zewnątrz środków produkcji i produktów, a także sprzedanych bądź oddanych płodów rolnych, z uwzględnieniem strat produkcyjnych (upadki zwierząt).

Obliczenia bilansu azotu wykonano klasyczną metodą „u wrót gospodarstwa” stosowaną w wielu krajach europejskich (BARSZCZEWSKI 2004, KACZYŃSKA i IN. 2004, ZBIERSKA i KUPIEC 2005). W tym typie bilansu, zwanym inaczej „w zagrodzie”, uwzględniono:

Tabela 1. Charakterystyka badanych gospodarstw małoobszarowych  
 Table 1. Characteristics of the surveyed small-area farms

Nr gosp.	UR (ha)	Dominujące kierunki produkcji roślinnej	DJP na 1 ha UR	Dominujące kierunki produkcji zwierzęcej
1	1,9	Zboża	0,38	Trzoda
2	4,0	Przemysłowe	0,00	–
3	6,7	Zboża	1,06	Trzoda
4	8,3	Zboża	1,13	Bydło
5	8,7	Zboża, pastewne	2,22	Bydło
6	8,8	Zboża	0,00	–
7	8,0	Zboża	0,66	Trzoda
8	9,0	Zboża	1,58	Bydło
9	10,0	Zboża	0,76	Bydło
10	10,3	Zboża	0,93	Trzoda
11	10,3	Zboża	0,88	Trzoda
12	10,2	Zboża	1,87	Trzoda
13	10,8	Zboża	0,00	–
14	10,3	Zboża	1,41	Trzoda
15	11,0	Zboża	8,16	Bydło, drób
16	11,0	Zboża, okopowe	1,10	Bydło
17	12,0	Zboża	0,77	Trzoda
18	12,0	Zboża	1,31	Bydło
19	12,0	Zboża, pastewne	0,93	Trzoda
20	12,6	Zboża	0,01	–
21	12,7	Zboża	1,41	Bydło
22	12,8	Zboża	0,27	Trzoda
23	12,0	Zboża, okopowe, warzywa	0,81	Trzoda
24	13,0	Zboża	0,01	–
25	13,0	Zboża	2,55	Trzoda
26	13,1	Zboża, warzywa	1,10	Bydło
27	13,2	Zboża	0,86	Bydło, trzoda
28	14,0	Zboża	0,14	Trzoda
29	14,0	Zboża	2,05	Bydło
30	14,1	Zboża	2,78	Bydło
31	14,1	Zboża, pastewne	1,78	Bydło
32	13,5	Zboża	4,30	Drób
33	14,0	Zboża	1,83	Bydło
34	14,6	Zboża	2,81	Bydło
35	15,0	Zboża	0,82	Bydło



Rys. 1. Lokalizacja badanych gospodarstw rolnych na obszarze województwa wielkopolskiego

Fig. 1. Localization of the investigated farms in the Wielkopolska region

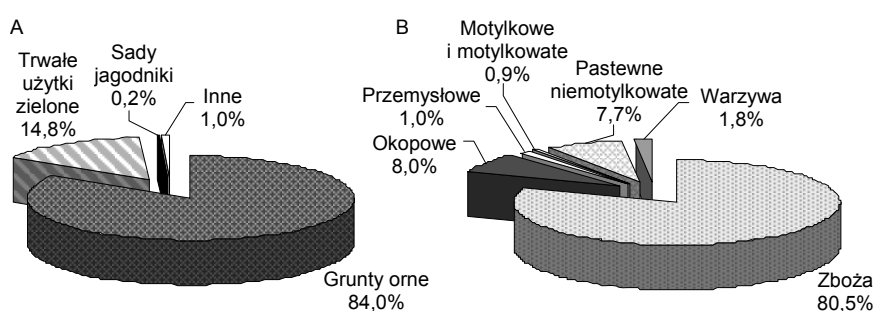
- 1) po stronie przychodu: zakup nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych, pasz treściwych, objętościowych oraz suplementów paszowych, zwierząt hodowlanych, materiału siewnego, sadzeniaków i innych materiałów,
- 2) po stronie rozchodu: sprzedaż towarowych produktów roślinnych, pasz, żywych zwierząt i produktów zwierzęcych (mleko, jaja, wełna itp.), nawozów gospodarskich oraz upadki zwierząt.

Poszczególne pozycje bilansu obliczono na podstawie danych uzyskanych w badaniach ankietowych oraz na podstawie dostępnych wskaźników zawartości składników w różnych produktach (według danych producenta, tabel składu chemicznego oraz analiz własnych). Na podstawie danych GUS (ROCZNIK... 2005) oraz informacji otrzymanych z gospodarstw rolnych obliczono spożycie azotu zawartego w wyprodukowanych płodach rolnych przez osoby zamieszkujące gospodarstwa (rys. 5).

## Wyniki

W strukturze użytkowania ziemi w badanych gospodarstwach znaczący udział stanowiły grunty orne, które zajmowały 84,0%. Udział trwałych użytków zielonych wyno-

sił 14,8%. W badanym okresie w strukturze zasiewów dominowały zboża, zajmujące 80,5% powierzchni gruntów ornych. Rośliny okopowe zajmowały około 8, a pastewne 7,7%. Udział innych roślin był niewielki (rys. 2). W grupie 35 gospodarstw 40,0% prowadziło chów bydła i 37,1% specjalizowało się w chowie trzody chlewnej. W dwóch gospodarstwach specjalizacja miała charakter mieszany (nr 15 – bydło/drób, nr 27 – bydło/trzoda), a gospodarstwo nr 32 nastawione było na produkcję jaj i żywca drobiowego. Pojedyncze gospodarstwa (nr 2, 6 i 13) nie prowadziły produkcji zwierzęcej lub posiadały niewielkie ilości zwierząt na własne potrzeby (nr 20 i 24). Obsada zwierząt w gospodarstwach z inwentarzem na cele produkcyjne wynosiła od 0,14 do 8,16 DJP na 1 ha UR (tab. 1). Średnia obsada inwentarza w grupie 35 badanych gospodarstw wynosiła 1,4 DJP na 1 ha UR.



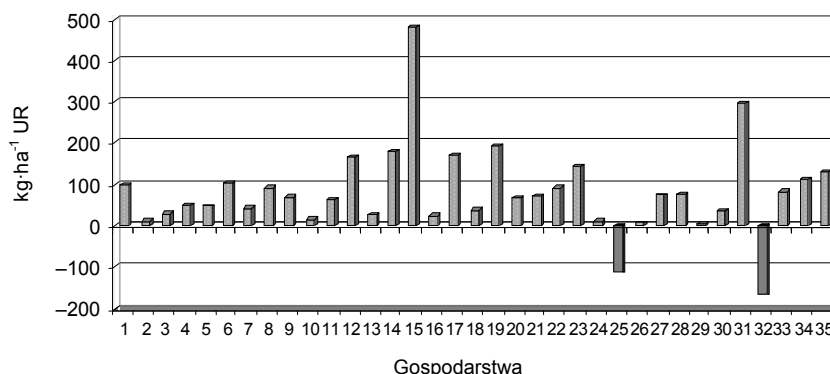
Rys. 2. Struktura użytków rolnych (A) i zasiewów (B) w badanych gospodarstwach małoobszarowych

Fig. 2. Structure of agricultural land (A) and sown area (B) in the surveyed small-area farms

Bilans azotu w zdecydowanej większości badanych gospodarstw rolnych wykazywał duże wartości dodatnie (rys. 3). Saldo bilansu zawierało się w szerokim zakresie od  $-168,4$  do  $480,8$  kg na 1 ha UR (średnio  $80,5$  kg·ha<sup>-1</sup> UR). W 71,4% gospodarstw wystąpiły przekroczenia dozwolonego przez Kodeks dobrej praktyki rolniczej poziomu 30 kg na 1 ha UR. Udział zagród poprawnie gospodarujących wyniósł zaledwie 22,9%. W gospodarstwach nr 25 i 32 wystąpił duży deficyt azotu, przekraczający 100 kg·ha<sup>-1</sup> UR. Było to spowodowane głównie niewielkim w porównaniu z innymi gospodarstwami zakupem nawozów mineralnych i pasz.

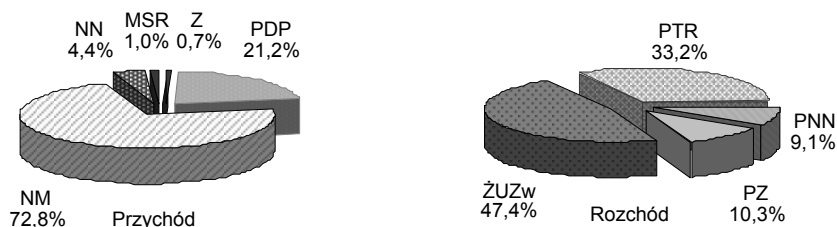
Azot był wnoszony do gospodarstw głównie z zakupionymi nawozami mineralnymi (NM, 72,8%). Duże ilości tego składnika rolnicy wprowadzali w dodatkach paszowych oraz w paszach, głównie treściwych (PDP). Sumarycznie w nawozach naturalnych (NN), materiale siewnym (MSR) oraz zakupionych zwierzętach (Z) docierało do gospodarstwa zaledwie około 6% azotu (rys. 4). Po stronie rozchodowej bilansu największy udział stanowił sprzedany żywiec. Duży udział stanowiły też produkty towarowe roślin (PTR) – 33,2% rozchodu (rys. 4).

Spożycie własne nie jest brane pod uwagę w tego typu bilansach, niemniej jednak obliczono ilość azotu skonsumowanego przez mieszkańców gospodarstw w wyprodukowanych płodach rolnych, nie uwzględniając jednak tego spożycia w samym bilansie (rys. 5). Średnia ilość skonsumowanego azotu wyniosła 1,7 kg·ha<sup>-1</sup> UR, co potwierdza



Rys. 3. Bilans azotu „u wrót gospodarstwa” w badanych gospodarstwach rolnych w latach 2004-2006

Fig. 3. Nitrogen “farm gate balance” in the investigated farms in years 2004-2006



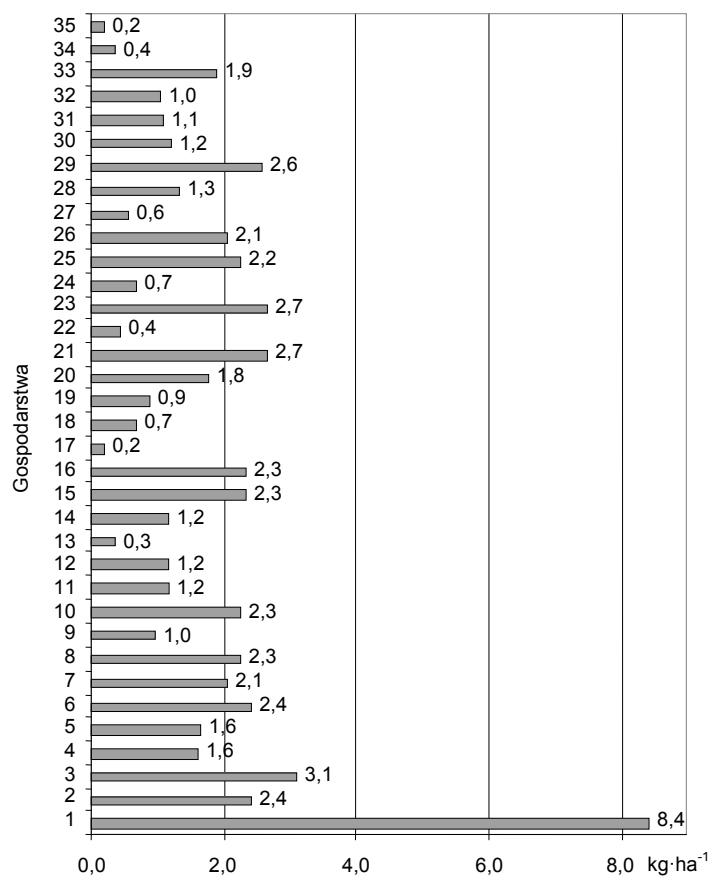
Rys. 4. Struktura klasycznego bilansu azotu „u wrót gospodarstwa” w gospodarstwach małoobszarowych. Zakupione: NM – nawozy mineralne, NN – nawozy naturalne, Z – zwierzęta na chów, PDP – pasze i dodatki paszowe, MSR – materiał siewny i rozmnożeniowy. Sprzedane: PTR – plon towarowy roślin, PNN – pasze i nawozy naturalne, PZ – produkty zwierzęce, ŻUZw – żywiec i upadki zwierząt

Fig. 4. Structure of classical nitrogen “farm gate balance” in small-area farms. Purchased: NM – mineral fertilizers, NN – manures, Z – animals for breeding, PDP – industrial fodders, MSR – sowing material. Sold: PTR – crops commodity yield, PNN – excess of forage and manures, PZ – animal products, ŻUZw – animals for slaughter and dead animals

fakt, iż ten element jest bez znaczenia dla bilansu i dlatego pomija się go w tego typu obliczeniach. Jedynie w gospodarstwie nr 1 spożycie było większe – było to najmniejsze spośród badanych gospodarstw (1,9 ha, rys. 5).

## Dyskusja

Średni wynik bilansu azotu obliczonego klasyczną metodą „u wrót gospodarstwa” dla 25 gospodarstw indywidualnych Wielkopolski przedstawiony przez KUPCA (2007), o różnej specjalizacji, których powierzchnia UR przekraczała 30 ha kształtował się na



Rys. 5. Spżycie azotu przez osoby zamieszkujące w analizowanych gospodarstwach rolnych

Fig. 5. Consumption of nitrogen by occupants in the analysed farms

poziomie 82,5 kg·ha<sup>-1</sup> UR i był bardzo zbliżony do przedstawionego w niniejszej pracy. Bilans azotu obliczony dla 65 gospodarstw indywidualnych zlokalizowanych na obszarach szczególnie narażonych na azotany ze źródeł rolniczych (OSN) w woj. wielkopolskim i dolnośląskim (KUPIEC 2008) wykazał saldo mniejsze aniżeli w gospodarstwach małoobszarowych w niniejszej pracy kształtował się na poziomie 69,5 kg·ha<sup>-1</sup> UR. Należy zauważyć, że gospodarstwa te znajdowały się w rejestrze gospodarstw poddanych kontroli i specjalnym programom działań wynikających z zapisów Dyrektywy azotanowej, zatem ich wielkość przekraczała 15 ha lub liczba zwierząt w gospodarstwie przekraczała 15 DJP.

Saldo azotu podawane przez MARCINKOWSKIEGO (2002) było o 52,1 kg·ha<sup>-1</sup> UR większe aniżeli obliczone w ramach niniejszych badań. Rozbieżność wyników wynika najprawdopodobniej z innego podejścia metodycznego. Zastosowany przez Marcinkowskiego bilans „w skali gospodarstwa” uwzględnia, oprócz podstawowych elementów

typowego bilansu „u wrót gospodarstwa”, wiązanie azotu przez rośliny motylkowate i mikroorganizmy glebowe oraz depozycję z atmosfery. GOURLEY i IN. (2007) podają, że w farmach mlecznych Australii bilans azotu obliczony uproszczoną metodą „w skali gospodarstwa” (przychód: pasze, nawozy mineralne, woda do nawodnień i depozycja, wiązanie atmosferyczne; rozchód: mleko, żywiec, spływ powierzchniowy, emisja gazów cieplarnianych) osiąga nawet do  $760 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ .

Uwzględnianie opadu azotu z atmosfery i wiązania azotu przez mikroorganizmy jest niesłuszne, ponieważ te elementy nie są celowo wprowadzane do gospodarstwa przez rolnika „przez bramę”. Jeśli te elementy mają być brane pod uwagę w bilansie, to powinna być również uwzględniana emisja azotu z obszaru gospodarstwa oraz straty przez denitryfikację. Wówczas wartość salda byłaby bardziej wiarygodna i realna.

Ilość zakupionych i zużytych w badanych gospodarstwach nawozów była znacznie większa niż wynosi średnia dla Polski ( $54,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ ) i Wielkopolski ( $66,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ , ROCZNIK... 2005) i kształtowała się na poziomie  $97,8 \text{ kg}$  azotu na  $1 \text{ ha UR}$ . Gospodarstwa te zużywały podobne ilości nawozów jak gospodarstwa indywidualne ( $106,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ ) i wielkoobszarowe ( $110,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ ) zlokalizowane na OSN w woj. wielkopolskim i dolnośląskim (KUPIEC 2008).

Jakość wód powierzchniowych w Wielkopolsce nie jest zadowalająca, mimo iż postanowienia ramowej dyrektywy wodnej (DYREKTYWA 2000/60/WE... 2000) obligują Polskę do osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego i chemicznego wód powierzchniowych do roku 2015. Główną przyczyną zanieczyszczenia wód w tym regionie są przede wszystkim ścieki komunalne oraz zanieczyszczone wody opadowe z ośrodków przemysłowych i aglomeracji miejskich. W obszarach szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego (OSN) na jakość wód największy negatywny wpływ ma rolnictwo. Ze względu na dużą intensyfikację produkcji rolniczej oraz postępującą eutrofizację wód największą powierzchnię OSN zajmują w Wielkopolsce ( $2478,79 \text{ km}^2$ ). Oprócz intensyfikacji produkcji rolniczej na stan wód wpływa również powiększanie się obszarów wiejskich objętych siecią wodociągów bez jednoczesnej budowy kanalizacji i oczyszczalni ścieków.

Badania jednolitych części wód (JCW) wykazały tylko w dwóch przypadkach (Różyca i Płociczna) bardzo dobry stan ekologiczny, a w jednym (Drawa od Mierzęckiej Strugi do ujścia) – stan dobry, jednak niniejsze badania nie obejmowały północnej części Wielkopolski gdzie znajdowały się wymienione JCW. W 15 JCW utrzymywał się umiarkowany, a w trzech słaby stan ekologiczny. Znacznie gorzej wyglądało to w przypadku silnie zmienionych i sztucznych JCW. Tylko w trzech (Polska Woda od źródeł do Młyńskiego Rowu, Noteć od Drawy do Bukówki oraz Kanał Grójecki od wypływu z Jeziora Lubstowskiego do ujścia) określono potencjał ekologiczny jako dobry i powyżej dobrego. W 34 badanych JCW stwierdzono umiarkowany potencjał ekologiczny, a w ośmiu – słaby.

Spośród 20 badanych w granicach administracyjnych woj. wielkopolskiego jezior tylko w jednym stwierdzono stan ekologiczny bardzo dobry, a w jednym dobry. W sześciu jeziorach stan ekologiczny był na poziomie umiarkowanym, w kolejnych czterech słaby i aż w ośmiu zły. Ze względu na parametry fizyczno-chemiczne stan ekologiczny w 17 jeziorach przekraczał dozwolone normy.

Monitoring wód powierzchniowych prowadzony przez WIOŚ w Poznaniu w 2008 roku wykazał na wszystkich OSN, zlokalizowanych głównie w centralnym pasie Wiel-



kopolski, gdzie była usytuowana większość badanych gospodarstw (22), zjawisko eutrofizacji. Zakres azotanów w badanych punktach wynosił od 0,14 do 229,3 mg NO<sub>3</sub> w 1 l (średniorocznie 6,41-63,1 NO<sub>3</sub> w 1 l). Maksymalne stężenia azotanów w rzece Orli, gdzie była zlokalizowana największa grupa badanych gospodarstw (15), dochodziły do 134,5 mg NO<sub>3</sub> w 1 l (średniorocznie do 31,5 mg NO<sub>3</sub> w 1 l). Średnioroczne stężenie azotanów w niektórych punktach OSN rzeki Kopli (dwa gospodarstwa) przekraczało wartości dopuszczalne dla wód zagrożonych zanieczyszczeniem azotanami – 40 mg NO<sub>3</sub> w 1 l. Z kolei w OSN zlewni rzek Pogona i Dąbrówka (cztery gospodarstwa) odnotowano największe wartości maksymalne stężeń azotanów, dochodzące do 229,3 mg NO<sub>3</sub> w 1 l. W OSN zlewni rzeki Rów Polski (jedno gospodarstwo) średniorocznie zanotowano w cieku stężenie azotanów na poziomie 37,3 mg NO<sub>3</sub> w 1 l. Badania jakości wód podziemnych w 2008 roku w tym regionie wykazały przekroczenia progowej wartości dla wód zanieczyszczonych azotanami (50 mg NO<sub>3</sub> w 1 l, RAPORT... 2009). Gospodarstwo o największym saldzie (nr 15) było zlokalizowane poza strefami OSN zlewni Kanału Szymanowskiego, jednak w bliskim sąsiedztwie OSN Olszynka, wyznaczonych ze względu na przekroczenia norm stężenia azotanów w wodach powierzchniowych, i OSN Rowu Racockiego, wyznaczonego ze względu na przekroczenia norm stężenia azotanów w wodach podziemnych.

## Wnioski

1. Saldo azotu w ponad 71% badanych gospodarstw przekraczało dozwoloną w Kodeksie dobrej praktyki rolniczej wartość 30 kg·ha<sup>-1</sup> UR, co może wskazywać na zagrożenie dla środowiska. Wynika z tego, że niektóre gospodarstwa małoobszarowe (do 15 ha) mogą w równym stopniu przyczyniać się do obciążania środowiska azotem jak gospodarstwa duże.

2. W niemal 1/3 gospodarstw obsada zwierząt przekraczała bezpieczne dla środowiska obciążenie wynoszące 1,5 DJP na 1 ha UR.

3. Azot był wnoszony do gospodarstw głównie w nawozach mineralnych i w dodatkach paszowych, w których jego koncentracja jest bardzo duża. Mniejszy udział roślinnych produktów towarowych, które w dużej mierze przeznaczone na pasze, spowodował zwiększony udział żywca w rozchodzie.

4. Różne podejścia metodologiczne badaczy utrudniają w znacznym stopniu porównanie wyników badań oraz dokładną ocenę obciążenia agroekosystemów składnikami biogennymi.

## Literatura

- BARSZCZEWSKI J., 2004. Wykorzystanie bilansów fosforu w doskonaleniu procesu produkcji w gospodarstwie. Woda Środ. Obsz. Wiej. 4, 2a, 11: 503-510.
- DYREKTYWA 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. 2000. [[http://www.wbios.us.edu.pl/przepisy\\_scieki/dokumenty/ramowa\\_dyrektywa\\_wodna.pdf](http://www.wbios.us.edu.pl/przepisy_scieki/dokumenty/ramowa_dyrektywa_wodna.pdf)].

- DYREKTYWA RADY (91/676/EWG) z dnia 12 grudnia 1991 roku dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego. 1991. *Off. J. L.* 375: 0001-0008.
- GOURLEY C.J.P., POWELL J.M., DOUGHERTY W.J., WEAVER D.M., 2007. Nutrient budgeting as an approach to improving nutrient management on Australia dairy farms. *Aust. J. Exp. Agric.* 47: 1064-1074.
- KACZYŃSKA E., BENEDYCKA Z., BENEDYCKI S., 2004. Bilans fosforu i potasu na gruntach ornych i użytkach zielonych w gospodarstwach mlecznych. *Łąk. Pol.* 7: 129-140.
- KUPIEC J., 2007. Ocena obciążenia agroekosystemów na podstawie bilansu składników biogenych „u wrót” w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. *Fragm. Agron.* 3: 275-282.
- KUPIEC J., 2008. Ocena bilansu składników biogenych (NPK) jako podstawy monitoringu produkcji rolnej w aspekcie ochrony środowiska. *Maszynopis. Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UP, Poznań.*
- MARCINKOWSKI T., 2002. Identyfikacja strat azotu w towarowych gospodarstwach rolnych Żuław Wiślanych. *Wyd. IMUZ, Falenty.*
- NAGRABSKA J., PASTUSZCZAK K., 2009. Problemy związane z wdrażaniem programów działań na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych (OSN) w Wielkopolsce. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 9, 1, 25: 49-60.
- OENEMA O., 2007. Ocena wyznaczonych w Polsce stref wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu. *Kontrakt 2006/441164/MAR/B1 Wdrażanie Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG). Zadanie 3. Alterra, Nauki Przyrodnicze, Uniwersytet i Ośrodek Badawczy Wageningen, Wageningen.*
- RAPORT o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2008. 2009. *WIOŚ, Poznań.*
- ROCZNIK statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich. 2005. *GUS, Warszawa.*
- ROTOWSKA A., 2003. Wzorcowy program działań dla obszarów szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego z uwzględnieniem specyfiki regionów Polski i występujących problemów rolnośrodowiskowych. *Ministerstwo Środowiska Warszawa.* [<http://www.mos.gov.pl>].
- ZBIERSKA J., KUPIEC J., 2005. Bilans fosforu w gospodarstwach rolnych na obszarze zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej. *Rocz. AR Pozn.* 365, *Melior. Inż. Środ.* 26: 545-552.

## TREND OF BALANCE AND NITROGEN BALANCE STRUCTURE IN SMALL-AREA FARMS

**Summary.** The 35 small-area farms situated in different parts of the Wielkopolska region were surveyed in 2004-2006. The size range of the selected farms was between 1.9 and 15.1 ha (mean 11.4 ha). The paper presents estimation results of nitrogen classical “farm gate balance” methodology. Input considered nitrogen in bought products: fodders, fodder supplements, fertilizers, manures, animals and seed – sowing material. Output enclosed the nutrient in sale products: animals, animal products, crops, fodders and losses in production (dead animals). The results of nitrogen balance in small-area farms of different specialization and level production indicated the risk of the nutrient surplus in agro-ecosystem in comparison to output with agricultural products. The biggest amount of nitrogen in the studied farms included fertilizers and fodder supplements. The nitrogen “farm gate balance” showed surplus range  $-168.4-480.8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ LU}$  (mean  $80.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ LU}$ ).

**Key words:** nitrogen, nutrients balance, agricultural pollutions, nitrate vulnerable zones (VZs)

Kupiec J., 2011. Kształtowanie się salda i struktura bilansu azotu w małoobszarowych gospodarstwach rolnych. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 2, #14.

---

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Jerzy Kupiec, Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94 C, 60-649 Poznań, Poland, e-mail: jkupiec@up.poznan.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*9.02.2011*

*Do cytowania – For citation:*

*Kupiec J., 2011. Kształtowanie się salda i struktura bilansu azotu w małoobszarowych gospodarstwach rolnych. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 2, #14.*