

WIOLETTA WRZASZCZ

*Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej –  
Państwowy Instytut Badawczy*

## **SZACUNKOWE SALDO BILANSU AZOTU, FOSFORU i POTASU W GOSPODARSTWACH INDYWIDUALNYCH W 2007 r. (część I)<sup>1</sup>**

### **1. Wstęp**

Współczesne rolnictwo pełni funkcje produkcyjne, ekonomiczne oraz w coraz szerszym zakresie środowiskowe [Duer, Fotyma 1995]. Równowaga między ochroną środowiska, korzyściami ekonomicznymi oraz społecznymi jest konieczna, by w maksymalnym stopniu zapewnić regenerację zasobów przyrodniczych niezbędnych do dalszych działań produkcyjnych oraz możliwości zapewnienia godnego standardu życia [Faber 2001]. Działalność rolnicza ingerując w silnym stopniu w naturalny obieg składników materii i energii, stwarza określone zagrożenia dla równowagi ekosystemów. By zachować tę równowagę, konieczne jest ograniczenie praktyk rolniczych, które oddziałują negatywnie na stan środowiska.

Obecnie trudno sobie wyobrazić rolnictwo bez stosowania nawozów. Nawożenie jest podstawowym czynnikiem plonotwórczym, a także jednym z głównych wskaźników oceny intensywności gospodarowania w rolnictwie [Igras, Kopiński 2007]. Dostarczenie uprawianym roślinom właściwej ilości składników pokarmowych jest warunkiem uzyskania pożądanego plonu, tym samym wykorzystania potencjału produkcyjnego roślin. Pomimo kluczowej roli jaką odgrywa nawożenie w technologii produkcji roślinnej, skutki nawożenia mogą być zarówno pozytywne, jak i negatywne. Nieracjonalne nawożenie stwarza ryzyko ekonomiczne, a także środowiskowe. Stosowane dawki nawozów muszą jednocześnie uwzględniać potrzeby pokarmowe uprawianych roślin, możliwości agrotechniczne, jak również warunki konkretnego siedliska: jakość gleb, warunki klimatyczne, stan nawodnienia gruntów itp.

---

<sup>1</sup> Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy, nr umowy 0316/B/H03/2010/39. Artykuł ten stanowi część pierwszą opracowania. Zagadnienie bilansu nawozowego będzie kontynuowane w Zagadnieniach Doradztwa Rolniczego.

Ubytek składników pokarmowych z gleby w postaci zbieranych plonów roślin, musi być wyrównywany poprzez stosowanie nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych. Nawożenie powinno bilansować potrzeby pokarmowe roślin, ale jednocześnie nie może tworzyć zbyt wysokich rezerw makroskładników w glebie. Nadmierne nawożenie jest nieopłacalne ze względu na zbyt wysokie koszty ponoszone na zakup przemysłowych środków produkcji, jak również może prowadzić do obniżenia plonów roślin, głównie w zakresie ich jakości, a także masy. Niezrównoważona gospodarka nawozami, w szczególności azotem i fosforem, stwarza poważne zagrożenia z jednej strony dla zdrowia ludzi i zwierząt, z drugiej zaś dla środowiska przyrodniczego. Nadmiar niewykorzystanych składników pokarmowych przedostaje się do wód gruntowych, powierzchniowych (jeziora, rzeki) oraz atmosfery (dotyczy związków azotu). Odwrócenie skutków nieracjonalnych praktyk nawozowych jest bardzo trudne, a często nawet niemożliwe.

Niestety, zbyt niskie nawożenie uprawianych roślin również wywiera negatywny wpływ na stan środowiska. Niedobór składników pokarmowych prowadzić może do zmian w zasobności gleby w główne makroskładniki, może obniżyć żyzność gleby, a czasem nawet skutkować jej degradacją. Odnowienie rezerw fosforu i potasu na mocno zubożonych glebach jest kosztowne i długotrwałe<sup>2</sup>. Deficyt nawet jednego składnika pokarmowego (azotu, fosforu czy potasu), przyczynia się do niepełnego wykorzystania potencjału produkcyjnego gleby, a także uzyskania stosunkowo niższych plonów uprawianych roślin.

Rolnictwo polskie charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem widocznym m.in. na poziomie województw, wynikającym z różnych uwarunkowań przyrodniczo-organizacyjnych i ekonomiczno-rolniczych [Kopiński 2008]. Zróżnicowanie to przejawia się także w zasobności gleb w ważne makroelementy. Fakt ten powinien znaleźć odzwierciedlenie w poziomie i rodzaju nawożenia, dostosowanym do warunków lokalnych, w celu efektywnego wykorzystania składników pokarmowych przez uprawiane rośliny. Zasadniczą podstawą do wyznaczenia odpowiednich dawek nawozów jest bilans podstawowych składników pokarmowych, czyli azotu, fosforu i potasu. Saldo bilansu jest ważnym wskaźnikiem agro-środowiskowym, świadczącym o poprawności gospodarowania składnikami mineralnymi oraz służącym do oceny poziomu zrównoważenia gospodarstw rolnych [Kopiński 1999 oraz Kopiński 2006]. Saldo bilansu głównych makroskładników dostarcza cennych informacji o poprawności nawożenia oraz pozwala na optymalne ustalenie gospodarki nawozowej w całym gospodarstwie rolnym. By wykonać bilans nawozowy bardzo ważna jest znajomość zasobności gleb, czy też normatywnego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe. Pomocnym narzędziem do tego celu są programy komputerowe takie jak: *NawSald* [Jadczyzyn 2009]. Teoretycz-

<sup>2</sup> W takiej sytuacji konieczne jest systematyczne i zwiększone nawożenie przez około 10-15 lat [www.wodr.poznan.pl].

nie zalecane jest coroczne sporządzanie bilansu nawozowego, by poziom nawożenia uwzględniał rzeczywiste potrzeby uprawianych roślin w danym roku, jednakże w praktyce rolnicy znacznie rzadziej tak precyzyjnie ustalają dawki składników pokarmowych.

Bilans makroskładników może być sporządzany różnymi metodami oraz na różnych poziomach np. pola, gospodarstwa, rejonu, kraju. Popularną metodą oceny przepływu składników pokarmowych jest bilans sporządzany według metodologii zaproponowanej przez OECD tzw. „bilans na powierzchni pola”, a od 2003 r. określane jako „bilans brutto”<sup>3</sup>. Celem tej metody jest ocena obciążenia gleby składnikami mineralnymi [Fotyma, Igras, Kopiński, Głowacki 2000]. W IUNG-PIB corocznie obliczany jest bilans azotu i fosforu na poziomie kraju oraz województw m.in. na potrzeby prowadzonych statystyk przez OECD. Za bezpieczne dla środowiska przyjmuje się dodatnie saldo bilansu azotu brutto znajdujące się w przedziale 30-70 kg na 1 hektar użytków rolnych [Kopiński 2008]. Saldo fosforu i potasu (przy średniej zasobności gleb w te składniki) powinno kształtować się na poziomie zbliżonym do zera [Kopiński 2006a]. Na glebach o bardzo niskiej i niskiej zawartości fosforu i potasu zaleca się stosowanie większych o około 50% ilości makroskładników w relacji do ich pobrania. Natomiast na glebach o zasobności wysokiej i bardzo wysokiej, dawki fosforu i potasu można zmniejszyć o około 50% w stosunku do pobrania z plonami roślin [Duer, Fotyma 2002 oraz [www.odr.zetobi.com.pl](http://www.odr.zetobi.com.pl)]. Uwzględniając potrzeby produkcyjne, skutki środowiskowe, a także zróżnicowanie przestrzenne zasobności gleb w fosfor i potas, w niektórych regionach bezpieczne saldo fosforu może kształtować się na poziomie do 6 kg na 1 hektar użytków rolnych, a potasu do 15 kg na 1 hektar użytków rolnych.

## 2. Materiał i metody

Celem niniejszej pracy jest określenie sald bilansu nawozowego poszczególnych makroskładników tj. azotu, fosforu i potasu w gospodarstwach indywidualnych na podstawie danych statystyki publicznej.

W pracy posłużono się danymi statystycznymi zebranymi w ramach przeprowadzonego badania strukturalnego przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) w 2007 r. Próba badawcza liczyła 200 tysięcy gospodarstw indywidualnych.<sup>4</sup> Go-

<sup>3</sup> Terminologia angielska: „bilans na powierzchni pola” – „soil surface nutrient balance”; „bilans brutto” – „gross balance”.

<sup>4</sup> W statystykach GUS „Za gospodarstwo indywidualne uważa się gospodarstwo rolne o powierzchni użytków rolnych od 0,10 ha, będące własnością lub znajdujące się w użytkowaniu osoby fizycznej lub grupy osób oraz gospodarstwo rolne osoby nie posiadającej użytków rolnych lub posiadającej użytki o powierzchni mniejszej niż 0,10 ha, która ma co najmniej: 1 sztukę bydła lub (i) 5 sztuk trzody chlewnej albo 1 lochę lub (i) 3 sztuki owiec lub (i) kóz lub (i) 1 konia lub (i) 30 sztuk drobiu lub (i) 1 strusia lub (i) 5 sztuk samic królików lub (i) 5 sztuk samic pozostałych zwierząt futerkowych lub (i) 3 sztuki pozostałych zwierząt utrzymywanych na rzeź lub (i) 1 pień pszczeli”. [GUS 2008a].

spodarstwa te zostały wybrane przez GUS w drodze kwalifikacji statystycznych (schemat losowania warstwowego), zapewniając warunek reprezentatywności wyników dla całej zbiorowości gospodarstw indywidualnych w Polsce, tj. dla ponad 2 300 tysięcy gospodarstw.<sup>5</sup>

Saldo bilansu obliczono na poziomie każdego gospodarstwa rolnego objętego badaniem strukturalnym. Do tego celu zastosowano metodę OECD, którą posługuje się także IUNG-PIB. Metodę tą dostosowano do zakresu dostępnych danych statystycznych pochodzących z poziomu gospodarstwa rolnego. Głównym atutem przeprowadzonego badania strukturalnego są szczegółowe informacje z poziomu gospodarstwa rolnego dotyczące powierzchni uprawianych gatunków roślin, stanu pogłównia zwierząt gospodarskich, a także ilości zużytych nawozów mineralnych. Niestety mankamentem tego badania jest brak danych o poziomie plonów uprawianych roślin<sup>6</sup>, a także dotyczących gospodarki nawozami organicznymi w badanych podmiotach. W związku z powyższym, brakujące wielkości oszacowano.<sup>7</sup> Przedstawione w pracy wyniki należy traktować jako wielkości przybliżone, pozwalające głównie na dokonywanie porównań badanych jednostek, jak też województw. Na podstawie otrzymanych wyników wyróżniono gospodarstwa o optymalnym (poprawnym), zawyżonym i zaniżonym saldzie bilansu azotu, fosforu i potasu.

Bilans nawozowy został obliczony oddzielnie dla poszczególnych makroelementów, takich jak azot (N), fosfor (P), potas (K) w odniesieniu do powierzchni użytków rolnych utrzymanych w dobrej kulturze rolnej, czyli na 1 hektar UR. Oznacza on różnicę między sumą makroelementów wnoszonych do gleby a sumą makroelementów wynoszonych z gleby (rysunek 1).

W kalkulacji bilansu nawozowego, po stronie przychodów uwzględniono makroskładniki pochodzące z nawozów (mineralnych, naturalnych, organicznych, w przypadku azotu również z opadu atmosferycznego oraz biologicznego wiązania tego pierwiastka), natomiast po stronie rozchodów określono ilość skład-

<sup>5</sup> Szczegółowy opis badania strukturalnego wraz z metodą doboru gospodarstw do badania, a także z najważniejszymi charakterystykami produkcyjno-organizacyjnymi polskiego rolnictwa został zaprezentowany w publikacji [GUS 2008a]. Koordynacją badania strukturalnego zajmował się Urząd Statystyczny w Olsztynie.

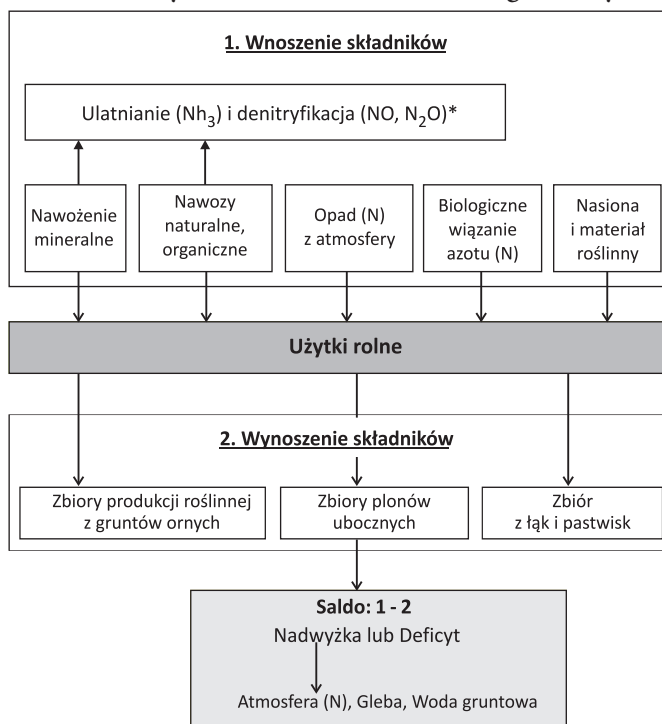
<sup>6</sup> Badanym gospodarstwom rolnym przypisano taki poziom plonów uprawianych roślin, jaki GUS określił dla poszczególnych województw w ramach przeprowadzonych reprezentatywnych badań regionalnych. Badania te uwzględniały zróżnicowanie wewnątrzregionalne gospodarstw rolnych, w tym m.in. ich strukturę obszarową, a także formę prawną. Przeciętne plony głównych upraw rolniczych w poszczególnych województwach za 2007 r. zostały opublikowane w publikacji [GUS 2008b].

<sup>7</sup> Problematyce bilansowania głównych makroskładników w glebie, autorka poświęciła również publikację [Wrzaszcz 2009]. W publikacji tej szczegółowo zaprezentowano poszczególne etapy obliczeń bilansu nawozowego w gospodarstwach rolnych, zasoby danych indywidualnych jakimi dysponuje GUS, a także przyjęte założenia pozwalające na uzupełnienie brakujących statystyk.

ników wynoszonych w zbiorach roślin z użytków rolnych, w plonie głównym i ubocznym. Dodatnie saldo bilansu jest wynikiem przeważających przychodów (dawek nawozowych) nad rozchodami (potrzebami pokarmowymi roślin). Generowana nadwyżka makroskładników akumuluje się w glebie, bądź też przedostaje się do wody, czy do atmosfery.

Rysunek 1

### Główne elementy bilansu brutto NPK według metody OECD



(\*) - dotyczy tylko bilansu azotu

Źródło: Opracowano na podstawie [Kopiński 2008].

Obliczone salda bilansu porównano z pożądanymi saldami składników pokarmowych NPK na hektar użytków rolnych w gospodarstwie rolnym w poszczególnych województwach (tabela 1). Optymalne zakresy sald bilansu nawozowego poszczególnych makroelementów cechowały się różnym poziomem i rozpiętością uzależnioną od lokalizacji gospodarstwa rolnego.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Przedstawione w tabeli 1 optymalne przedziały sald, zostały ustalone w oparciu o określone poziomy optymalnych sald poszczególnych makroskładników na 1 hektar użytków rolnych w każdym z województw. Podstawą tych obliczeń była m.in. zasobność gleb w wymienione makroskładniki [Kopiński 2008]. Rozpiętość przedziału dla azotu obliczono jako kryterium dopuszczalnego salda (nadwyżki) azotu brutto  $\pm 10\%$ , ale nie więcej niż 10 kg rozstęp, natomiast dla fosforu i potasu: kryterium poprawnego salda bilansu  $\pm 2,5$  kg, czyli 5 kg rozstęp.

Otrzymane wyniki bilansu nawozowego pozwoliły na wyróżnienie grup gospodarstw o zróżnicowanym saldzie bilansu azotu, fosforu i potasu, a mianowicie: gospodarstwa o optymalnym (zrównoważonym) saldzie, gospodarstwa o zawyżonym saldzie (czyli przekraczającym maksymalny poziom, informujący o stratach danego składnika i jego negatywnym oddziaływaniu na środowisko), a także gospodarstwa o zaniżonym saldzie (czyli kształtującym się poniżej minimalnego poziomu, świadczącym o zbyt małych dawkach nawozów w stosunku do potrzeb pokarmowych roślin, a także zachodzącym procesie zmniejszenia żyzności gleby).

Tabela 1

**Optymalne przedziały sald głównych makroskładników w gospodarstwach rolnych według województw (kg/1 ha UR)**

Lp.	Województwo	Saldo N		Saldo P		Saldo K	
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1	Dolnośląskie	23,0	28,1	-1,1	3,9	3,5	8,5
2	Kujawsko-pomorskie	50,1	60,1	-2,9	2,1	0,7	5,7
3	Lubelskie	33,3	40,7	0,1	5,1	9,4	14,4
4	Lubuskie	28,9	35,3	-2,1	2,9	5,9	10,9
5	Łódzkie	44,6	54,6	-0,2	4,8	15,2	20,2
6	Małopolskie	38,2	46,6	1,7	6,7	9,1	14,1
7	Mazowieckie	40,1	49,1	-1,7	3,3	15,5	20,5
8	Opolskie	37,2	45,4	-2,7	2,3	9,1	14,1
9	Podkarpackie	27,9	34,1	0,5	5,5	9,4	14,4
10	Podlaskie	45,9	55,9	0,8	5,8	17,5	22,5
11	Pomorskie	35,3	43,1	-2,4	2,6	4,8	9,8
12	Śląskie	35,2	43,0	-0,2	4,8	5,7	10,7
13	Świętokrzyskie	33,5	40,9	1,5	6,5	10,5	15,5
14	Warmińsko-mazurskie	37,3	45,5	-0,9	4,1	4,6	9,6
15	Wielkopolskie	55,9	65,9	-3,5	1,5	12,8	17,8
16	Zachodniopomorskie	24,8	30,4	-0,7	4,3	5,0	10,0

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań i konsultacji z IUNG-PIB.

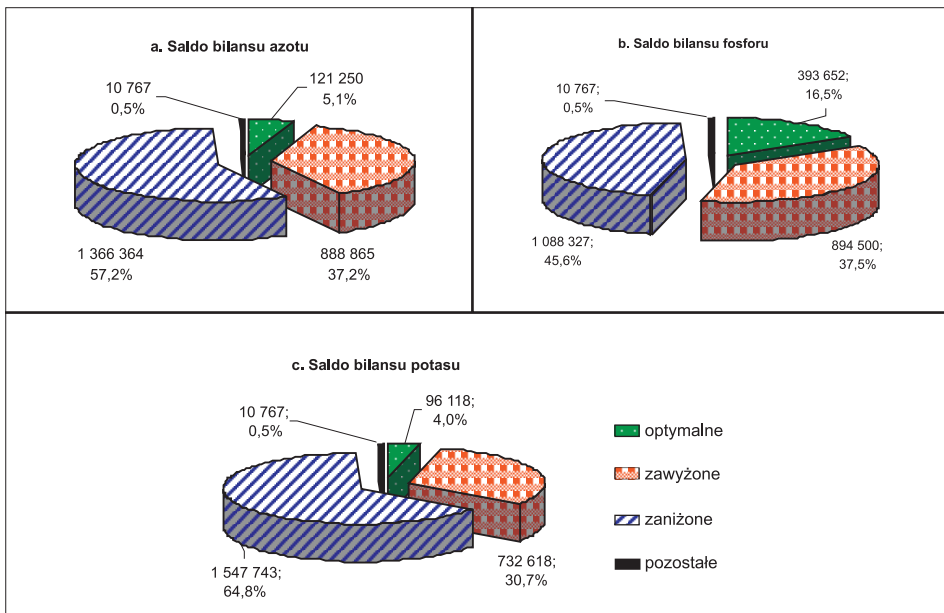
### 3. Wyniki

Poprawny bilans azotu odnotowano w około 5% gospodarstw (wykres 1a). Przeważająca część gospodarstw cechowała się zaniżonym saldem tego makroskładnika (57%). W gospodarstwach tych dostarczano zbyt małą ilość azotu względem potrzeb nawozowych uprawianych roślin. Co trzecie gospodarstwo rolne wyróżniło się za wysokim saldem bilansu azotu, będącym skutkiem zbyt intensywnej gospodarki nawozowej. Podobne relacje między grupami gospodarstw

(o optymalnym, zawyżonym i zaniżonym saldzie) zaobserwowano przy rozkładzie gospodarstw według salda bilansu potasu (wykres 1c). Niespełna 4% gospodarstw cechowało się zrównoważonym saldem bilansu potasu, natomiast zaniżone saldo danego makroskładnika stwierdzono aż w 65% badanych jednostek. Poprawnym saldem bilansu fosforu charakteryzowało się prawie 17% gospodarstw indywidualnych (wykres 1b). To znacznie wyższy odsetek (ponad trzykrotnie) w porównaniu z gospodarstwami o optymalnym saldzie azotu i potasu. Strukturę gospodarstw indywidualnych pod względem gospodarki fosforem można uznać za bardziej poprawną w relacji do innych badanych makroskładników.

Wykres 1a-c

### Struktura gospodarstw indywidualnych według salda bilansu głównych makroskładników



Na wykresie wydzielono grupę gospodarstw „pozostałych”. To gospodarstwa bez użytków rolnych lub z użytkami rolnymi nie utrzymanymi w dobrej kulturze rolnej.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US w Olsztynie.

Dane w układzie regionalnym dotyczące udziału gospodarstw i powierzchni użytków rolnych według salda bilansu azotu zamieszczono w tabeli 2. Najwięcej gospodarstw cechujących się zrównoważonym nawożeniem azotem odnotowano w województwie kujawsko-pomorskim i łódzkim, najmniej natomiast w śląskim i zachodniopomorskim. Za interesującą uznano relację liczebności gospodarstw o zawyżonym i zaniżonym saldzie bilansu azotu, która kształtowała się na zbli-

żonym poziomie w województwach kujawsko-pomorskim, łódzkim, lubelskim i świętokrzyskim. Województwa podlaskie, małopolskie, podkarpackie i śląskie cechowały się ponad dwukrotną przewagą gospodarstw o zaniżonym saldzie względem gospodarstw o zawyżonym saldzie bilansu azotu. W województwie opolskim stwierdzono trzykrotną przewagę gospodarstw o zniżonym saldzie bilansu azotu względem gospodarstw generujących nadwyżki bilansowe.

Tabela 2

### Udział gospodarstw i powierzchni użytków rolnych według salda bilansu azotu w województwach (gospodarstwa indywidualne=100)

Lp	Wyszczególnienie	Saldo N optymalne		Saldo N zawyżone		Saldo N zaniżone	
		gosp. (%)	UR (%)	gosp. (%)	UR (%)	gosp. (%)	UR (%)
1	Kujawsko-pomorskie	6,3	7,0	45,0	60,6	48,7	32,4
2	Łódzkie	6,2	7,3	45,2	56,6	48,6	36,1
3	Wielkopolskie	6,1	7,0	39,8	52,9	54,0	40,1
4	Mazowieckie	6,1	6,7	41,2	54,8	52,8	38,5
5	Podlaskie	5,9	8,2	25,9	36,3	68,2	55,5
6	Lubelskie	5,5	6,7	46,2	52,2	48,3	41,1
7	Pomorskie	5,5	6,1	37,4	47,8	57,1	46,1
8	Świętokrzyskie	5,4	5,8	46,4	54,0	48,2	40,2
9	Małopolskie	5,2	6,9	28,0	33,2	66,7	59,9
	<b>Polska</b>	<b>5,1</b>	<b>6,2</b>	<b>37,2</b>	<b>49,5</b>	<b>57,2</b>	<b>44,3</b>
10	Podkarpackie	4,1	5,2	31,8	34,5	64,2	60,4
11	Opolskie	4,1	6,8	21,7	30,5	74,2	62,7
12	Warmińsko-mazurskie	3,7	4,8	36,9	53,6	59,4	41,6
13	Dolnośląskie	3,7	3,6	40,8	51,0	55,5	45,4
14	Lubuskie	3,6	3,5	43,8	54,3	52,6	42,2
15	Śląskie	3,1	4,7	25,8	44,1	71,1	51,2
16	Zachodniopomorskie	2,6	3,1	39,0	48,5	58,4	48,3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US w Olsztynie.

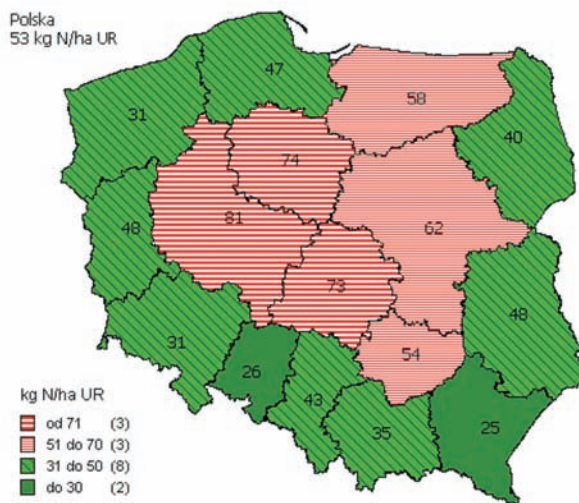
Przeciętne wyniki sald bilansu azotu obliczone w ujęciu regionalnym, skłaniają do odmiennej oceny gospodarki nawozowej (mapa 1). Za punkt odniesienia przyjęto przeciętne normy salda bilansu azotu dla województw, kształtujące się w przedziale 30-70 kg na 1 ha użytków rolnych. Na tym tle, największe zagrożenie dla środowiska spowodowane zbyt wysokim saldem bilansu azotu stwierdzono w województwie wielkopolskim, kujawsko-pomorskim oraz łódzkim. Podobnie województwo podkarpackie i opolskie cechowało się niezrównoważoną gospodarską nawozową badanego makroskładnika, jednakże wynikającą z niedostatecznego pokrycia potrzeb pokarmowych uprawianych roślin nawozami. Prezentowane przeciętne wyniki w ujęciu regionalnym znajdują odzwierciedlenie



w dotychczas prowadzonych badaniach przez IUNG-PIB w Puławach [Kopiński 2007]<sup>9</sup>. Przeciętne saldo bilansu azotu w Polsce kształtowało się na poziomie 53 kg N/ha, a wynik ten uznano za bezpieczny dla środowiska przyrodniczego.

Mapa 1

**Przeciętne saldo bilansu azotu w gospodarstwach indywidualnych określone na poziomie województw**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US w Olsztynie.

W tabeli 3 przedstawiono dane w układzie regionalnym dotyczące udziału gospodarstw i powierzchni użytków rolnych w zależności od wyniku bilansu fosforu. Najwięcej gospodarstw cechujących się zrównoważonym saldem bilansu fosforu odnotowano w województwie zachodniopomorskim i pomorskim, najmniej natomiast w małopolskim i podkarpackim. Województwa podkarpackie, małopolskie i podlaskie wyróżniły się dwukrotną przewagą gospodarstw o zaniżonym wyniku bilansowym względem gospodarstw o zawyżonym saldzie bilansu fosforu. Relację odwrotną zaobserwowano w województwie kujawsko-pomorskim oraz wielkopolskim.

<sup>9</sup> Wyniki badań prowadzonych przez IUNG-PIB dotyczyły wszystkich gospodarstw w Polsce tj. gospodarstw indywidualnych oraz gospodarstw z osobowością prawną, natomiast autorka niniejszej pracy skoncentrowała się na pierwszej grupie. Prezentowane dane dotyczą jednego roku, natomiast badania IUNG-PIB odnoszą się do okresu kilkuletniego i odzwierciedlają wyniki przeciętne. W związku z tym, średnie wyniki sald bilansu azotu brutto w poszczególnych województwach są bardzo zbliżone, ale nie są to wielkości identyczne.

Tabela 3

**Udział gospodarstw i powierzchni użytków rolnych według salda bilansu fosforu w województwach (gospodarstwa indywidualne=100)**

Lp.	Wyszczególnienie	Saldo P optymalne		Saldo P zawyżone		Saldo P zaniżone	
		gosp. (%)	UR (%)	gosp. (%)	UR (%)	gosp. (%)	UR (%)
1	Zachodniopomorskie	23,7	16,9	31,1	32,8	44,7	50,3
2	Pomorskie	20,4	16,5	42,4	51,0	36,1	32,5
3	Lubuskie	19,8	15,2	43,6	49,6	35,4	35,3
4	Śląskie	19,5	15,0	29,5	43,5	50,3	41,5
5	Opolskie	19,3	19,0	37,6	50,5	42,3	30,5
6	Łódzkie	18,8	16,8	43,5	52,2	37,4	31,0
7	Mazowieckie	18,2	16,0	43,0	56,0	38,7	28,0
8	Warmińsko-mazurskie	17,9	16,1	32,1	41,8	49,1	42,1
9	Dolnośląskie	17,8	14,3	34,2	41,3	46,1	44,4
10	Kujawsko-pomorskie	17,4	14,7	52,6	64,9	29,8	20,4
	<b>Polska</b>	<b>16,5</b>	<b>16,1</b>	<b>37,5</b>	<b>48,6</b>	<b>45,6</b>	<b>35,3</b>
11	Wielkopolskie	16,4	12,9	56,6	68,1	26,3	19,0
12	Podlaskie	15,2	19,2	28,5	38,7	56,1	42,1
13	Lubelskie	14,3	17,2	40,7	45,6	44,9	37,2
14	Świętokrzyskie	14,2	16,0	34,9	41,1	50,5	43,0
15	Podkarpackie	13,9	16,7	26,9	29,8	59,1	53,6
16	Małopolskie	13,6	16,5	28,0	31,2	58,2	52,2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US w Olsztynie.

Z badań przeprowadzonych przez IUNG-PIB dotyczących przestrzennego zróżnicowania zasobności gleb w przyswajalny fosfor wynika, że około 38% gleb użytków rolnych wykazuje niską i bardzo niską zawartość fosforu, 28% gleb średnią, a tylko 35% gleb wysoką i bardzo wysoką [Igras, Lipiński 2006]<sup>10</sup>. Największe obszary gleb o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości fosforu przyswajalnego występują w północnej, północno-zachodniej, zachodniej i południowo-zachodniej Polsce, natomiast wschodnia i południowo-wschodnia część kraju odznacza się glebami o niskiej lub bardzo niskiej zawartości fosforu (mapa 2). Na obszarach Polski o wyższej zasobności gleb w fosfor stwierdzono również wyższy udział gospodarstw o optymalnym saldzie fosforu, jak również w rejonach tych przeważały gospodarstwa o relatywnie wyższym saldzie bilansu fosforu (w szczególności w województwie wielkopolskim i kujawsko-pomorskim).

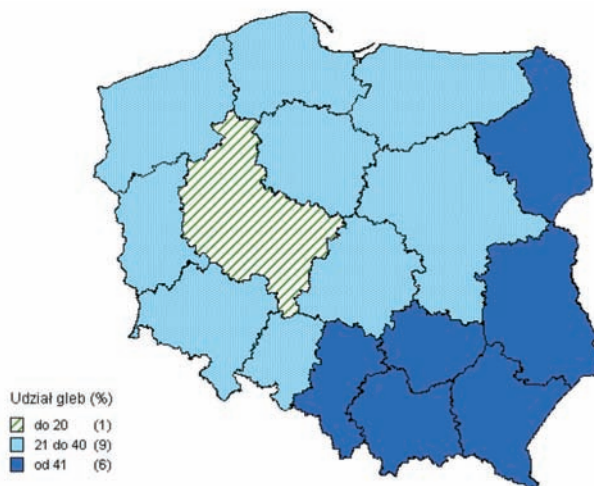
Podobnie jak w przypadku azotu, prezentacja przeciętnych sald bilansu fosforu obliczonych na poziomie poszczególnych województw dostarczyła dodatkowych informacji oraz skłoniła do szerszej interpretacji wyników (mapa 3). Za bezpiecz-

<sup>10</sup> Badania przeprowadzone przez IUNG-PIB dotyczyły okresu 2003-2005.

ny dla środowiska wynik bilansowy na poziomie kraju, a także regionów przyjęto dodatnie saldo fosforu nieprzekraczające 6 kg fosforu na 1 ha użytków rolnych. Na tym poziomie kształtowało się średnie saldo bilansu w Polsce, które oceniono jako wynik niezagrażający równowadze środowiskowej. Zbyt wysokie przeciętne saldem bilansu fosforu, przekraczające optymalne wielkości, stwierdzono w województwie wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, łódzkim oraz świętokrzyskim, czyli w województwach centralnej części Polski. Wymienione regiony również wyróżniły się zbyt wysokim przeciętnym saldem bilansu azotu.

Mapa 2

**Udział gleb o bardzo niskiej i niskiej zasobności w fosfor przyswajalny  
(średnio z lat 2000-2004)**

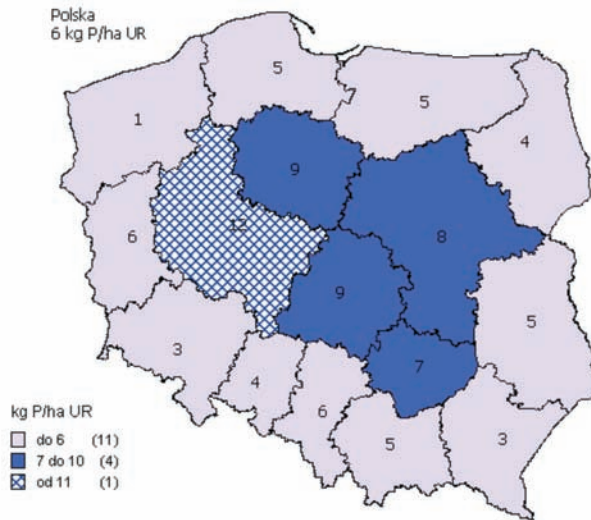


Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Tujaka 2007]  
oraz [Igras, Lipiński 2006].

Należy podkreślić, że zaprezentowane zestawienia oraz mapy (dotyczące poziomu mikro- i makroekonomicznego) świadczą o dużym zróżnicowaniu wewnątrzregionalnym polskiego rolnictwa, związanym m.in. z zasobnością gleb w makroelementy oraz praktykami nawozowymi podejmowanymi przez rolników. W związku z tym, wyniki z poziomu regionalnego skłaniają do uogólnionego spojrzenia na problematykę zrównoważonego (poprawnego) nawożenia roślin uprawnych. Można sądzić, że zasobność gleb w fosfor w zasadniczej mierze kształtowała wynik salda bilansu nawozowego. Rolnicy określając dawki nawozów fosforowych, nie zawsze uwzględniali zasobność gleb w ten makroskładnik, a nieprecyzyjnie ustalona ilość nawozu niedostatecznie pokrywała, bądź była nadmierna wobec potrzeb pokarmowych uprawianych roślin.

Mapa 3

Przeciętne saldo bilansu fosforu w gospodarstwach indywidualnych  
określone na poziomie województw



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US w Olsztynie.

Kolejny ważny makroskładnik to potas. Jak wynika z tabeli 4, województwa opolskie i lubelskie wyróżniły się najwyższym udziałem gospodarstw o optymalnym saldzie bilansu potasu, w przeciwieństwie do województw lubuskiego, podlaskiego i podkarpackiego, gdzie zaznaczył się najniższy udział tej grupy gospodarstw. W większości województw relacja udziału gospodarstw o zaniżonym saldzie potasu do gospodarstw o zawyżonym saldzie tego makroskładnika kształtowała się jak 2:1. Jeszcze większe różnice między wymienionymi grupami gospodarstw, stwierdzono w województwie śląskim (różnica trzykrotna) oraz w województwie podkarpackim (różnica czterokrotna).

W latach 2003-2005, IUNG-PIB prowadził badania nad stanem zasobności gleb w potas (mapa 4). Z badań tych wynika, że stan zasobności polskich gleb w przyswajalny potas jest jeszcze gorszy aniżeli w fosfor, gdyż ponad 50% gleb użytków rolnych charakteryzuje się deficytem potasu, 27% gleb wykazuje średnią zawartość, a tylko 23% wysoką i bardzo wysoką. W zestawieniu z ujemnym bilansem fosforu jest to stan niepokojący [Igras, Lipiński 2006]. W północno-zachodniej i południowo-wschodniej części kraju udział gleb o niskiej i bardzo niskiej zawartości potasu waha się w granicach od 40% do 60%, a w województwach łódzkim i mazowieckim ponad 60%. Porównując tabelę 4 prezentującą dane z rozkładem gospodarstw o zróżnicowanym saldzie bilansu potasu z mapą

zasobności gleb w ten makroskładnik (mapa 4), a także z mapą prezentującą przeciętny wynik bilansowy tego pierwiastka w przekroju regionalnym (mapa 5), nie stwierdzono zależności między stanem zasobności gleb w potas a wynikiem bilansu nawozowego.

Tabela 4

**Udział gospodarstw i powierzchni użytków rolnych według salda bilansu potasu w województwach (gospodarstwa indywidualne=100)**

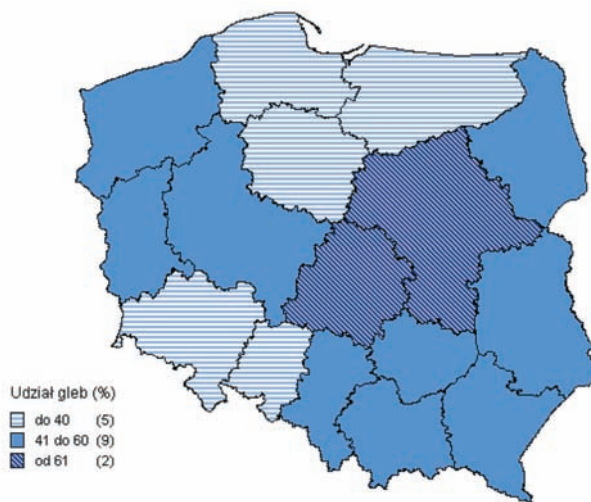
Lp	Wyszczególnienie	Saldo K optymalne		Saldo K zawyżone		Saldo K zaniżone	
		gosp. (%)	UR (%)	gosp. (%)	UR (%)	gosp. (%)	UR (%)
1	Opolskie	4,9	7,1	26,9	39,3	67,4	53,7
2	Lubelskie	4,8	5,7	37,7	42,7	57,3	51,6
3	Dolnośląskie	4,7	5,3	29,2	39,4	64,1	55,3
4	Łódzkie	4,6	5,0	31,8	39,4	63,3	55,6
5	Kujawsko-pomorskie	4,5	6,0	46,3	55,7	48,9	38,3
6	Wielkopolskie	4,5	5,6	39,3	48,9	55,4	45,5
7	Mazowieckie	4,3	4,8	29,9	43,0	65,6	52,2
8	Pomorskie	4,3	5,6	33,7	42,5	60,8	51,9
9	Świętokrzyskie	4,2	5,6	33,4	40,1	62,0	54,3
10	Zachodniopomorskie	4,2	5,8	27,7	30,6	67,6	63,6
	<b>Polska</b>	<b>4,0</b>	<b>5,2</b>	<b>30,7</b>	<b>41,7</b>	<b>64,8</b>	<b>53,1</b>
11	Małopolskie	3,5	4,2	28,7	36,6	67,6	59,2
12	Warmińsko -mazurskie	3,5	5,0	32,3	45,5	63,3	49,5
13	Śląskie	3,3	4,5	22,8	42,2	73,1	53,3
14	Podkarpackie	3,1	4,2	19,7	24,5	77,1	71,3
15	Podlaskie	3,1	4,4	26,7	38,5	69,9	57,2
16	Lubuskie	2,7	3,9	33,9	41,9	62,2	54,2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US w Olsztynie.

Przeciętne saldo bilansu potasu na poziomie kraju czy też województw powinno kształtować się na poziomie dodatnim, do 15 kg na 1 hektar użytków rolnych. Na poziomie kraju wskaźnik ten przyjął wartość 13 kg K/ha UR, co uznano za wynik poprawny. W układzie regionalnym, województwo wielkopolskie, mazowieckie oraz łódzkie wyróżniło się za wysokim saldem bilansu potasu, wynikającym z intensywnej gospodarki nawozowej (saldo w granicach 18-25 kg K/ha). Odmiennie wynik bilansowy prezentował się w województwie zachodniopomorskim i podkarpackim, gdzie saldo bilansu przyjęło wartości ujemne. Wartości te były zdecydowanie za niskie i wynikały z niedostosowanego nawożenia roślin uprawnych w stosunku do potrzeb pokarmowych uprawianych roślin, a także zasobności gleb w dany makroskładnik.

Mapa 4

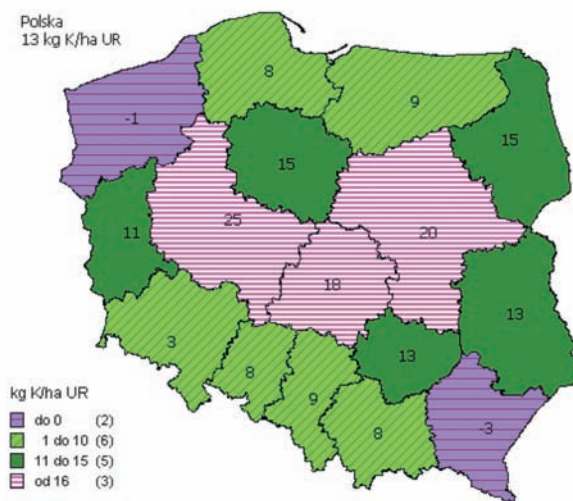
**Udział gleb o bardzo niskiej i niskiej zasobności w potas przyswajalny (średnio z lat 2003-2005)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Igras, Lipiński 2006].

Mapa 5

**Przeciętne saldo bilansu potasu w gospodarstwach indywidualnych określone na poziomie województw**



Źródło: Opracowano na podstawie danych US w Olsztynie.

Niespełna 0,12% gospodarstw rolnych cechowało się poprawnym saldem bilansu każdego z badanych makroskładników (tabela 5). Zbiorowość ta liczyła 2 876 gospodarstw. Najwięcej takich gospodarstw wystąpiło w województwie dolnośląskim i mazowieckim, najmniej natomiast w wielkopolskim i lubuskim.

Tabela 5

**Udział gospodarstw i powierzchni użytków rolnych  
o optymalnym saldzie bilansu azotu, fosforu i potasu w województwach  
(gospodarstwa indywidualne=100)**

Lp.	Wyszczególnienie	Saldo NPK optymalne	
		gosp. (%)	UR (%)
1	Dolnośląskie	0,23	0,17
2	Mazowieckie	0,18	0,12
3	Podlaskie	0,16	0,23
4	Świętokrzyskie	0,15	0,19
5	Warmińsko-mazurskie	0,15	0,22
6	Podkarpackie	0,13	0,15
7	Zachodniopomorskie	0,13	0,12
8	Lubelskie	0,13	0,14
9	Małopolskie	0,12	0,21
	<b>Polska</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>
10	Łódzkie	0,11	0,11
11	Kujawsko-pomorskie	0,10	0,12
12	Pomorskie	0,06	0,12
13	Opolskie	0,05	0,10
14	Śląskie	0,05	0,10
15	Lubuskie	0,03	0,08
16	Wielkopolskie	0,01	0,03

Źródło: Opracowano na podstawie danych US w Olsztynie.

#### 4. Podsumowanie i wnioski

W opracowaniu ustalono salda bilansu nawozowego głównych makroskładników, czyli azotu, fosforu i potasu w gospodarstwach indywidualnych objętych statystyką publiczną w 2007 r. W tym celu dostosowano metodę liczenia bilansu nawozowego brutto (OECD, stosowaną przez IUNG-PIB) do zakresu dostępnych danych statystycznych. Przeciętne salda bilansu poszczególnych makroelementów przedstawiono dla kraju, w układzie wojewódzkim, jak również dla grup gospodarstw indywidualnych. Wyniki z poziomu mikro- i makroekonomicznego naświetliły wielostronnie problematykę gospodarki nawozowej.

Poprawnym saldem bilansu azotu cechowało się 5%, potasu 4%, a fosforu 17% gospodarstw indywidualnych w Polsce. W całej zbiorowości przeważały gospo-

darstwa o zaniżonym saldzie badanych makroskładników (od 46% gospodarstw przy bilansie fosforu do 65% przy bilansie potasu).

Na podstawie przedstawionych wyników, a także literatury przedmiotu, sformułowano poniższe wnioski:

- Saldo bilansu nawozowego jest ważnym wskaźnikiem informującym o oddziaływaniu rolnictwa na środowisko przyrodnicze.
- Gospodarka nawozowa na poziomie kraju jest zrównoważona, czyli nie wywiera negatywnego wpływu na stan środowiska przyrodniczego (przeciętne saldo bilansu azotu wyniosło 53 kg N/ha UR, fosforu 6 kg P/ha UR, a potasu 13 kg K/ha UR).
- W układzie wojewódzkim, występuje znaczne zróżnicowanie regionalne w poziomie sald bilansu azotu, fosforu i potasu (w zależności od regionu, saldo azotu wahało się od 25 do 81 kg N/ha UR, fosforu od 1 do 12 kg P/ha UR oraz potasu od -3 do 25 kg K/ha UR), podobnie duże różnice zaobserwowano w przypadku zasobności gleb w główne makroskładniki.
- Centralna część Polski to obszar generujący największe nadwyżki bilansowe badanych składników pokarmowych.
- Wyniki bilansu nawozowego w gospodarstwach rolnych wskazywały, że w każdym województwie możliwe jest prowadzenie zrównoważonej gospodarki nawozowej, jednakże relacja gospodarstw o optymalnym, zawyżonym i zaniżonym saldzie głównych makroskładników kształtuje się odmiennie w poszczególnych województwach.
- Salda bilansu składników pokarmowych są wynikiem jakości stosowanych praktyk nawozowych przez rolników, a także zasobności gleb w makroelementy.
- Niedostosowane praktyki nawozowe względem potrzeb pokarmowych uprawianych roślin i stanu agrochemicznego gleb oddziałują negatywnie na stan środowiska przyrodniczego.
- Ocena wpływu produkcji rolniczej nadmiernie ekstensywnej na stan zasobów przyrodniczych jest często pomijana w badaniach, na rzecz podkreślanego znaczenia wysokointensywnej produkcji.
- Przeważająca część gleb w Polsce cechuje się bardzo niską i niską zasobnością w przyswajalny fosfor i/lub potas. Szczególnie na tych obszarach, ilość nawozów fosforowych i potasowych powinna być precyzyjnie dobrana, by działalność rolnicza nie pogłębiła ubogiej zasobności gleb w te makroskładniki.
- Wyniki Powszechnego Spisu Rolnego 2010 stworzą możliwość kontynuacji badań w zakresie określenia sald bilansowych głównych makroskładników na poziomie indywidualnego gospodarstwa rolnego, a także zniwelowania wpływu błędów szacunkowych wynikających z dotychczasowych luk informacyjnych.



## LITERATURA

1. Duer I., Fotyma M. (1995): Zasady dobrej praktyki rolniczej, Biuletyn Informacyjny IUNG, nr 2, Puławy, s. 3-9, 22.
2. Faber A. (2001): Wskaźniki proponowane do badań równowagi rozwoju rolnictwa, *Fragmenta Agronomica*, nr 1/69, s. 31-44.
3. Fotyma M., Igras J., Kopiński J., Głowacki M. (2000): Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim, *Pamiętniki Puławskie, Zeszyt 120/I*, Puławy, s. 91-101.
4. GUS (2008): Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2007 r., Warszawa, s. 19.
5. Igras J., Kopiński J. (2007): Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym, [w:] Sprawdzenie przydatności wskaźników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach, *Studia i Raporty IUNG-PIB*, nr 5, Puławy, s. 107-116.
6. Igras J., Lipiński W. (2006): Regionalne zróżnicowanie stanu agrochemicznego gleb w Polsce, [w:] Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce, *Raporty PIB* nr 3, Puławy, s. 76-78.
7. Jadczyzyn T. (2009): Planowanie nawożenia w gospodarstwie z wykorzystaniem programu NawSald, [w:] Systemy wspomaganie decyzji w zrównoważonej produkcji roślinnej, *Raporty PIB* nr 16, Puławy, s. 9 -18.
8. Kopiński J. (1999): Uproszczony bilans składników nawozowych w gospodarstwach indywidualnych o różnej intensywności, *Roczniki Nauk Rolniczych, seria G*, nr 88/1, Warszawa, s. 127-139.
9. Kopiński J. (2006): Bilans azotu (N) brutto w rolnictwie Polski na tle krajów należących do OECD, *Nawozy i nawożenie*, nr 1, Puławy, s. 53.
10. Kopiński J. (2006a): Bilans składników nawozowych w gospodarstwach rolnych jako kryterium zrównoważonego gospodarowania, [w:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [2], pod red. Zegara J. St., *Zeszyt 30, IERiGŻ-PIB*, Warszawa, s. 83-91.
11. Kopiński J. (2007): Bilans azotu brutto na powierzchni pola jako agrośrodowiskowy wskaźnik zmian intensywności produkcji rolnej w Polsce, [w:] Monitoring skutków środowiskowych Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich, *Studia i Raporty IUNG-PIB* nr 4, Puławy, s. 21-34.
12. Kopiński J. (2008): Określenie kryteriów do obliczenia sald głównych składników nawozowych w ujęciu wojewódzkim, *ekspertyza, IUNG-PIB*, Puławy, s. 3-10.
13. Tujaka A. (2007): Krajowy bilans fosforu w ujęciu regionalnym, [w:] Sprawdzenie przydatności wskaźników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach, *Studia i Raporty IUNG-PIB* nr 5, Puławy, s. 133-139.
14. Wrzaszcz W. (2009): Bilans nawozowy oraz bilans substancji organicznej w indywidualnych gospodarstwach rolnych, [w:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym, red. Zegar J. St., nr 129, *IERiGŻ-PIB*, Warszawa.
15. [www.wodr.poznan.pl](http://www.wodr.poznan.pl)
16. [www.odr.zetobi.com.pl](http://www.odr.zetobi.com.pl)

WIOLETTA WRZASZCZ

SZACUNKOWE SALDO BILANSU AZOTU, FOSFORU I POTASU W GOSPODARSTWACH  
INDYWIDUALNYCH W 2007 R. (CZĘŚĆ I)

**Słowa kluczowe:** *bilans nawozowy, azot, fosfor, potas, gospodarstwa indywidualne, badanie strukturalne gospodarstw rolnych, GUS*

STRESZCZENIE

W opracowaniu ustalono szacunkowe salda bilansu nawozowego głównych makroskładników, czyli azotu, fosforu i potasu (w odniesieniu do powierzchni użytkowanych gruntów rolnych) dla poszczególnych gospodarstw indywidualnych w Polsce, a także dla województw oraz kraju. W tym celu wykorzystano najbardziej aktualne dane statystyczne GUS z poziomu gospodarstwa rolnego za 2007 r. Określone salda bilansu nawozowego uznano za wskaźniki rolnośrodowiskowe, będące źródłem informacji o oddziaływaniu rolnictwa na środowisko przyrodnicze.

WIOLETTA WRZASZCZ

THE CALCULATION OF THE FERTILIZER BALANCE OF NITROGEN, PHOSPHORUS  
AND POTASSIUM IN THE INDIVIDUAL FARMS IN 2007 (PART I)

**Key words:** *the fertilizer balance, nitrogen, phosphorus, potassium, individual farms, the structural research of agricultural farms, Central Statistical Office*

SUMMARY

The study presents an estimated fertilizer balance of nitrogen, phosphorus, potassium (in comparison with agricultural land) in individual farms in Poland, as well as in voivodeships and at the country level. In this regard, there were used current statistical data of Central Statistical Office from the farm level concerned in research in 2007. The fertilizer balance is very important agri-environmental indicator, which is a source of information about the impact of agriculture on the environment.

e-mail: wrzaszcz@ierigz.waw.pl