

**Jerzy Kopiński**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## BILANS AZOTU W POLSCE NA TLE ZMIAN INTENSYWNOŚCI PRODUKCJI ROLNICZEJ\*

### Wstęp

Funkcje użyteczności publicznej współczesnego rolnictwa postindustrialnego nabierają coraz większego znaczenia. Wynika to między innymi z dostrzegania zagrożeń dla środowiska przyrodniczego ze strony działalności rolniczej (8). Działalność ta powoduje znaczącą ingerencję w naturalny obieg składników pokarmowych, głównie poprzez intensyfikację produkcji. O całkowicie zamkniętym obiegu składników można mówić tylko w naturalnych ekosystemach, z których nie zabiera się żadnej masy roślinnej. W rolnictwie natomiast jest przeciwnie – dąży się do uzyskania maksymalnych zbiorów użytkowych części roślin. Z plonami zabierane są składniki mineralne i ubytek ten musi być wyrównany nawozami naturalnymi i mineralnymi. Chociaż azot, fosfor i potas należą do czynników warunkujących rozwój produkcji rolniczej, to gospodarowanie nimi jest integralną częścią ryzyka produkcyjnego. Środowiskowe skutki wysokiej intensywności produkcji rolniczej ujawniają się w mierzalny sposób w zmianie wskaźników żyzności gleby oraz w składzie wód gruntowych (13).

W rolnictwie polskim po akcesji do struktur EU nastąpił wzrost oddziaływania Wspólnej Polityki Rolnej (WPR). Jednocześnie coraz bardziej widoczne są procesy koncentracji i polaryzacji produkcji. Intensywność stosowanych technologii produkcji jest jedną z cech które różnicują polskie rolnictwo (15). Z jednej strony funkcjonuje niskonakładowe rolnictwo tradycyjne, które nie odpowiada współczesnym wymaganiom ekonomicznym, gdzie rządzi rynek i konkurencja. Z drugiej strony w warunkach nasilającej się konkurencji coraz bardziej widoczne są procesy specjalizacji, koncentracji i intensyfikacji produkcji (10, 22), wynikające z dążenia do poprawy rentowności i dochodowości gospodarowania. Nie bez znaczenia jest skala produkcji, gdyż dopiero gospodarstwa o wielkości ekonomicznej powyżej 8 ESU osiągają taki poziom dochodu, który zapewniałby reprodukcję rozszerzoną środków trwałych (5). W rolnictwie postindustrialnym uwzględnia się wiele jego funkcji użytecznych społecznie, odnoszących się do celów produkcyjno-ekonomicznych, które powinny realizować się w atmosferze wzajemnej integracji (2). Jedną z cech powinno być dążenie do optymalne-

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.2 w programie wieloletnim IUNG - PIB

go poziomu intensywności, zależnego w pewnym stopniu od etapu rozwoju. Dodatkowe przychody uzyskiwane w formie płatności rolnośrodowiskowych (w ramach WPR) powinny stanowić zachętę do ograniczania intensywności produkcji i rekompensatę utraty możliwych dochodów rolników. Obecne ustawodawstwo krajowe wprowadza regulacje, które bezpośrednio nie ograniczają intensyfikacji produkcji, ale nakazują uwzględniać ochronę zasobów naturalnych środowiska (20).

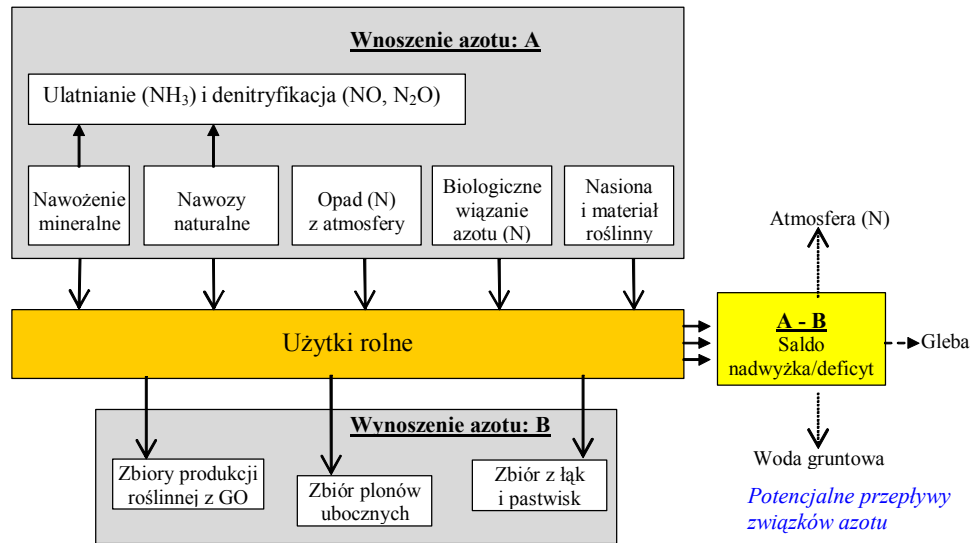
Jednym z najważniejszych wskaźników agrosrodowiskowych pozwalających ocenić poprawność gospodarowania składnikami nawozowymi oraz skalę potencjalnych zagrożeń dla środowiska jest bilans azotu brutto sporządzany według metody zaproponowanej przez OECD. Jego saldo jest pochodną zmian poziomu intensywności i efektywności produkcji rolniczej mierzonej poziomem nawożenia mineralnego, wielkością obsady zwierząt i plonami roślin. Niewykorzystane w produkcji rolniczej związki azotu mogą się przemieszczać do wód gruntowych i otwartych oraz ulatniać do atmosfery. Natomiast deficyt bilansowy azotu (lub zbyt niski poziom) prowadzić może do obniżenia produktywności i degradacji gleb (3). Stosowanie ujednoczonej metody bilansu umożliwia dokonywanie ocen i porównań na różnych poziomach: krajów, regionów czy gospodarstw. W Polsce bilans azotu jest wykonywany na poziomie kraju od 1996 r., a dla województw od 2002 r. Informacje z wynikami bilansu azotu otrzymują poza Sekretariatem Rolnictwa OECD także Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) oraz Główny Urząd Statystyczny (GUS).

Celem pracy było przedstawienie wyników bilansu azotu na tle zmian intensywności produkcji rolniczej w Polsce w układzie czasowym i przestrzennym.

### **Metodyka badań**

W IUNG-PIB bilanse azotu brutto są sporządzane według metodyki zaproponowanej przez OECD (Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju) od ponad 10 lat. Wykonanie bilansów tego składnika, podobnie jak i fosforu, jest obligatoryjne dla krajów należących do tej organizacji. Jest to jedna z powszechnie uznanych metod oceny strat i przepływu tego składnika w środowisku. Szczegółowy opis metodyki, na podstawie której sporządzony jest bilans azotu brutto dla kraju i województw został przedstawiony we wcześniejszej pracy K o p i ń s k i e g o (7).

Wynikiem sporządzonego bilansu jest różnica pomiędzy całkowitą ilością azotu wnoszonego i wynoszonego z powierzchni użytkowanej rolniczo, tj. gruntów ornych, plantacji trwałych oraz łąk i pastwisk, a zatem z systemu produkcji rolniczej (rys. 1). Saldo bilansu azotu brutto zawiera oprócz nieokreślonej emisji jego związków do gleby i wody także straty gazowe w postaci amoniaku i tlenków azotu powstających w trakcie produkcji zwierzęcej oraz przy przechowywaniu i stosowaniu nawozów naturalnych. W badaniach przyjęto, ujęte po stronie przychodowej, straty gazowe związków azotu na poziomie 15% ilości N w wytwarzanych nawozach naturalnych (od 2008 roku udział ten wynosi 20%). Ilość azotu dostarczanego w opadzie atmosferycznym przyjęto na poziomie  $17 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  użytków rolnych w ciągu roku (17).



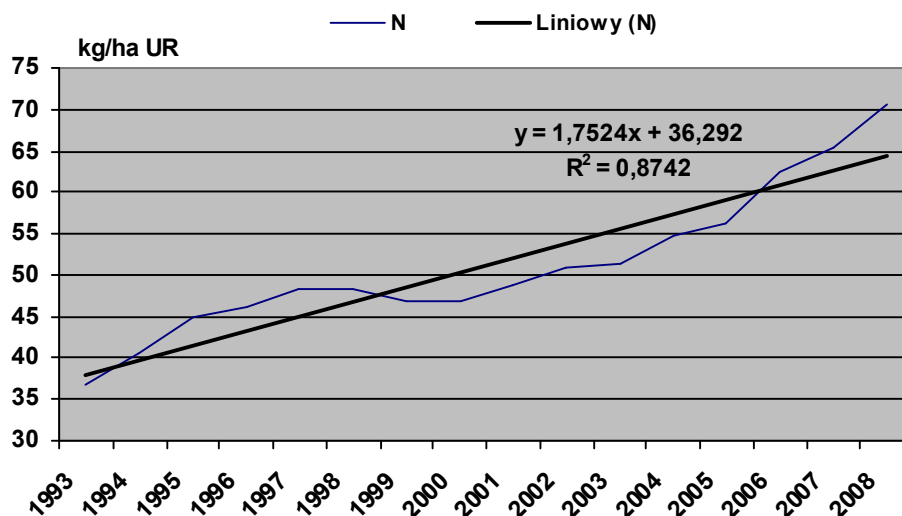
Rys. 1. Główne elementy bilansu azotu brutto (N) na powierzchni pola według metody OECD (3)

Źródło: opracowanie własne (9).

Pomimo że bilans składników nawozowych sporządza się dla każdego roku, to zakres analiz i ocen powinien obejmować minimum 3 lata. Ogranicza się wówczas dużą zmiennością powodowaną warunkami pogodowymi lub rynkowymi. Podstawowym źródłem informacji, w oparciu o które sporządzony jest bilans azotu brutto są dane statystyczne GUS (18, 19, 21). Przeprowadzona analiza zmian sald bilansów dla kraju obejmowała lata 1985–2008. Natomiast porównania wyników bilansu i efektywności wykorzystania azotu w poszczególnych województwach dokonano dla lat 2006–2008 w odniesieniu do stanu z okresu 2002–2004. Poziom nawożenia mineralnego azotem i obsada zwierząt inwentarskich stanowiły główne miary faktycznej intensywności produkcji rolniczej, którą mierzy się wielkością nakładów lub wartością środków poniesionych na jednostkę powierzchni UR.

### Wyniki badań i dyskusja

W Polsce po zmianach związanych z transformacją ustrojową od 1993 roku obserwujemy wzrastający trend intensywności produkcji mierzony zużyciem nawozów azotowych (rys. 2). Długookresowa analiza trendu wskazuje na średni przyrost zużycia nawozów azotowych o około  $1,7 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$  rocznie. W latach 1991–1993 nawożenie mineralne azotem kształtowało się na poziomie około 50% w odniesieniu do stanu z lat 1988–1990 (tab. 1). Jednak w latach bezpośrednio po akcesji Polski do UE nastąpiło przyspieszenie dynamiki wzrostu intensywności produkcji roślinnej mierzonej średnim przyrostem zużycia azotu z nawozów mineralnych w ciągu roku o  $3,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$  (rys. 3). Niestety wzrost zużycia środków plonotwórczych nie skutkowało



Rys. 2. Długookresowa analiza trendu zmian zużycia azotu w nawozach mineralnych (n) w Polsce  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Kopiński i Matyka, 2009 (14).

w podobnym stopniu wzrostową dynamiką plonowania roślin. W Polsce w okresie ostatnich 20 lat średnie plony zbóż podstawowych z trzech lat zmieniały się w przedziale 2,82-3,21 t · ha<sup>-1</sup> (tab. 1). W pewnym sensie ten dynamiczny wzrost nawożenia mineralnego był rekompensatą niższego niż w latach 80. nawożenia naturalnego.

W ostatnim 20-leciu nastąpiło gwałtowne zmniejszenie pogłowia zwierząt gospodarskich. Poziom ich obsady zmniejszył się z 67 do 44 DJP · ha<sup>-1</sup> UR (tab. 1). Obecnie poziom obsady zwierząt inwentarskich jest ustabilizowany, a pula azotu dostarczanego w nawozach naturalnych ulega niewielkim wahaniom. Obserwujemy jednak wzrost intensywności produkcji, który wyraża się wyższą wydajnością zwierząt produkcyjnych (mleczność krów, nieśność kur, krótszy okres tuczu świń); (6). Poza postępem hodowlanym wynika to głównie ze zmian modeli żywienia, opierających się na ogół na paszach treściwych (przemysłowych). Potwierdzeniem jest trwający nieprzerwanie przez okres ostatnich 20 lat wzrost dostaw (zużycia) pasz krajowych i importowanych na rynek krajowy (tab. 1).

W Polsce w ostatnich latach wzrastającej intensywności produkcji rolniczej nie towarzyszyła poprawa efektywności wykorzystania azotu. Nawozochłonność azotu z nawozów mineralnych, po spadku w latach dziewięćdziesiątych, wzrosła przeciętnie do poziomu 2 kg N · dt<sup>-1</sup> ziarna zbóż. W ostatnim okresie niższa efektywność wykorzystania azotu prowadząca do wyższej nawozochłonności wynikała głównie z mniejszego wynoszenia azotu w zbiorach roślin pastewnych (w tym z łąk i pastwisk). Pomimo znacznych wahań powodowanych w pewnym stopniu warunkami pogodowymi wpływającymi na wielkość zbiorów roślin także saldo bilansu azotu w Polsce wykazywało tendencję wzrastającą. W ostatnich trzech latach nadwyżka bilansowa azotu brutto w Polsce wzrosła do poziomu 59,2 kg N · ha<sup>-1</sup> UR (tab. 1), ze średnim przyro-

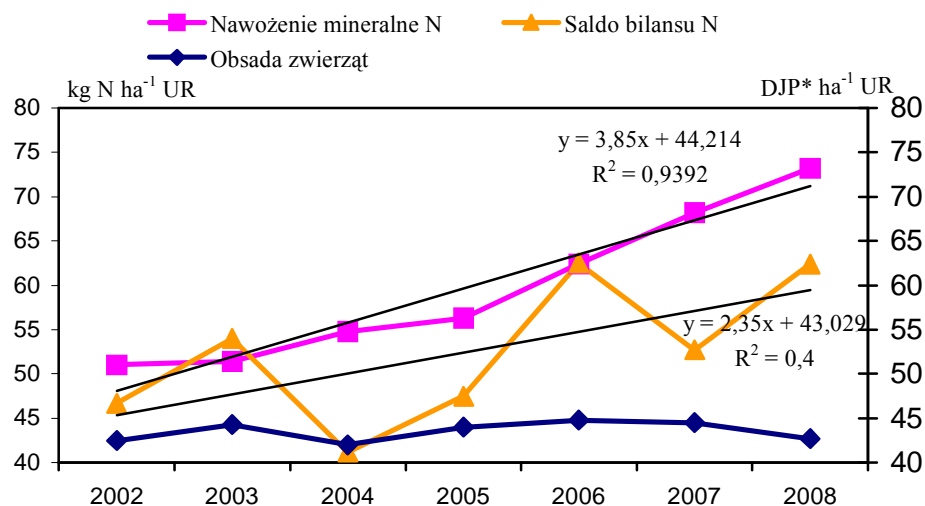
Tabela 1

Poziom wybranych wskaźników intensywności produkcji rolniczej w Polsce na tle elementów bilansu azotu brutto (lata 1985–2008)

Wyszczególnienie	Średnia z 3 lat										Zakres zmienności	
	1985-1987	1988-1990	1991-1993	1994-1996	1997-1999	2000-2002	2003-2005	2006-2008	min	max		
Nawożenie mineralne azotem (kg N · ha <sup>-1</sup> UR)	70,2	73,5	36,4	45,0	49,4	49,9	54,2	68,0	33,1	81,2		
Obsada zwierząt inwentarskich (DJP · ha <sup>-1</sup> UR)	67,0	65,5	58,7	51,9	51,2	43,9	43,4	44,0	42,0	68,4		
Dostawa pasz krajowych i importowanych na rynek krajowy (t · DJP <sup>-1</sup> )	0,29	0,33	0,31	0,44	0,55	0,71	0,75	0,93	0,26	0,99		
Plony zbóż podstawowych (t · ha <sup>-1</sup> UR)	3,02	3,17	2,82	2,86	2,96	2,93	3,21	2,95	2,46	3,55		
Wynoszenie azotu w zbiorach roślin towarowych (kg N · ha <sup>-1</sup> UR)	34,6	36,7	32,1	32,5	34,7	33,8	37,3	38,0	27,0	41,2		
Wynoszenie azotu w zbiorach roślin pastewnych oraz TUZ (kg N · ha <sup>-1</sup> UR)	39,5	36,4	27,3	24,6	26,2	22,4	22,1	24,9	19,5	39,8		
Saldo bilansu azotu brutto (kg N · ha <sup>-1</sup> UR)	65,9	68,0	38,4	42,5	41,9	44,3	47,5	59,2	32,9	76,1		
Efektywność wykorzystania azotu w % (odpływ/dopływ x 100)	56,2	55,3	64,2	60,7	62,2	58,8	58,0	54,0	48,9	68,8		

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (16, 18).

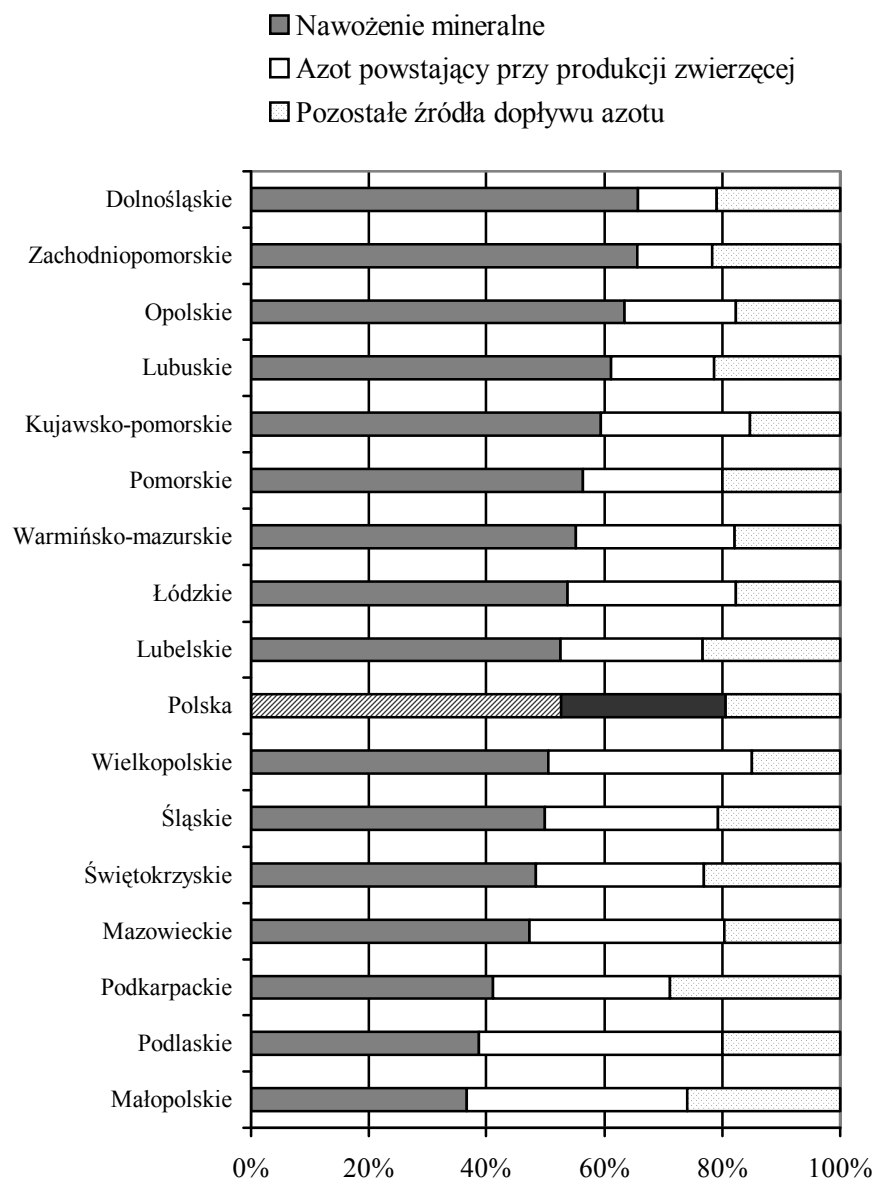
stem w ciągu roku szacowanym na około  $2,3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$  (rys. 3). Analizując dane z a m i e s z c z o n e w tabeli 1, można stwierdzić, że saldo bilansu azotu brutto jest w znacznym stopniu skorelowane z intensywnością produkcji mierzona poziomem nawożenia mineralnego i naturalnego azotem (11). Wynika to z tego, że nawozy mineralne i naturalne są podstawowymi źródłami dopływu azotu w systemie produkcji rolniczej i stanowią około 75% przychodowej strony bilansu azotu brutto. Wielkości dawek azotu i efektywność jego wykorzystania w produkcji roślinnej mają decydujący wpływ na poziom zbiorów roślin i wyniki bilansu składników.



Rys. 3. Zmiany poziomu nawożenia mineralnego azotem, obsady zwierząt i salda bilansu azotu brutto w Polsce w latach 2002–2008

Źródło: Kopiński, 2010 (8).

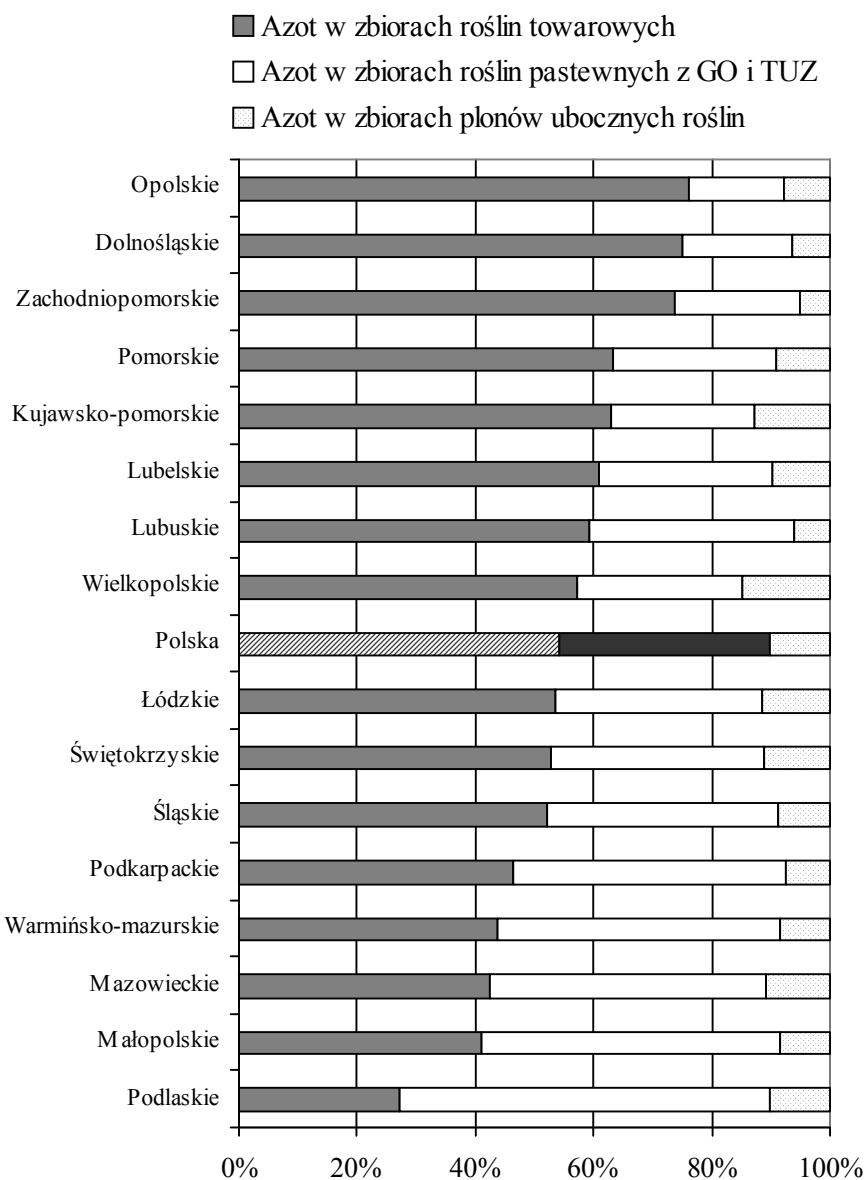
Na rysunku 4 przedstawiono aktualną strukturę przychodów azotu w bilansach poszczególnych województw. Struktura i poziom przychodów azotu oraz jego rozchodów (wynoszenie w zbiorach roślin) wykazują znaczne zróżnicowanie regionalne (rys. 5). Jest on wynikiem, jak twierdzą F o t y m a i in. (4), bardzo dużych różnic w produktywności użytków rolnych i potencjału organizacyjno-produkcyjnego, czego przejawem są różnice w poziomie intensywności produkcji (9, 12). Podłożem tego są różnice zarówno w warunkach środowiskowych (gleby, klimat), jak i w osiągniętym poziomie techniczno-organizacyjnym rolnictwa. Należy zaznaczyć, że w Polsce większość azotu wynosi się w zbiorach roślin towarowych, podczas gdy w krajach należących do OECD dominującą na ogół pozycję w strukturze wynoszenia azotu zajmuje zbiór z płoami roślin pastewnych uprawianych na gruntach ornym oraz z łąk i pastwisk (9).



Rys. 4. Udział głównych źródeł wnoszenia (wpływu) azotu w przychodowej stronie bilansu azotu brutto dla Polski i województw, średnio w latach 2006–2008

Źródło: opracowanie własne.

Druga część opracowania obejmuje wyniki bilansów azotu brutto na poziomie regionalnym i krajowym (lata 2006–2008) oraz skalę zmian jakie zaszły od lat 2002–2004 (tab. 2). Z przeprowadzonej oceny wynika, że w ostatnich czterech latach nadwyżka bilansowa azotu brutto w Polsce wzrosła w odniesieniu do stanu z lat 2002–



Rys. 5. Udział głównych źródeł wynoszenia (odpływu) azotu w rozchodowej stronie bilansu azotu brutto dla Polski i województw, średnio w latach 2006–2008

Źródło: opracowanie własne.

–2004 przeciętnie o 22% (tab. 2). W tym czasie efektywność wykorzystania azotu zmniejszyła się o 2% do poziomu około 54%. Dość wysokie nadwyżki bilansu azotu notowane są w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim i wielkopolskim (ponad 70 kg N · ha<sup>-1</sup> UR), z efektywnością wykorzystania azotu mniejszą niż 50%. Województwa te należą do wiodących w produkcji żywca wieprzowego. W woje-



Tabela 2

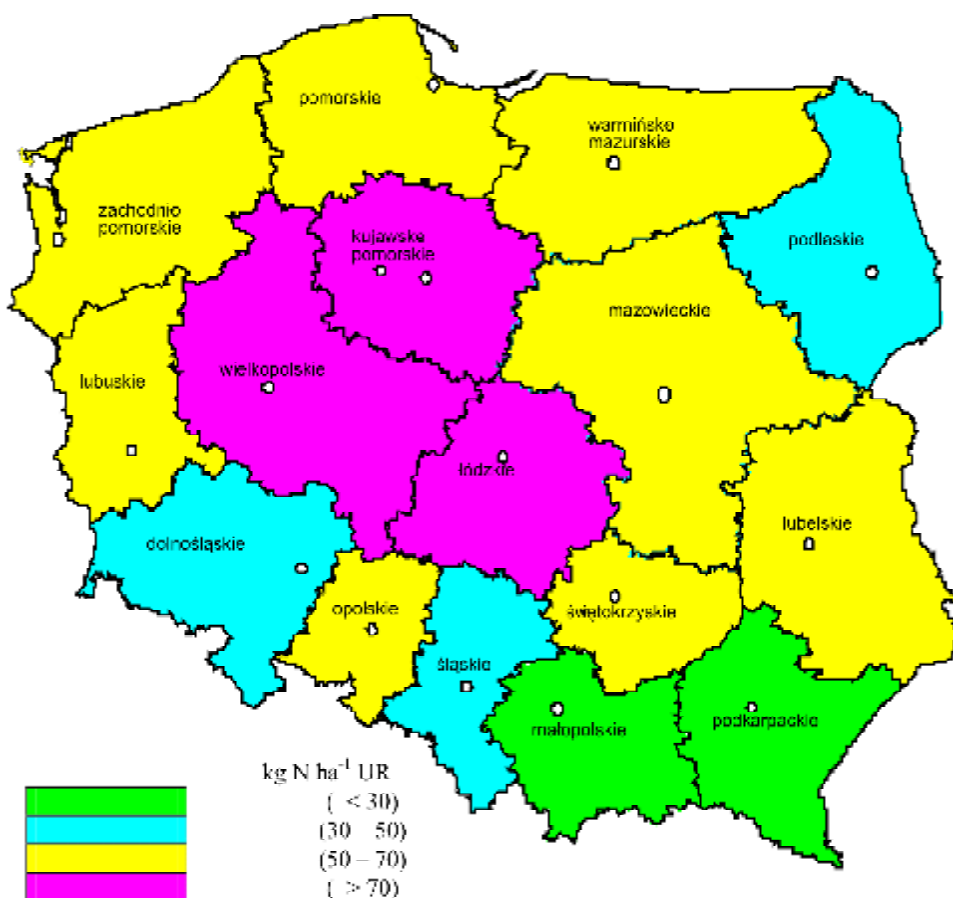
Bilans azotu brutto dla Polski i województw, średnia z lat 2006–2008 na tle lat 2002–2004

Województwo	Wartości elementów bilansu (kg N · ha <sup>-1</sup> UR), lata 2006–2008				Zmiana salda w odniesieniu do stanu z lat 2002–2004 (%)	Efektywność wykorzystania N (odpływ/dopływ) w latach 2006–2008	Zmiana efektywności w odniesieniu do stanu z lat 2002–2004 (%)	
	wnoszenie (dopływ)		wyniesienie (odpływ)	różnica (saldo)				
	ogółem (razem)	w tym nawożenie: mineralne naturalne						
Dolnośląskie	115,4	75,9	15,3	71,6	43,9	125,7	62,0	-13,6
Kujawsko-pomorskie	167,9	99,7	42,5	79,9	88,0	12,0	47,6	-1,5
Lubelskie	112,7	59,3	27,1	62,2	50,4	23,3	55,2	-4,7
Lubuskie	114,3	69,8	20,0	51,6	62,7	1,8	45,1	3,9
Łódzkie	141,5	76,0	40,5	65,6	75,9	8,1	46,4	1,1
Małopolskie	98,0	35,9	36,6	69,3	28,6	-19,9	70,8	6,6
Mazowieckie	125,9	59,5	41,6	65,2	60,6	45,7	51,8	-6,3
Opolskie	139,8	88,6	26,4	88,9	50,8	25,9	63,6	-4,9
Podkarpackie	84,0	34,6	25,1	60,5	23,5	5,4	72,0	1,1
Podlaskie	121,2	47,1	49,9	81,6	39,6	-14,9	67,3	8,3
Pomorskie	126,7	71,3	30,1	69,3	57,3	6,1	54,7	2,0
Śląskie	118,0	59,0	34,5	69,3	48,7	33,9	58,7	-3,7
Świętokrzyskie	113,9	55,2	32,4	61,7	52,2	28,4	54,1	-2,7
Warmińsko-mazurskie	137,7	76,0	37,1	75,2	62,5	42,3	54,6	-4,0
Wielkopolskie	170,8	86,2	59,0	78,4	92,4	34,4	45,9	-5,5
Zachodniopomorskie	113,2	74,2	14,4	59,3	53,9	4,3	52,4	2,4
<b>Polska</b>	<b>129,0</b>	<b>67,9</b>	<b>36,0</b>	<b>69,8</b>	<b>59,2</b>	<b>22,3</b>	<b>54,1</b>	<b>-2,3</b>

Źródło: opracowanie własne.

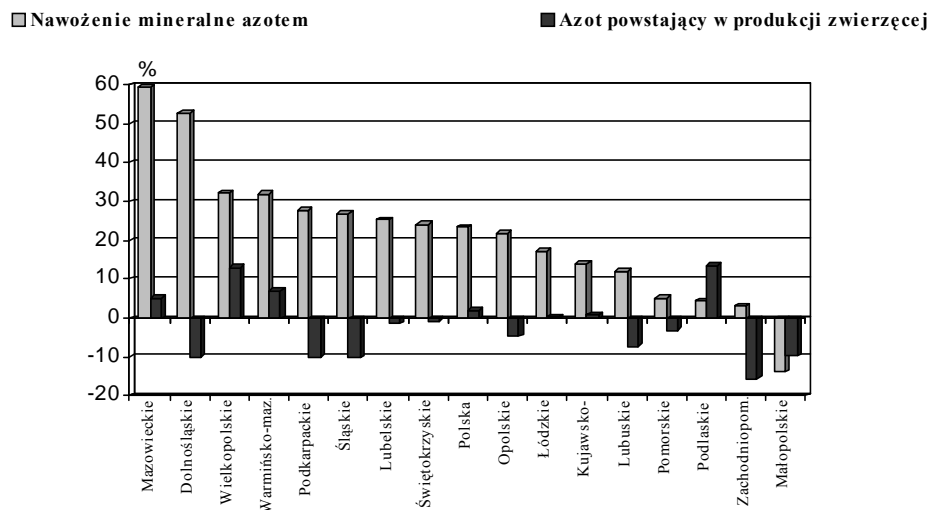
wództwach wyróżniających się bardzo wysokimi nadwyżkami bilansu azotu na pola uprawne wnoszone są znaczne ilości tego składnika zarówno w nawozach mineralnych, jak i naturalnych (pochodna wysokiej dostawy pasz przemysłowych), które pomimo wysokiej intensywności produkcji roślinnej nie są w wystarczającym stopniu wykorzystywane. Uzyskane wyniki bilansu azotu nawet na poziomie wojewódzkim wskazują na istnienie potencjalnych punktowych i obszarowych zagrożeń środowiskowych. W badanym okresie tylko w województwach małopolskim i podlaskim nastąpiło zmniejszenie salda bilansu azotu. Porównanie wyników i zmian w bilansie azotu brutto dla województw jest potwierdzeniem postępującej polaryzacji intensywności produkcji rolniczej (rys. 6). Zachodzące zmiany są widoczne zarówno w układzie przestrzennym, jak i czasowym. Najwyższą dynamikę tych zmian stwierdza się w poziomie zużycia mineralnych nawozów azotowych.

Największy przyrost zużycia azotowych nawozów mineralnych (szacowany na 30-60%) miał miejsce w województwach: mazowieckim, dolnośląskim, wielkopolskim



Rys. 6. Nadwyżki bilansowe azotu w 16 województwach Polski, w latach 2006–2008  
Źródło: opracowanie własne.

i warmińsko-mazurskim (rys. 7). Ograniczenie zużycia azotu z nawozów mineralnych nastąpiło tylko w województwie małopolskim. Wahaniom uległa także pula azotu dostarczana w nawozach naturalnych, przy zaznaczającym się trendzie polaryzacji. W województwach mających niską obsadę zwierząt pogłębia się spadek pogłowia i przybywa gospodarstw bezinwentarzowych. Procesy te przebiegają zgodnie z zasadą określoną przez *Andrae* (1) „ekstensywnie organizować – intensywnie produkować”. Nasilają się także procesy specjalizacji i koncentracji produkcji, które dość wyraźnie widoczne są w ocenie mniejszych jednostek administracyjnych czy gospodarstw. Obecnie w Polsce funkcjonuje z jednej strony niskonakładowe rolnictwo tradycyjne, a z drugiej rolnictwo z intensywną produkcją rolniczą dążące do poprawy rentowności i dochodowości gospodarowania (8).



Rys. 7. Zmiany w puli azotu w nawozach mineralnych i powstającego w trakcie produkcji zwierzęcej pomiędzy latami 2002–2004 a latami 2006–2008, według bilansu azotu brutto

Źródło: opracowanie własne.

Oceniając zmiany sald bilansu azotu, jakie zaszły w ostatnich latach w poszczególnych regionach należy stwierdzić, że najwyższy przyrost salda (ponad 40%), jako wynik znacznego wzrostu intensywności produkcji, wystąpił w ostatnich latach w województwach przodujących pod względem tempa zużycia azotu w nawozach mineralnych, tj. dolnośląskim, mazowieckim i warmińsko-mazurskim (tab. 2). Niestety, jednocześnie w tych województwach nastąpił wyraźny spadek efektywności wykorzystania azotu o ponad 5%. Zmiany tego wskaźnika są na ogół odwrotnie proporcjonalne do zmian salda bilansu azotu. Można zatem stwierdzić, że wzrost intensywności produkcji rolniczej prowadził do obniżenia efektywności produkcyjnej (i ekonomicznej) wykorzystania azotu, jeżeli nie towarzyszyły temu odpowiednie zmiany

w sferze organizacyjno-technologicznej. Chodzi tu o właściwy stan agrochemiczny gleb oraz wykorzystanie postępu biologiczno-technicznego, ponieważ niewłaściwie prowadzona gospodarka nawozowa może nie tylko niekorzystnie oddziaływać na środowisko, ale prowadzić do obniżenia efektywności i dochodowości produkcji rolnej.

### Wnioski

1. W Polsce po zmianach związanych z transformacją ustrojową od 1993 roku obserwujemy wzrastający trend intensywności produkcji mierzony przyrostem zużycia nawozów azotowych średnio w roku o około  $1,7 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ . Przyspieszenie dynamiki wzrostu intensywności produkcji roślinnej nie miało odzwierciedlenia w zmianie poziomu plonowania roślin, a w konsekwencji w poprawie efektywności wykorzystania azotu.

2. Obsada zwierząt w Polsce jest obecnie ustabilizowana na poziomie około  $44 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$  z zauważalnym rosnącym trendem produktywności zwierzęcej będącym efektem m.in. dynamicznego wzrostu dostaw pasz krajowych i importowanych na rynek.

3. W Polsce w latach 2002–2008 widoczny był wzrostowy trend salda bilansu azotu brutto (o 22%) wynikający w znacznym stopniu ze wzrostu intensywności produkcji roślinnej mierzonej zużyciem nawozów azotowych. W ostatnich trzech latach nadwyżka bilansowa azotu wynosiła średnio około  $59 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ , przy wskaźniku efektywności jego wykorzystania na poziomie 54%. Duży wpływ na saldo bilansu azotu miały zmiany poziomu nawożenia mineralnego i naturalnego, z uwagi na znaczący ich udział w przychodowej stronie bilansu azotu.

4. Zachodzące w rolnictwie polskim procesy polaryzacji m.in. struktury agrarnej, intensywności produkcji rolnej, widoczne są także w wynikach salda bilansu azotu, potwierdzając jego ważną rolę jako wskaźnika agrośrodowiskowego charakteryzującego pogłębienie istniejącego zróżnicowania regionalnego.

5. Największe nadwyżki bilansowe tego składnika w Polsce (ponad  $70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ ) stwierdza się w województwach kujawsko-pomorskim, łódzkim i wielkopolskim. Obniżenie wysokości nadwyżki bilansowej azotu miało miejsce w ostatnich latach tylko w województwach małopolskim i podlaskim.

6. Obserwowane zmiany sald bilansu wskazują, że wzrost intensywności produkcji rolnej prowadzi do obniżenia efektywności produkcyjnej i ekonomicznej wykorzystania azotu, jeżeli nie towarzyszą temu odpowiednie zmiany w sferze organizacyjno-technologicznej produkcji.

### Literatura

1. Andrzej B.: Ekstensywnie organizować – intensywnie gospodarować. PWRiL Warszawa, 1974.
2. Baum R.: Zrównoważony rozwój w organizacji i zarządzaniu gospodarstwem rolnym. Roczn. Nauk. SERiA, 2006, **8(1)**: 14-18.

3. Environmental indicators for agriculture. OECD Publication Service, 2006, **4(3)**.
4. F o t y m a M., I g r a s J., K o p i ń s k i J.: Produkcyjne i środowiskowe uwarunkowania gospodarki nawozowej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, **14**: 187-206.
5. J ó z w i a k W.: Dylematy efektywności polskiego rolnictwa. Raport IERiGŻ-PIB, 2008, **101**: 72-84.
6. K o p i ń s k i J.: Stan i prognozowane kierunki zmian pogłowia zwierząt gospodarskich do roku 2020. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, **15**: 149-159.
7. K o p i ń s k i J.: Bilans azotu brutto dla Polski i województw w latach 2002–2005. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **5**: 117-131.
8. K o p i ń s k i J.: Bilans azotu brutto, jako agrośrodowiskowy wskaźnik zmian intensywności produkcji rolniczej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2010 (w druku).
9. K o p i ń s k i J.: Bilans azotu na powierzchni pola jako wskaźnik zmian intensywności produkcji rolnej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **4**: 21-33.
10. K o p i ń s k i J.: Ocena gospodarstw rolniczych o różnej intensywności produkcji na tle wybranych wskaźników agrośrodowiskowych. Roczn. Nauk. SERiA, 2009, **11(1)**: 223-228.
11. K o p i ń s k i J.: Ocena stopnia zrównoważonego rozwoju w gospodarstwach o różnej intensywności produkcji. Zesz. Nauk. AR Krak., Sesja Nauk., 2001, **373(76)**: 305-311.
12. K o p i ń s k i J.: Zróżnicowanie nawożenia jako miara intensywności produkcji roślinnej w regionach. Wieś Jutra, 2006, **6**: 15-17.
13. K o p i ń s k i J., F o t y m a M.: Bilans azotu w krajach Unii Europejskiej na podstawie danych OECD. Pam. Puł., 2001, **124**: 255-262.
14. K o p i ń s k i J., M a t y k a M.: Założenia do prognozy zużycia nawozów sztucznych dla Polski na lata na lata 2012/2013 i 2017/2018. IUNG-PIB Puławy, 2009 (ekspertyza na potrzeby PIPC, EFMA).
15. K r a s o w i c z S., H a r a s i m A.: Intensywność technologii a wyniki ekonomiczne gospodarstw rodzinnych w różnych rejonach Polski. Mat. V Kongr. W: Agrobiznes w krajach Europy Środkowej w aspekcie integracji z Unią Europejską. SERiA, 1998, **2**: 581-588.
16. Rocznik statystyczny: GUS Warszawa, 1985–2009.
17. S z p o n a r L., P a w l i k - D o b r o w o l s k i J., D o m a g a ł a R., T w a r d y S., T r a c z y k I.: Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim. Aneks. Nadmiar azotu w rolnictwie zagrożeniem zdrowia człowieka. Prace IŻŻ, 1996, **80**: 10-27.
18. Środki produkcji w rolnictwie. GUS Warszawa, 1986–2009.
19. Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowia zwierząt gospodarskich. GUS Warszawa, 1985–2008.
20. Wymogi Wzajemnej Zgodności (cross-compliance). Mat. Inf. ARiMR Warszawa, 2008.
21. Wyniki produkcji roślinnej: GUS Warszawa, 1985–2008.
22. Z i ę t a r a W.: Kierunki i możliwości rozwoju gospodarstw mlecznych i trzodowych w Polsce. Roczn. Nauk. SERiA, 2005, **7(1)**: 300-305.

Adres do korespondencji:

*dr Jerzy Kopiński*  
*Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej*  
*IUNG - PIB Puławy*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel.: (81) 886 34 21 w. 359*  
*e-mail: jkop@iung.pulawy.pl*

