

**STUDIA I RAPORTY IUNG - PIB**

**ZESZYT 14**

**2009**

**Mariusz Fotyma, Janusz Igras, Jerzy Kopiński**

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

**PRODUKCYJNE I ŚRODOWISKOWE UWARUNKOWANIA GOSPODARKI  
NAWOZOWEJ W POLSCE\***

**Wstęp**

W koncepcji zrównoważonego rozwoju gospodarka nawozowa zajmuje bardzo poczesne miejsce. Gospodarka ta musi uwzględniać przynajmniej trzy aspekty – przemysł nawozowy, produkcję roślinną, a z uwzględnieniem nawozów naturalnych również zwierzęcą i wreszcie zachowanie stanu i ochronę środowiska. Przemysł nawozowy i oparta w dużej mierze o jego wytwory pierwotna produkcja roślinna stanowią zasadniczy element bezpieczeństwa żywnościowego kraju, decydując tym samym o dobrostanie jego obywateli. Nieumiejętne stosowanie nawozów zarówno mineralnych, jak i naturalnych może jednak stwarzać określone zagrożenia środowiskowe, co bez względu na skutki długookresowe nie jest akceptowane społecznie. Przedmiotem opracowania jest tak rozumiana gospodarka nawozowa rozważana we wszystkich jej aspektach – przemysłowym, rolniczym i środowiskowym. Z uwagi na przejrzystość wyводу pracę podzielono na część dotyczącą produkcji i środowiska, a każdą z nich dodatkowo na zagadnienia gospodarki azotem oraz fosforem i potasem.

**Produkcyjne uwarunkowania gospodarki nawozowej**

**Gospodarka azotem**

**Produkcja nawozów azotowych**

Polska dysponując mocą produkcyjną 1600-1700 Gg N jest największym producentem nawozów azotowych w krajach EU; wytwarza około 20% ogólnej ich ilości. Zdolności produkcyjne każdego z największych pozostałych producentów, tj. Francji, Holandii i Niemiec są o wiele mniejsze i nie osiągają 1000 Gg N. Nawozy azotowe w Polsce wytwarzane są w 5 dużych zakładach, które mogą produkować ponad 1700 Gg N rocznie, zabezpieczając zarówno potrzeby krajowe, jak i eksportowe. Należą do nich: Zakłady Azotowe Puławy, Zakłady Chemiczne Police, Zakłady Azotowe w Tar-

---

\* Opracowanie wykonano w ramach zadań 1.7. i 1.8. w programie wieloletnim IUNG - PIB

nowie - Mościcach, Zakłady Azotowe Kędzierzyn i Anwil Włocławek. Znaczącym importerem (częściowo także producentem) nawozów azotowych jest Yara Polska, która powstała w 2004 roku na bazie firmy Norsk Hydro. Yara Polska importuje przede wszystkim saletrę wapniową i posiada w chwili obecnej około 6% rynku nawozów azotowych do produkcji rolniczej oraz około 45% rynku nawozów do produkcji ogrodniczej (5). Zdolność produkcyjną ponad 1600 Gg N zakłady osiągnęły przed 20 laty i do chwili obecnej, z wyjątkiem lat 1990–1992 oraz 1998–1999, produkcja odpowiada ich potencjalnej zdolności produkcyjnej. Z końcem lat 90. ubiegłego wieku o wielkości produkcji zaczęła decydować koniunktura eksportowa, uzależniona od cen nawozów na rynkach międzynarodowych oraz od cen gazu ziemnego. W ostatnim okresie, ze względu na korzystne ceny nawozów w Europie i na świecie, eksport stanowił znaczny udział w wielkości produkcji (ok. 40% masy wyprodukowanych nawozów). Największymi odbiorcami polskich nawozów są: Niemcy, Brazylia, Francja, Dania, USA i Czechy, a największymi ich eksporterami Zakłady Azotowe Puławy i Zakłady Azotowe w Tarnowie - Mościcach. Zakłady te usiłują się ostatnio uniezależnić od gwałtownie drożejącego gazu, podejmując prace nad wybudowaniem instalacji do zgazyfikowania węgla kamiennego. Dla wykorzystania mocy produkcyjnej zakładów eksport nawozów jest konieczny, gdyż ich zużycie w kraju nie przekracza obecnie 900 Gg N. Zużycie to ostatnio powoli wprawdzie wzrasta, ale trudno przewidywać, aby w perspektywie 2020 r. przekroczyło 60% zdolności produkcyjnej zakładów.

W strukturze produkcji nawozów azotowych dominują saletra amonowa i mocznik, dwa najbardziej popularne i najchętniej kupowane nawozy azotowe (tab. 1). Coraz większym zainteresowaniem cieszy się także RSM, którego produkcja w ostatnich latach wzrosła kilkakrotnie. Największym producentem i eksporterem RSM są Zakłady Azotowe Puławy.

Znaczące ilości azotu dostarczane są w formie nawozów wieloskładnikowych. Nawozy kompleksowe NP i NPK produkowane są przez Zakłady Chemiczne Police, a nawozy mieszane przez Zakłady Luvena w Luboniu i Zakłady Chemiczne Siarkopol - Tarnobrzeg. Te ostatnie sprowadzają do mieszanek nawozy azotowe wytwarzane w jednym z pięciu zakładów syntezy chemicznej. W najbliższych latach nie przewiduje

Tabela 1

Asortyment nawozów azotowych produkowanych w Polsce w 2004 roku

Typ nawozu	Produkcja (w masie nawozu)		Produkcja (w czystym składniku)	
	(Gg)	(%)	(Gg N)	(%)
Saletrzaki	1122	21	303	19
Saletra amonowa	1438	27	460	28
Mocznik	725	14	334	21
Siarczan amonu	954	18	200	12
RSM	1007	19	322	20
Razem	5246	100	1619	100

Źródło: Polska Izba Przemysłu Chemicznego; Igras J., 2008 (5).

się rozbudowy sektora nawozów azotowych ze względu na wystarczające zdolności produkcyjne istniejących fabryk. Należy natomiast oczekiwać zmian asortymentu nawozów w kierunku ograniczenia produkcji saletry amonowej o zawartości azotu powyżej 28% na rzecz saletrzaku lub RSM. Produkcja RSM jest korzystna zarówno dla zakładów chemicznych, ze względu na łatwą i stosunkowo taną modernizację linii technologicznych do jego wytwarzania, jak i dla rolnictwa, gdyż jak wynika z badań efektywność produkcyjna i ekonomiczna jednostki azotu w tym nawozie jest największa. Jednak wzrost zużycia RSM w kraju będzie uzależniony od rozbudowy zaplecza logistycznego, a przede wszystkim od zwiększenia baz przeładunkowych i ilości zbiorników do jego magazynowania.

### Zużycie nawozów azotowych

Zużycie nawozów azotowych od połowy lat 90. ubiegłego wieku wykazuje tendencją wzrostową (tab. 2). Długookresowa analiza trendu wskazuje na średni przyrost zużycia nawozów azotowych o około  $1,5 \text{ kg N} \cdot \text{rok}^{-1}$ , z wyraźnie jednak zaznaczonymi okresami zróżnicowania tempa przyrostu (rys. 1). Po początkowej dosyć szybkiej odbudowie zużycia nawozów, w latach 1993–1997 nastąpił okres stagnacji trwający do 2001 roku. Od tego roku zużycie nawozów azotowych systematycznie wzrasta z wyraźnym przyspieszeniem od roku 2004, w którym Polska przystąpiła do UE. Jest to tendencja odwrotna niż w krajach UE-15, w których zużycie nawozów azotowych osiągnęło szczyt w połowie lat 80. ubiegłego wieku, a od tego czasu dosyć systematycznie obniża się (rys. 2). W wyniku tych przeciwstawnych procesów zużycie nawozów azotowych na 1 ha wykorzystywanych rolniczo użytków rolnych (z wyłączeniem odłogów i ugorów) osiągnęło obecnie w Polsce średni poziom krajów UE-15. Oczywiście w szeregu krajach „starej” Unii o intensywnej produkcji rolnej jednostkowe zużycie nawozów azotowych znacznie przewyższa ich zużycie w Polsce.

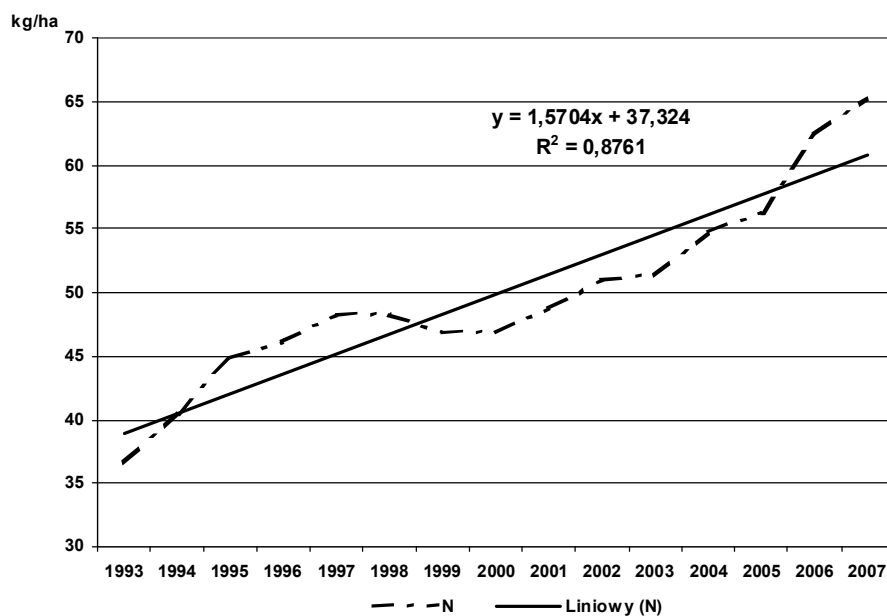
Struktura zużycia nawozów azotowych nieco się różni od przedstawionej struktury produkcji. W zużyciu nawozów azotowych dominuje mocznik i saletra amonowa (tab. 3), które w sumie stanowią ponad 60% całkowitej masy nawozów. W ostatnich latach wzrasta wyraźnie zużycie roztworów azotowych, przede wszystkim RSM, którego dynamika wzrostu zużycia osiąga obecnie niemal 10% w skali roku. Jest to spowodowane przede wszystkim poprawą sytuacji ekonomicznej rolnictwa i rozwojem nowych technik transportu, przechowywania i stosowania nawozów. Udział azotu w formie nawozów wieloskładnikowych jest natomiast dosyć stały i nie przekracza 12-13%. Jak wynika z porównania danych zawartych w tabelach 1 i 3 prawie cała

Tabela 2

Zużycie nawozów azotowych w Polsce w okresie ostatnich 8 lat

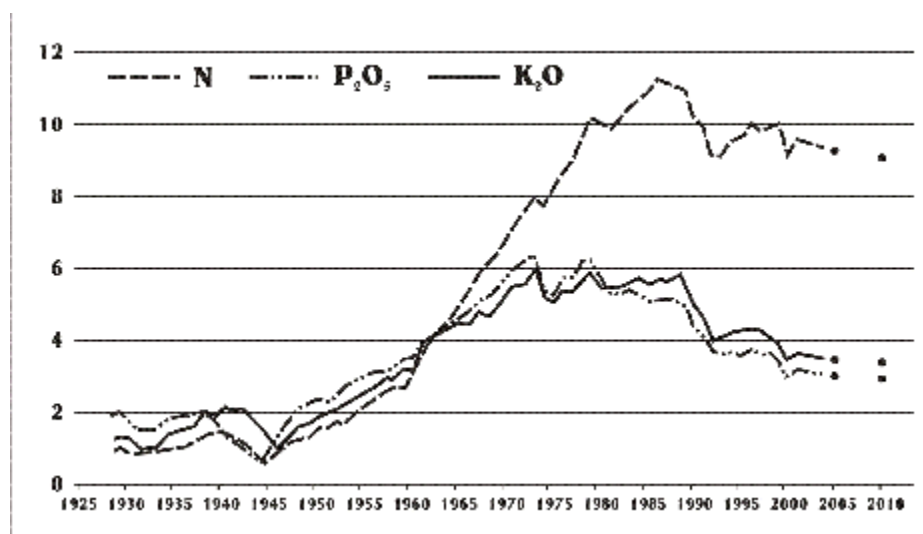
Zużycie	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Gg N · 10 <sup>3</sup>	861	895	862	832	895	895	996	1056
Kg N · ha <sup>-1</sup>	48,4	50,3	51,0	51,5	54,8	56,4	62,5	65,3

Źródło: Igras J., 2008 (6).



Rys. 1. Długookresowy trend zużycia nawozów azotowych w Polsce

Źródło: Igras J., 2008 (6).



Rys. 2. Dynamika zużycia nawozów mineralnych w krajach Unii Europejskiej (Tg N)

Źródło: EFMA, 2006 (2).

ilość produkowanego siarczanu amonu i znaczna część roztworu azotowego przeznaczana jest na eksport, natomiast cała produkcja saletrzaku zużywana jest w kraju.

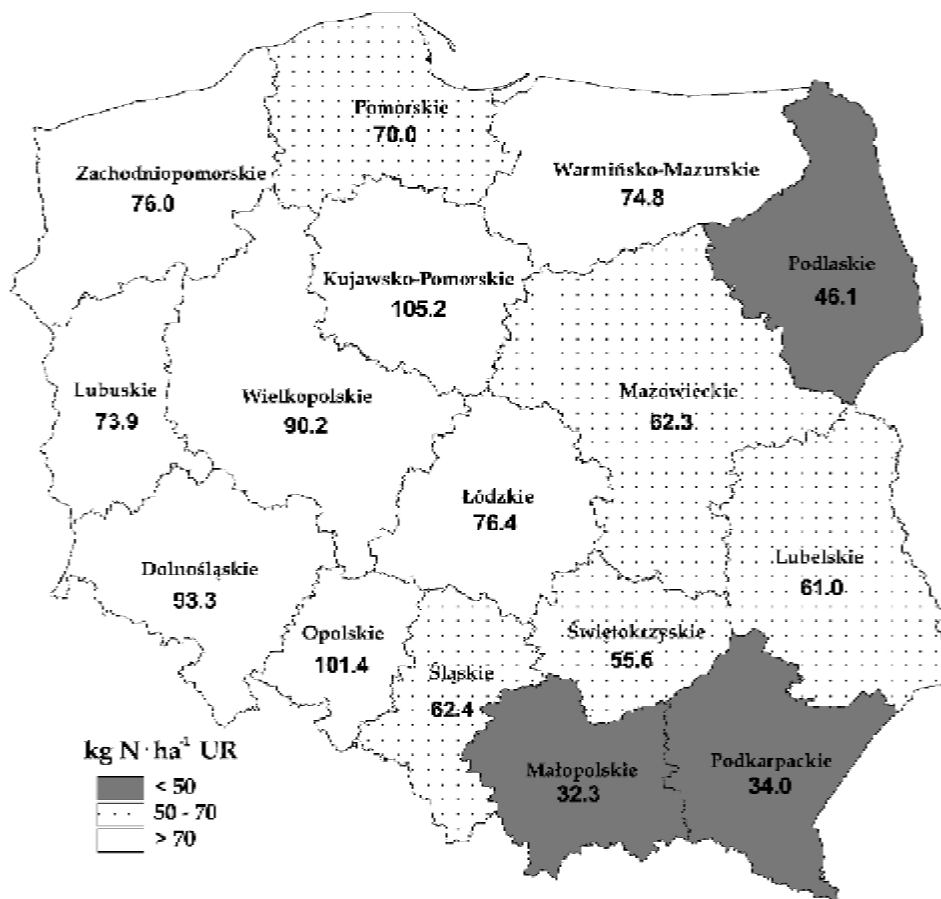
Zużycie nawozów azotowych w Polsce jest zróżnicowane regionalnie, co jest związane przede wszystkim z intensywnością produkcji rolnej (rys. 3). Najwięcej nawo-

Tabela 3

Struktura zużycia nawozów azotowych w Polsce w Gg N i w procentach (w nawiasach)

Lata	Siarczan amonu	Mocznik	Saletra amonowa	Saletrzak	Roztwory azotowe	Fosforan amonu	NPK	Razem nawozy azotowe
2004/2005	20(2,2)	250(28)	322(36)	160(18)	35(3,9)	20(2,2)	85(9,5)	892
2005/2006	22(2,4)	260(28)	325(35)	170(18)	40(4,3)	22(2,4)	90(9,7)	929
2006/2007	24(2,5)	270(28)	330(34)	180(18)	45(4,6)	24(2,5)	95(9,8)	968

Źródło: Igras J., 2008 (6).



Rys. 3. Regionalne zróżnicowanie zużycia nawozów azotowych w 2007 roku

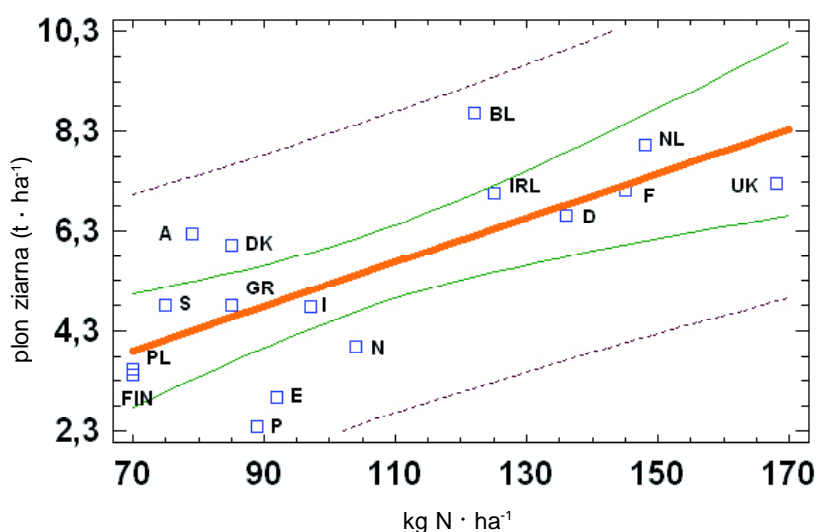
Źródło: Kopiński J., 2007 (10).

zów zużywa się w rejonie Polski zachodniej i północno-zachodniej, a najmniej w części wschodniej i w Polsce centralnej. W zachodniej i północno-zachodniej części kraju zużycie nawozów azotowych osiągnęło lub nawet przekroczyło średni poziom zużycia w państwach EU i dochodzi do  $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W Polsce wschodniej i centralnej zużycie nawozów mineralnych jest o wiele mniejsze i średnio nie przekracza  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Jest to wynikiem postępującej regionalizacji produkcji rolniczej w Polsce.

### Produkcyjność nawozów azotowych

Porównanie zużycia i produktywności nawozów azotowych w Polsce z ich zużyciem w krajach UE-15 jest trudne z uwagi na odmienny dobór roślin w strukturze zasiewów. Największy udział w strukturze zasiewów w prawie wszystkich interesujących nas krajach zajmują zboża. Z tego względu porównania zużycia i produktywności nawozów dokonano w odniesieniu do tej grupy roślin. Dalsze rozważania dotyczą plonów zbóż i zużycia nawozów pod zboża średnio w latach 2004–2006 w krajach UE-16 (włączając Polskę). Dane zostały przeliczone z opracowania EFMA (2).

Średnie zużycie nawozów azotowych pod zboża w krajach UE-16 wynosi  $105 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Rozpiętość dawek nawozów azotowych jest jednak bardzo duża i wynosi od poniżej  $70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  w Finlandii, Polsce i Szwecji do niemal  $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  uprawy zbóż w Wielkiej Brytanii. Pomiędzy zużyciem nawozów azotowych i wielkością plonów zbóż występuje dosyć ścisła korelacja ( $r = 0,72$ ). Poniżej dolnego przedziału ufności prostej regresji pozostają Hiszpania, Norwegia i Portugalia – kraje o niesprzyjających warunkach do produkcji zbóż (rys. 4). W krajach tych uzyskuje się mniejsze plony zbóż od oczekiwanych na podstawie zużycia nawozów azotowych. Ponad gór-



Rys. 4. Zależność pomiędzy wielkością dawek nawozów azotowych i plonami ziarna zbóż w krajach EU-16

Źródło: opracowanie własne.

nym przedziałem ufnosci znajdują się natomiast Austria, Belgia i Dania – kraje o wysokiej obsadzie inwentarza i dużej produkcji nawozów naturalnych. Uzyskuje się tam duże plony zbóż, przy względnie małym zużyciu nawozów azotowych. Polska mieści się na prostej regresji, a małe plony zbóż w naszym kraju mogą wynikać ze zbyt małych dawek nawozów azotowych stosowanych pod tę grupę roślin.

Przeciętne jednostkowe zużycie nawozów azotowych w krajach UE wynosi około 2,1 kg N na 100 kg ziarna zbóż i taka jest również w przybliżeniu nawozochłonność produkcji zbóż w Polsce. Znacznie większe są nakłady jednostkowe azotu na produkcję zbóż w Portugalii i Hiszpanii, natomiast bardzo oszczędnie gospodaruje się azotem w Austrii, Belgii, Danii i Szwecji. Pod względem wielkości plonów zbóż Polska wraz z Finlandią znajdują się na przedostatnich miejscach wśród krajów UE-16. Mniejsze plony uzyskiwane są jedynie w Portugalii i Hiszpanii, krajach o niesprzyjających uprawie zbóż warunkach klimatycznych. Pod plony około 3,5 tony zbóż z ha stosuje się w Polsce około 70 kg N. Daje to przeciętną nawozochłonność około 2 kg N na 100 kg ziarna zbóż, a więc wartość bardzo bliską przeciętnej w krajach EU-16. Jest to jednocześnie wartość bardzo zbliżona do przeciętnej zawartości azotu w 100 kg ziarna zbóż, która wynosi około 1,9 kg.

Produkcyjność azotu pod zboża w Polsce można również obliczyć wykorzystując zróżnicowanie dawek nawozów i plonów ziarna w ujęciu regionalnym (tab. 4).

Tabela 4

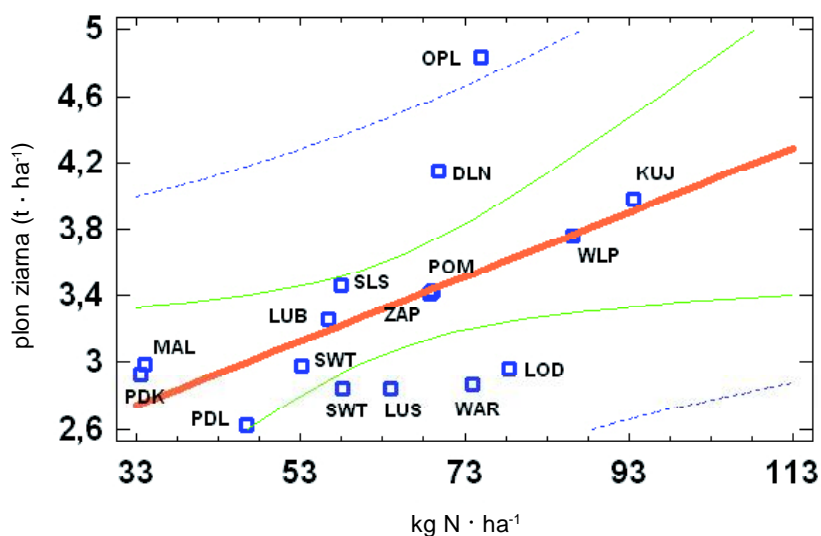
Podstawowe dane dotyczące uprawy zbóż w województwach w Polsce (lata 2004–2006)

Województwo	Udział zbóż w strukturze zasiewów (%)	Plon ziarna zbóż (t · ha <sup>-1</sup> )	Zużycie azotu		WRPP <sup>1)</sup> (pkt.)	Udział gleb silnie zakwaszonych (%)
			kg N · ha <sup>-1</sup> uprawy zbóż	kg N · ha <sup>-1</sup> UR w nawozach naturalnych		
DLN	76,63	4,15	69,9	12,4	74,9	48,7
KUJ	70,34	3,98	93,5	35,0	71,0	32,6
LUB	76,36	3,26	56,4	24,0	74,1	50,9
LUS	77,86	2,84	63,9	15,6	62,3	46,7
LOD	76,83	2,96	78,5	33,5	61,9	68,7
MAL	62,20	2,99	34,1	31,1	69,3	61,7
MAZ	74,98	2,84	58,2	33,7	59,9	62,6
OPL	74,67	4,83	74,9	22,7	81,4	32,7
PDK	68,54	2,93	33,5	21,9	70,4	66,3
PDL	73,52	2,62	46,5	41,4	55,0	67,2
POM	72,55	3,43	69,1	22,9	66,2	53,7
SLS	74,39	3,46	57,9	26,3	64,2	53,1
SWT	72,11	2,98	53,1	25,7	69,3	42,0
WAR	71,63	2,87	73,9	27,8	66,0	59,0
WLP	75,71	3,76	86,1	42,8	64,8	42,1
ZAP	74,87	3,41	68,8	11,5	67,5	49,7
POLSKA	73,91	3,31	65,3	28,7	66,6	51,1

Źródło: obliczenia własne oraz <sup>1)</sup> wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej – Stuczyński T., Budzyńska K., Gawrysiak L., Zalewski A., 2000 (17); Lipiński W., 2005 (12); Igras J., Kopiński J., 2007 (7); GUS, 2007 (3).

W takim ujęciu dysponujemy danymi dotyczącymi zużycia nawozów azotowych na 1 ha użytków rolnych, brakuje natomiast danych o rozdysponowaniu nawozów pod poszczególne rośliny lub grupy roślin, w tym pod zboża. Aby uzyskać takie (przybliżone) dane posłużono się współczynnikiem preferencji zużycia nawozów azotowych pod zboża. Współczynnik preferencji jest to stosunek zużycia nawozów na 1 ha uprawy zbóż do ich zużycia na 1 ha użytków rolnych. W 7 krajach UE-16, w tym w Polsce, współczynnik ten był bliski wartości 1,1. Zakładając, że współczynnik preferencji nie wykazuje zróżnicowania regionalnego przyjęto, że na 1 ha uprawy zbóż zużywa się w Polsce o 10% więcej azotu niż na 1 ha użytków rolnych (tab. 4). Poza dawkami nawozów azotowych na wielkość plonów zbóż wpływają warunki naturalne oraz inne czynniki agrotechniczne. Jako miarę zróżnicowania warunków naturalnych przyjęto wskaźnik waloryzacji gleb i udział gleb silnie zakwaszonych, a jako miarę pozostałych czynników agrotechnicznych zużycie azotu w nawozach naturalnych oraz udział zbóż w strukturze zasiewów (tab. 4).

Pomiędzy zużyciem nawozów azotowych i wielkością plonów zbóż występuje dosyć ścisła korelacja ( $r = 0,55$ ); (rys. 5). Poniżej dolnego przedziału ufności prostej regresji pozostają województwa: lubuskie (LUS), łódzkie (LOD), podlaskie (PDL), mazowieckie (MAZ) i warmińsko-mazurskie (WAR). Województwa te mają niesprzyjające warunki naturalne do produkcji zbóż. Wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej jest w tych województwach niższy, a wskaźnik zakwaszenia gleb wyższy od średniego dla kraju (tab. 4). Powyżej górnego przedziału ufności pozostają natomiast województwa dolnośląskie (DLN) i opolskie (OPL). Uzyskuje się tutaj duże



Rys. 5. Zależność pomiędzy wielkością dawek nawozów azotowych i plonami ziarna zbóż w województwach w Polsce

Źródło: opracowanie własne.



plony zbóż, przy względnie małym zużyciu nawozów azotowych. Województwa te mają bardzo korzystne warunki naturalne (i klimatyczne) do produkcji zbóż (tab. 4).

Przeciętne zużycie azotu na wyprodukowanie 100 kg (1 dt) ziarna zbóż w Polsce wynosi 1,9 kg; zatem jest bardzo zbliżone do stwierdzonego w krajach UE-16 i pokrywa się dokładnie z przeciętną zawartością azotu w ziarnie zbóż. Bardzo niską nawozochłonnością (ok. 1,1 kg N · dt<sup>-1</sup> zbóż) odznaczają się województwa małopolskie (MAL) i podkarpackie (PDK), ale uzyskuje się tutaj jedne z najmniejszych w kraju plony zbóż. Nawozochłonność powyżej 2 kg N · dt<sup>-1</sup> zbóż notuje się w województwach łódzkim (LOD) i warmińsko-mazurskim (WAR), co wskazuje na nieoszczędną gospodarkę azotem.

W podsumowaniu rozważań nad produktywnością azotu można przyjąć, że dla uzyskania przyrostu plonu ziarna zbóż o 100 kg z ha należy dodatkowo zastosować co najmniej 2 kg N · ha<sup>-1</sup>. Dążąc do zwiększenia plonów zbóż do około 5 ton ziarna z ha trzeba będzie zwiększyć dawki nawozów pod tę grupę roślin o ok. 30 kg N · ha<sup>-1</sup>, to znaczy o ok. 50% w stosunku do dawek obecnie stosowanych. Jeżeli nie nastąpią znaczące zmiany w strukturze zasiewów i współczynnik preferencji nawożenia zbóż utrzyma się na poziomie 1,1 – oznacza to konieczność stosowania około 85 kg N · ha<sup>-1</sup> użytków rolnych wykorzystywanych rolniczo (bez odłogów i ugorów).

## Gospodarka fosforem i potasem

### Produkcja nawozów fosforowych i potasowych

Polski przemysł nawozów fosforowych dysponuje mocą produkcyjną około 650 Gg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. W produkcji wykorzystuje się wyłącznie importowane fosforyty, natomiast kwas siarkowy wytwarzany jest w kraju. Nawozy fosforowe produkowane są w sześciu fabrykach: Zakładach Chemicznych Police, Gdańskich Zakładach Nawozów Fosforowych Fosfory, Zakładach Fosfan Szczecin, Zakładach Chemicznych Luvena, przedsiębiorstwie Siarkopol Tarnobrzeg Sp. z o.o. oraz w Fabryce Nawozów Fosforowych Ubocz. Zakłady te wytwarzają obecnie ponad 530 Gg nawozów fosforowych (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); (6). Wielkość produkcji plasuje nasz kraj na jednym z pierwszych, jeżeli nie pierwszym (nie ze wszystkich krajów dane są dostępne) miejscu wśród krajów UE. Zatem jest to pozycja taka sama, jak w produkcji nawozów azotowych. Podobnie jak w przypadku nawozów azotowych około 40% produkcji jest eksportowane. Eksportuje się wyłącznie nawozy wieloskładnikowe NP i NPK, a głównym eksporterem są Zakłady Chemiczne Police.

W strukturze produkcji nawozów fosforowych przeważają nawozy wieloskładnikowe NP, PK lub NPK. Łączna produkcja tych nawozów wynosi około 1700 Gg w masie, z tego większość przypada na Zakłady Chemiczne w Policach. Police są ponadto jedynym producentem nawozów kompleksowych uzyskiwanych w wyniku syntezy chemicznej z fosforytów, kwasu fosforowego i amoniaku, ewentualnie z dodatkiem soli potasowej. Niewielką ilość nawozów kompleksowych importuje również spółka Yara Poland. Producentami nawozów mieszanych, wytwarzanych w wyniku granulacji talerzowej lub zgniatania poszczególnych komponentów (nawozy proste),

są Zakłady Chemiczne Luvena i przedsiębiorstwo Siarkopol Tarnobrzeg Sp. z o.o. Znacznie mniejszy udział w produkcji mają nawozy pojedyncze, superfosfat prosty i superfosfat potrójny. Produkcję superfosfatów prowadzą przede wszystkim Zakłady Chemiczne Luboń, Zakłady Chemiczne Tarnobrzeg, Fosfan Szczecin i Fosfory Gdańsk. Produkcja superfosfatów w masie nie przekracza obecnie 350 Gg, przy czym niemal całość dostarczana jest w formie granulowanej.

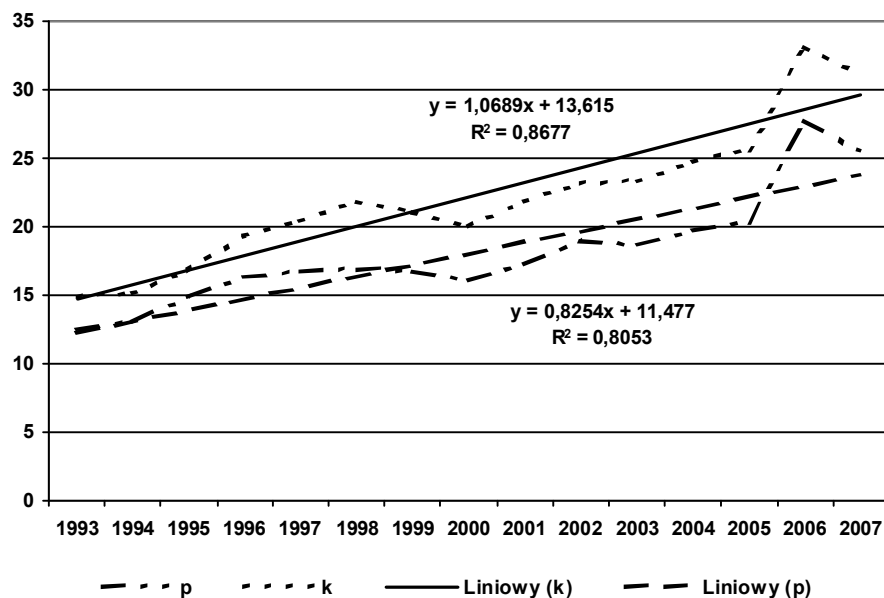
Polska dla potrzeb rolnictwa importuje całą ilość potrzebnego potasu w formie gotowych nawozów lub też surowców do wytwarzania nawozów wieloskładnikowych. Import potasu wynosi około 400 Gg  $K_2O$  (dokładne dane są bardzo trudne do uzyskania). Z tej ilości około 290 Gg  $K_2O$  jest zużywana do produkcji nawozów wieloskładnikowych i w tej formie częściowo reeksportowana. Największe złoża potasu w Europie zlokalizowane są w Rosji, na Białorusi i w Niemczech, dlatego też największymi producentami nawozów potasowych są firmy rosyjskie i białoruskie, takie jak Silvinite JSC Company i Uralkali oraz Belaruskali. Duże ilości nawozów potasowych produkuje niemiecki koncern K+S GmbH. Do głównych dostawców nawozów potasowych na rynek polski należy zaliczyć Rosję, Białoruś, Litwę, Ukrainę i Czechy. Najważniejszymi importerami soli potasowej do Polski są: Aurepio, Chem Agra, B & B Warszawa i K + S Polska. Znaczne ilości soli potasowej importują także Zakłady Chemiczne Police. W strukturze produkcji nawozów potasowych około 75% stanowią nawozy wieloskładnikowe PK lub NPK, a tylko około 25% nawozy proste (sól potasowa i bardzo niewielkie ilości siarczanu potasowego).

### **Zużycie nawozów fosforowych i potasowych**

Zużycie nawozów fosforowych i potasowych, po gwałtownym załamaniu w latach 1989–1991, od połowy ostatniej dekady ubiegłego wieku wykazuje powolny trend wzrostowy (rys. 6). Obecnie zużywa się w Polsce około 27 kg  $P_2O_5$  i około 26 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$  użytków rolnych (6, 8).

Szczyt zużycia nawozów fosforowych i potasowych w krajach UE15 przypadał na początek lat 80. ubiegłego wieku, a więc wcześniej niż szczyt zużycia azotu. Od tego czasu notuje się stały spadek zużycia tych nawozów, wyprzedzający wyraźnie spadek zużycia nawozów azotowych (rys. 2). W związku z tym stosunek N : P i K ulega stałej zmianie.

Przeciętne zużycie nawozów fosforowych pod zboża w krajach UE-16 wynosi około 30 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  uprawy zbóż, ze zróżnicowaniem od poniżej 20 kg w Danii, Holandii i Szwecji do ponad 40 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  w Irlandii, Włoszech, Hiszpanii i Portugalii. Przeciętne zużycie nawozów potasowych wynosi około 25 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$  uprawy zbóż, ale zróżnicowanie jest tutaj szczególnie duże i waha się od poniżej 10 kg w Grecji, Holandii i Szwecji do ponad 40 kg  $K_2O$  w Irlandii, Wlk. Brytanii i Norwegii. Zużycie nawozów fosforowych pod zboża jest w Polsce nieco mniejsze (ok. 27 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  uprawy zbóż) od przeciętnego zużycia w krajach Unii, natomiast zużycie nawozów potasowych dokładnie odpowiada wartości przeciętnej dla UE-16 (ok. 25 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$  uprawy zbóż). W krajach UE-16 przeciętny stosunek azotu do fosforu



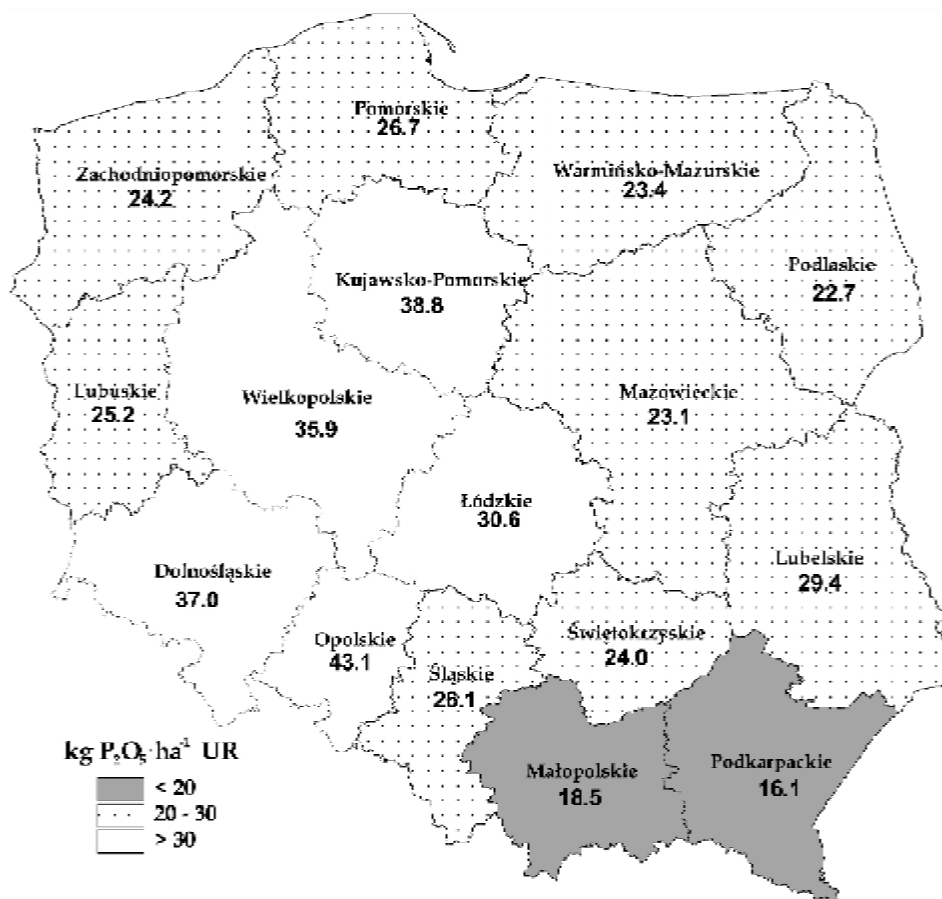
Rys. 6. Długookresowy trend zużycia nawozów fosforowych i potasowych w Polsce  
Źródło: opracowanie własne.

w nawozach stosowanych pod zboża wynosi  $N : P_2O_5 = 1 : 0,29$ , a przeciętny stosunek azotu do potasu  $N : K_2O = 1 : 0,24$ . Zużycie nawozów fosforowych i potasowych w Polsce wykazuje określone zróżnicowanie terytorialne (rys. 7 i 8), nie tak jednak duże, jak zróżnicowanie zużycia nawozów azotowych. Współczynnik zmienności zużycia nawozów azotowych wynosi 28%, podczas gdy współczynniki zmienności zużycia nawozów fosforowych i potasowych kształtują się na poziomie 15 i 24%.

### Produkcyjność nawozów fosforowych i potasowych

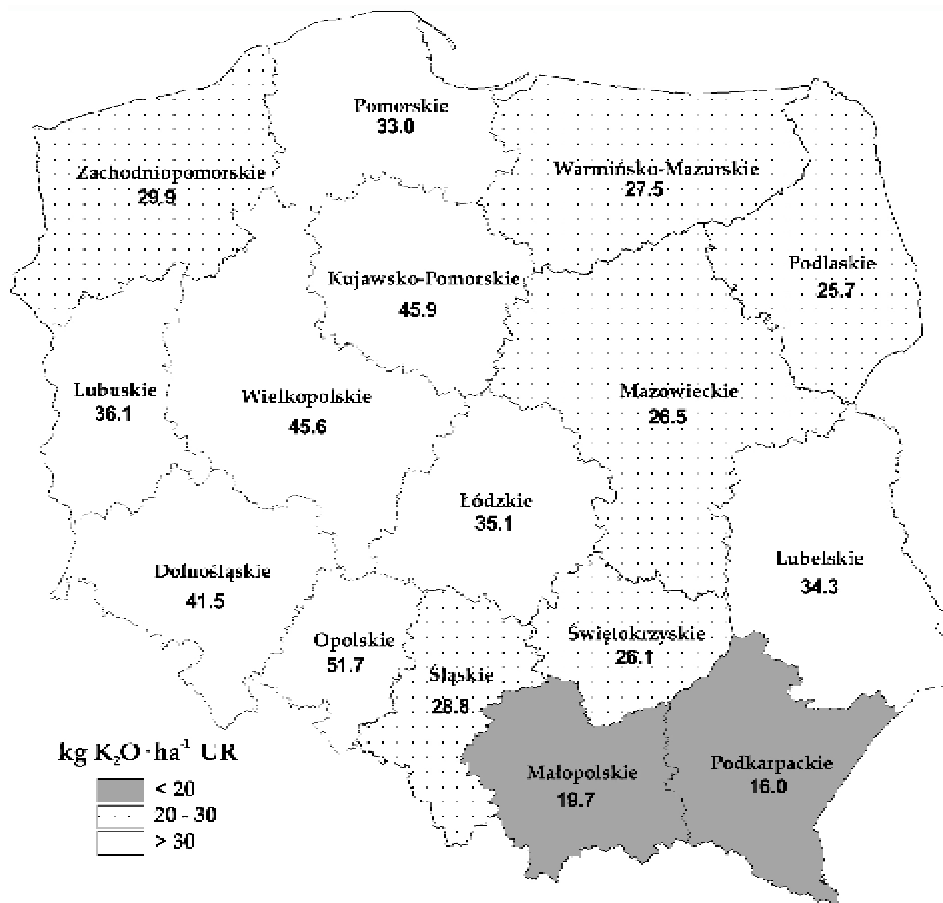
W obliczeniach przeprowadzonych w państwach UE-16 nie wykazano żadnego związku pomiędzy wielkością plonów ziarna zbóż i stosowanymi pod tę grupę roślin dawkami nawozów fosforowych i potasowych. Przeciętne jednostkowe zużycie nawozów fosforowych na wyprodukowanie 100 kg ziarna zbóż wynosi około 0,66 kg  $P_2O_5$  i jest dosyć wyrównane pomiędzy krajami UE-16, z wyjątkiem Hiszpanii i Portugalii, gdzie zużywa się około 1,8 kg  $P_2O_5$  na 100 kg ziarna zbóż. Przeciętna nawozochłonność produkcji zbóż wynosi około 0,50 kg  $K_2O$  na 100 kg ziarna i jest oczywiście największa w krajach stosujących duże dawki nawozów potasowych.

W Polsce, w obliczeniach na zbiorowości województw, nie stwierdzono również żadnego związku pomiędzy wielkością dawek nawozów fosforowych i plonami zbóż. W równaniu regresji wielokrotnej istotnym czynnikiem różnicującym plony tej grupy roślin było natomiast nawożenie potasem. Zagadnienie wpływu szeroko rozumianej gospodarki nawozowej na wielkość plonów zbóż należy jednak rozpatrywać w kontekście jakości gleb i „odłożonych” efektów działania nawozów fosforowych i potas-



Rys. 7. Regionalne zróżnicowanie zużycia nawozów fosforowych w 2007 roku  
 Źródło: Igras J., Kopiński J., 2007 (7).

wych w postaci zasobności gleb w przyswajalne formy fosforu i potasu. W przeprowadzonej analizie wydzielono 4 skupienia województw różniące się wielkością osiągniętych plonów zbóż (tab. 5). Skupienie 4 „dla siebie” stanowi województwo opolskie (OPL), w którym uzyskuje się największe plony zbóż. Województwo to dysponuje najlepszymi glebami w kraju (i korzystnymi warunkami agroklimatu), stosuje się tutaj duże dawki nawozów (szczególnie azotowych i potasowych), a wskaźniki bonitacji negatywnej odczynu i zasobności gleb w fosfor i potas są najniższe w kraju. Porównanie województw w skupieniu 2 – lubuskie (LUS), pomorskie (POM) i śląskie (SLS) – z województwami w skupieniu 3 – łódzkie (LOD), małopolskie (MAL), mazowieckie (MAZ), podkarpackie (PDK), podlaskie (PDL) i świętokrzyskie (SWT) – umożliwia ocenę wpływu gospodarki nawozowej na wielkość plonów zbóż z wyłączeniem czynnika jakości gleb. Przy tej samej wartości wskaźnika waloryzacji gleb w województwach skupienia 2 uzyskuje się plony zbóż o niemal 0,4 tony z ha większe niż w woje-



Rys. 8. Regionalne zróżnicowanie zużycia nawozów potasowych w 2007 roku  
 Źródło: Igras J., Kopiński J., 2007 (7).

Tabela 5

Skupienia województw według danych z lat 2004–2006

Województwa w skupieniu	Plon ziarna (kg · ha <sup>-1</sup> )	Zużycie składników pod zboża (kg · ha <sup>-1</sup> )			WRPP (pkt)	Wskaźnik bonitacji negatywnej*		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1: DLN, KUJ, LUB, WAR, WLP, ZAP	3572	74,7	19,5	26,7	69,7	47,1	30,3	37,0
2: LUS, POM, SLS	3243	63,6	25,5	31,4	64,2	51,1	31,5	43,6
3: OD, MAL, MAZ, PDK, PDL, SWT	2887	50,6	19,8	21,2	64,3	61,4	48,7	58,1
4: OPL	4830	74,9	25,5	40,9	81,4	32,7	26,1	34,1

\* suma gleb wykazujących bardzo kwaśny i kwaśny odczyn lub bardzo niska i niska zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu

Źródło: obliczenia własne.

wództwach w skupieniu 3. Wynika to ze znacznie większych dawek nawozów NPK oraz znacznie mniejszych wskaźników negatywnej bonitacji odczynu i zasobności gleb w województwach skupienia 2. Z kolei porównanie województw w skupieniu 1 – dolnośląskie (DLN), kujawsko-pomorskie (KUJ), lubelskie (LUB), warmińsko-mazurskie (WAR), wielkopolskie (WLP) i zachodnio-pomorskie (ZAP) – i w skupieniu 2 dostarcza dowodu na przemożny wpływ jakości gleby i zużycia nawozów azotowych na wielkość plonów ziarna zbóż.

Na wyprodukowanie 100 kg ziarna zbóż zużywa się w Polsce około 0,8 kg  $P_2O_5$  i 0,75 kg  $K_2O$ . Są to wartości większe, a dla potasu nawet znacznie większe od przeciętnych dla krajów UE-16. Przeciętne pobranie fosforu z plonem 100 kg ziarna zbóż wynosi ok. 0,8 kg  $P_2O_5$ , a z plonem 100 kg ziarna wraz z odpowiednią masą słomy ok. 1,2 kg  $P_2O_5$ . Odpowiednie wartości dla potasu wynoszą natomiast ok. 0,56 kg  $K_2O$  i ok. 2,6 kg  $K_2O$ . Uwzględniając zatem tylko plony ziarna aktualne zużycie nawozów fosforowych pod zboża wydaje się wystarczające, a zużycie nawozów potasowych nawet nadmierne w stosunku do potrzeb pokarmowych tej grupy roślin. Przy tak przeprowadzonym rachunku należy jednak założyć, że cała ilość fosforu i potasu zawarta w słomie roślin zbożowych powraca do gleby w formie przyoranej słomy, obornika (z obór ściółowych) lub popiołu ze spalania nadmiaru słomy.

W podsumowaniu rozważań nad produktywnością fosforu i potasu można przyjąć, że dla uzyskania przyrostu plonu zbóż o 100 kg z ha należy dodatkowo zastosować co najmniej 0,8 kg  $P_2O_5$  i 0,6 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$ . Dążąc do zwiększenia plonów zbóż do około 5 ton ziarna z ha trzeba będzie zwiększyć dawki nawozów pod tę grupę roślin o ok. 12 kg  $P_2O_5$  i 10 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$ , to znaczy o ok. 40% w stosunku do dawek stosowanych obecnie. Jeżeli nie nastąpią znaczące zmiany w strukturze zasiewów i współczynnik preferencji nawożenia zbóż utrzyma się na poziomie 1,1 oznacza to konieczność stosowania około 32 kg  $P_2O_5$  i 35 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$  użytków rolnych wykorzystywanych rolniczo (bez odłogów i ugorów). Stosunek N : P wyniesie wówczas około 1 : 0,35, a stosunek N : K ok. 1 : 0,4.

### **Środowiskowe uwarunkowania gospodarki nawozowej**

W dotychczasowych rozważaniach nie poruszano zagadnień związanych z gospodarką nawozami naturalnymi i zagospodarowaniem słomy, gdyż mieszczą się one raczej w problematyce środowiskowej, a nie produkcyjnej. Środowiskowe skutki nawożenia można sprowadzić do nadmiaru składników mineralnych, pochodzących głównie z nawozów mineralnych i naturalnych oraz do rozpraszania tych składników w środowisku.

### **Bilanse składników mineralnych**

#### **Bilansowanie metodą „na powierzchni pola”**

W opracowaniach regionalnych stosuje się z reguły metodę bilansowania składników „na powierzchni pola”, zalecaną oficjalnie i obowiązującą dla azotu i fosforu

w krajach OECD (13). W metodzie tej po stronie przychodów uwzględnia się ilość składników w nawozach mineralnych i naturalnych, ilość składników wprowadzanych z materiałem siewnym (sadzeniakowym), a w przypadku azotu również opad azotu z atmosfery i wiązanie biologiczne azotu. Po stronie rozchodów uwzględnia się ilość składnika zabieraną z pola z plonami roślin. Dzięki jednolitej metodyce możliwe jest łatwe porównanie sald bilansu azotu i fosforu pomiędzy krajami UE i szerzej krajami OECD (tab. 6).

Przeciętne saldo bilansu azotu dla 14 krajów UE-15 wynosi  $88 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a fosforu  $13 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W przeciągu ostatniej dekady saldo bilansu azotu i fosforu uległo zmniejszeniu o około 30%. Polska wykazuje o połowę niższe, w stosunku do przeciętnej, saldo bilansu azotu i pod tym względem ustępuje tylko Francji i Portugalii, ale w przeciągu ostatniej dekady saldo bilansu azotu w naszym kraju nie uległo praktycznie żadnej zmianie. Saldo bilansu fosforu w Polsce wynosi  $2,4 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$  i jest podobne do sald obliczonych dla Austrii, Francji i Szwecji. Saldo bilansu fosforu uległo w naszym kraju w przeciągu ostatniej dekady podobnemu zmniejszeniu, jak w krajach UE-15. Średnie wykorzystanie azotu w krajach UE14, obliczone jako iloraz odpływu do dopływu N, wynosi 67% i Polska z wykorzystaniem 57% pozostaje nieco poniżej tej średniej. Bardzo duże wykorzystanie N ma miejsce we Francji, Wielkiej Brytanii i Norwegii. W Holandii wykorzystanie azotu wynosi natomiast zaledwie 45%. W skali całej powierzchni użytków rolnych w Polsce (ok.  $16 \cdot 10^6 \text{ ha}$ ) saldo bilansu liczonego „na powierzchni pola” wynosi dla azotu około 790 Gg N, dla fosforu ok. 38 Gg P, a dla potasu ok. 158 Gg K. Bilans składników mineralnych w Polsce wykazuje jednak znaczne zróżnicowanie regionalne (tab. 7)

Bilanse azotu i szczególnie fosforu, sporządzane metodą „na powierzchni pola”, dają dosyć optymistyczny obraz gospodarki składnikami mineralnymi w Europie i przede wszystkim w Polsce. Saldo bilansu azotu jest wprawdzie dodatnie, ale mieści się w dobrych standardach europejskich, a bilans fosforu wykazuje bardzo niewielką nadwyżkę dopływu nad odpływem. Zagadnieniu temu należy się jednak przyjrzeć od strony globalnych ilości azotu, fosforu i potasu rozpraszanych do środowiska glebowego i wodnego oraz do atmosfery (azot). Od strony metodycznej służą temu bilanse sporządzane „u wrót gospodarstwa” oraz bilanse systemowe, w których śledzi się losy nadmiaru składników mineralnych. Sporządzanie takich bilansów w skalach więk-

Tabela 6

Salda bilansu azotu i fosforu (kg) oraz wykorzystanie azotu (%) w latach 2002–2004 w wybranych krajach UE-16

Składnik	Kraj w UE															
	A	BL	DK	FIN	F	G	D	IRL	I	NL	PL	P	S	UK	N	UE15
N (kg)	44	206	131	55	24	bd.	102	82	46	254	43	31	75	54	84	88
N (%)	65	49	46	71	86	bd.	66	73	75	45	57	61	68	88	88	67
P (kg)	3	20	11	11	2	5	6	7	8	19	2,4	16	2	20	13	13

Źródło: OECD, 2005 (13).

Tabela 7

Elementy składowe i salda bilansu azotu, fosforu i potasu ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) w ujęciu regionalnym w latach 2002–2005

Województwo	N*			P*			K*		
	dopływ	odpływ	saldo	dopływ	odpływ	saldo	dopływ	odpływ	saldo
DLN	85,8	69	16,7	12,4	14,7	-2,3	35,6	39,8	-4,2
KUJ	154	75,1	79	18,7	16,6	2,1	64,7	54,0	10,7
LUB	103,5	61,5	42,1	21,5	19,0	2,5	50,8	43,9	6,9
LUS	105,5	45,7	59,9	7,4	5,0	2,4	37,7	28,0	9,7
LOD	132,1	58,6	73,4	16,9	14,3	2,6	56,6	45,5	11,1
MAL	100,8	66,3	34,5	11,7	9,9	1,8	56,9	52,9	4,0
MAZ	99,6	59	40,6	33,0	26,4	6,6	59,3	46,1	13,2
OPL	128	87,1	40,9	9,4	10,0	-0,6	60,2	50,3	9,9
PDK	76,7	55	21,7	9,7	7,9	1,8	41,4	41,2	0,2
PDL	114,4	70,5	43,9	17,2	15,4	1,8	65,3	54,0	11,3
POM	114,8	60,9	53,9	14,1	9,3	4,8	57,5	40,3	17,2
SLS	97,4	61,8	35,6	8,0	6,4	1,6	55,7	42,9	12,8
SWT	96,1	55,1	40,9	8,4	7,1	1,3	46,6	44,9	1,7
WAR	107,9	63	44,9	13,1	11,3	1,8	48,8	41,9	6,9
WLP	142,9	74,4	68,6	38,5	29,1	9,4	70,9	52,8	18,1
ZAP	103,6	52,9	50,7	11,2	10,8	0,4	38,2	29,8	8,4
POLSKA	112,2	63,9	48,3	15,7	13,3	2,4	54,7	44,8	9,9
POLSKA **	1795	1022	773	251	213	38	875	717	158

\*  $\text{kg N, P, K} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,

\*\* w masie N, P, K na powierzchnię użytków rolnych (16 milionów ha)

Źródło: Igras J., Kopiński J., 2009 (8), Kopiński J., 2007 (11), Tujaka A., 2007 (19).

szych niż gospodarstwo rolne (regiony i cały kraj) jest trudne z uwagi na brak dostępnych danych, a ich wyniki mogą być obciążone dużym błędem.

### Bilansowanie metodą „u wrót gospodarstwa”

W bilansie „u wrót gospodarstwa” po stronie przychodów uwzględnia się ilość składników mineralnych dopływających spoza gospodarstwa w formie nawozów mineralnych i pasz z zakupu, a po stronie rozchodów ilość składników wyprowadzanych z gospodarstwa w formie towarowych produktów roślinnych i pochodzenia zwierzęcego. Składniki w nawozach naturalnych nie są uwzględniane, gdyż obrót nimi jest zamknięty wewnątrz gospodarstwa. W dalszych rozważaniach potraktowano cały



obszar Polski jako jedno wielkie gospodarstwo, dla którego sporządzono bilans składników metodą „u wrót gospodarstwa”.

W latach 2004–2006 w formie nawozów mineralnych wprowadzono do naszego „gospodarstwa Polska” około 895 Gg N, ok. 142 Gg P i ok. 340 Gg K (7). Są to ilości mieralne i w pełni wiarygodne. Znacznie trudniejszy jest szacunek ilości składników dostarczanych w formie importowanych pasz dla zwierząt (tab. 8). Jak wynika z danych przedstawionych w tej tabeli dopływ składników mineralnych w paszach jest znaczący i stanowi około 225 Gg azotu, 26,2 Gg fosforu i 12,7 Gg potasu. W sumie dopływ składników mineralnych w nawozach i paszach dla zwierząt można oszacować na około 1120 Gg N, 168 Gg P i 352 Gg K. Po stronie dopływu azotu trzeba jeszcze doliczyć ok. 370 Gg N w opadzie atmosferycznym i wiązane biologicznie. Razem daje to dopływ ok. 1490 Gg N.

Bardzo trudne jest również oszacowanie ilości składników w sprzedanych poza „umowne gospodarstwo” produktach roślinnych i zwierzęcych. Sprzedaż musi obejmować rynek krajowy oraz eksport tych produktów. W tabeli 9 przedstawiono szacunek ilości składników mineralnych w produktach skupionych (towarowych) z gospodarstw rolnych w latach 2004–2006.

Różnica pomiędzy oszacowanym dopływem azotu zawartym w nawozach mineralnych, paszach z zakupu, opadzie atmosferycznym i wiązanym biologicznie (1490 Gg N), a odpływem (251 Gg N) azotu wynosi około 1239 Gg N. Różnica pomiędzy oszacowanym dopływem (168 Gg) i odpływem (71 Gg) fosforu wynosi ok. 97 Gg P, a oszacowanym dopływem (352 Gg) i odpływem (55 Gg) potasu wynosi ok. 297 Gg K. Należy uznać, że takie ilości składników ulegają rozproszeniu z rolnictwa do środowiska. Losami składników mineralnych zawartych w importowanej żywności oraz w produktach rolnych sprzedanych na rynku krajowym i zagranicznym można się nie interesować, gdyż nie dotyczy to bezpośrednio rolnictwa. Oczywiście zachodzą tutaj również duże straty w przetwórstwie i konsumpcji, ale większość traconych składni-

Tabela 8

Ilość składników mineralnych w paszach importowanych przez „gospodarstwo Polska” w latach 2003–2006

Produkt	Import (Gg)	Azot		Fosfor		Potas	
		kg N · t <sup>-1</sup>	Gg N	kg P · t <sup>-1</sup>	Gg P	kg K · t <sup>-1</sup>	Gg K
Kukurydza	304	16,6	5,05	3,5	1,06	4,2	1,3
Zboża	275	19,7	5,42	3,9	1,07	5,0	1,4
Otręby	180	27,2	64	12,8	2,30	5,0	0,9
Śruta sojowa	1696	80,0	136	7,8	13,2	4,3	8,4
Śruta rzepakowa	188	64,0	12,0	12,4	2,33	4,0	0,7
Mączki rybne	16	139,0	2,22	20	0,12	3	-
Strączkowe	20	35,7	0,71	4,6	0,09	-	-
Dodatki paszowe	-	-	-	-	6,0	-	-
Razem	-	-	225	-	26,2	-	12,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (3).

Tabela 9

Szacunek ilości składników w produktach roślinnych i zwierzęcych zakupionych w latach 2004–2007 z „gospodarstwa Polska”

Produkt	Skup (Gg)	kg N · t <sup>-1</sup>	Odływ brutto <sup>1)</sup> (Gg N)	Odływ netto <sup>2)</sup> (Gg N)	kg P · t <sup>-1</sup>	Odływ brutto <sup>1)</sup> (Gg P)	Odływ netto <sup>2)</sup> (Gg P)	kg K · t <sup>-1</sup>	Odływ brutto <sup>1)</sup> (Gg K)	Odływ netto <sup>2)</sup> (Gg K)
1	2	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Zboża	7152	18,6	133	79,8	3,5	25,03	15,02	5,0	36,7	22,0
Ziemniaki	1125	3,5	4	3,0	0,6	0,68	0,50	0,6	0,7	0,6
Buraki	12072	1,8	22	2,2	0,4	4,83	0,50	2,1	25,0	2,5
Rzepak	1641	33,5	55	38,5	7,8	12,80	8,96	8,3	12,4	8,7
Warzywa	1211	2,3	3	2,5	0,5	0,61	0,50	3,5	4,2	4,0
Owoce	1166	1,5	2	1,5	0,2	0,23	0,20	2,0	2,5	2,3
Żywiec	3913	32	125	100	10,5	41,09	32,9	2,7	10,3	8,0
Mleko	8288	5,6	46	5,6	1,0	8,29	6,63	1,3	10,7	4,0
Jaja mln.	920	1,21	1	1,0	0,12	0,11	0,11	0,01	-	-
Wetna	268	30,7	8	6,0	9,0	2,41	2,41	1	0,3	0,3
Pozostałe	-	-	19	11,4	-	4,9	2,94	-	4	2,5
Razem	-	-	418	251,5	-	101	70,7	-	102	54,9

<sup>1)</sup> z pomnożenia wartości w kolumnach 2 i 3

<sup>2)</sup> po odliczeniu całości lub części produktu, który pozostaje (wraca) do „gospodarstwa Polska”

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (3).

ków trafia na wysypiska śmieci i do osadów ściekowych. Odpady te są tylko w znikomym stopniu zawracane (zagospodarowane) do rolnictwa i dlatego nie uwzględniano ich w rachunku bilansowym.

### Porównanie wyników bilansów na powierzchni pola i u wrót gospodarstwa

Bilanse składników mineralnych sporządzone metodami na powierzchni pola i u wrót gospodarstwa powinny teoretycznie dawać jednakowe wyniki, to znaczy jednakowe salda. Jak jednak widać z zestawienia podanego w tabeli 10 saldo bilansu sporządzonego metodą u wrót gospodarstwa jest znacznie większe od salda sporządzonego metodą na powierzchni pola. Dla wyjaśnienia przyczyn tych różnic trzeba bliżej przeanalizować elementy dopływu i odpływu składników w bilansie na powierzchni pola, obliczonym zgodnie z metodyką OECD. Po stronie dopływu uwzględnia się ilość

Tabela 10

Porównanie elementów bilansów składników mineralnych sporządzonych dwoma metodami

Metoda bilansu*	Gg N			Gg P			Gg K		
	dopływ	odpływ	saldo	dopływ	odpływ	saldo	dopływ	odpływ	saldo
PP	1795	1022	773	251	213	38	875	717	158
WG	1490	251	1239	168	71	97	352	55	297
Różnica	-	-	466	-	-	59	-	-	139

\* PP – na powierzchni pola, WG – u wrót gospodarstwa

Źródło: opracowanie własne.

składników dostarczanych na pole w nasionach i sadzeniakach uprawianych roślin (ok. 33 Gg N, ok. 11,3 Gg P i ok. 9 Gg K). Ilości te pochodzą jednak praktycznie z odpływu składników, gdyż w warunkach polskiego rolnictwa większość materiału nasiennego pochodzi z własnego gospodarstwa. Dopływ w tej pozycji równa się zatem niemal odpływowi i nie powinien być uwzględniany w bilansie. Znaczna część składników liczona jako odpływ powraca w rzeczywistości na pole w postaci produktów ubocznych roślin (liście buraka, słoma rzepaku i roślin strączkowych, część słomy zbóż) i powinna być uwzględniona również po stronie dopływu. Ilości te autorzy szacują na około 232 Gg N, 48 Gg P i 130 Gg K. Eliminując z bilansu ilości składników zawarte w nasionach i sadzeniakach i dodając po stronie dopływu ilości P i K powracające na pole w postaci produktów ubocznych roślin uzyskuje się całkowitą zgodność sald bilansów PP i WG dla fosforu i potasu. W przypadku azotu saldo bilansu WG będzie nadal większe od salda bilansu PP o 201 Gg N. Różnica ta wynika z faktu, że w bilansie na powierzchni pola (PP) nie uwzględnia się strat amoniaku w procesie produkcji i przechowywania nawozów naturalnych (15). Straty zachodzące w produkcji zwierzęcej zostały przez autorów oszacowane na 200 Gg N. Po uwzględnieniu tych strat również saldo bilansu azotu będą jednakowe dla obydwu metod liczenia (PP i WG). Z rozważań tych wynika, że saldo bilansu azotu liczone metodą u wrót gospodarstwa (WG) jest właściwą miarą ilości składników mineralnych rozpraszanych z rolnictwa do środowiska. Wyjaśnienie losów rozpraszanych składników wykracza poza ramy tego opracowania i najogólniej ujmując składniki te mogą ulegać akumulacji w glebie (9, 14), wymywaniu z gleby do wód gruntowych (18) lub ulatnianiu do atmosfery w postaci gazowych połączeń azotu (16). Szczególne znaczenie mają przy tym straty związków azotu i fosforu do wód gruntowych i otwartych oraz dalej do wód Bałtyku (1, 4).

### Wnioski

1. Zużycie nawozów mineralnych w Polsce, licząc od 1993 r., powoli wzrasta z trendem rocznym około 1,6 kg N, 0,80 kg  $P_2O_5$  i 0,87 kg  $K_2O$  na 1 ha użytków rolnych. Dorównuje ono przeciętnemu ich zużyciu w 15 starych krajach UE. Zużycie nawozów mineralnych wykazuje znaczne zróżnicowanie terytorialne, przy czym największe jest zużycie azotu, następnie potasu, a najmniejsze fosforu.

2. Nawozochłonność produkcji zbóż wynosi w Polsce około 1,9 kg N, 0,8 kg  $P_2O_5$  i 0,75 kg  $K_2O$  na 100 kg ziarna zbóż. W zakresie azotu i fosforu nawozochłonność odpowiada potrzebom pokarmowym zbóż (odniesionym do plonu ziarna), natomiast w odniesieniu do potasu jest od tych potrzeb wyższa, co wskazuje na niezbyt oszczędną gospodarkę tym składnikiem.

3. Salda bilansu składników obliczone metodami na powierzchni gleby i u wrót gospodarstwa, po uwzględnieniu modyfikacji zaproponowanych przez autorów, są bardzo zbliżone. Salda te wskazują na znaczne rozpraszanie azotu, fosforu i potasu z rolnictwa do środowiska.

4. Rozpraszanie azotu z rolnictwa polskiego oszacowano na około 1240 Gg N, 100 Gg P i niemal 300 Gg K. W rozpraszaniu fosforu i potasu uwzględniono ilości składników nagromadzonych w glebie w formie przyswajalnej dla roślin.

### Literatura

1. B o g a c k a T.: Strategia i działania ograniczające ładunki azotu i fosforu odprowadzane do wód powierzchniowych ze źródeł obszarowych. Podstawy naukowe ochrony wód w Polsce w świetle przystąpienia do Unii Europejskiej. 1999, 23-31.
2. EFMA: Forecast of food, farming and fertilizer use 2006–2016. Brussels, 2006.
3. GUS. Środki produkcji w rolnictwie (2003–2007). Warszawa, 2007.
4. I g r a s J.: Zawartość składników mineralnych w wodach drenarskich z użytków rolnych w Polsce. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG Puławy, 2004, **13**.
5. I g r a s J.: Potencjał polskiego przemysłu nawozowego na tle Unii Europejskiej. Maszynopis, IUNG Puławy, 2008.
6. I g r a s J.: Analiza rynku nawozów azotowych w Polsce, stan obecny i prognoza do 2023 roku. Maszynopis, IUNG Puławy, 2008.
7. I g r a s J., K o p i ń s k i J.: Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **5**: 107-116.
8. I g r a s J., K o p i ń s k i J.: Gospodarowanie potasem w Polsce i w krajach sąsiednich. Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization, 2009, **34** (w druku).
9. J o h n s t o n A. E.: Potassium, magnesium and soil fertility: long term experimental evidence. Proceedings IFS, 2007, 613.
10. 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**: 117-132.
11. K o p i ń s k i J.: Bilans azotu brutto na powierzchni pola jako agrośrodowiskowy wskaźnik zmian intensywności produkcji rolnej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **4**: 21-34.
12. L i p i ń s k i W.: Odczyn gleb Polski. Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization, 2005, **2(23)**: 33-40.
13. OECD. OECD Nitrogen Balance Handbook. OECD publication service. Draft Report, chapter 3. Paris, 2005, vol. 4.
14. S a p e k A.: Przyczyny zwiększania się zasobów fosforu w glebach polskich. Rocz. Glebozn., 2007, **58(3/4)**: 110-118.
15. S a p e k A., S a p e k B., P i e t r z a k S.: Rola produkcji zwierzęcej w rozpraszaniu składników nawozowych z rolnictwa do środowiska. W: Dobre praktyki w rolnictwie. Przysiek, 2000, 5-31.
16. S o s u l s k i T., Ł a b ę t o w i c z J.: Oszacowanie rozpraszania azotu z rolnictwa polskiego do atmosfery oraz wód. Post. Nauk Rol., 2008, **3**: 3-19.
17. S t u c z y ń s k i T., B u d z y ń s k a K., G a w r y s i a k L., Z a l i w s k i A.: Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. Biul. Inf. IUNG, 2000, **12**: 4-17.
18. S y k u t S.: Wymywanie makroskładników z gleb w lizymetrach. Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization, 2000, **4(5)**: 18-25.
19. T u j a k a A.: Krajowy bilans fosforu w ujęciu regionalnym. Studia i Raporty IUNG-PIB, 20007, **5**: 133-140.

*prof. dr hab. Mariusz Fotyma*  
*Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
e-mail: [fot@iung.pulawy.pl](mailto:fot@iung.pulawy.pl)