

*MIROŚLAW MACHNACKI,  
KAZIMIERZ PIEKUT,  
BOGUMIŁA PAWLUŚKIEWICZ*  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Warszawa

## **ANALIZA SKUTKÓW FINANSOWYCH OGRANICZANIA EMISJI AZOTU W GOSPODARSTWACH MLECZNYCH I OPASOWYCH\***

### **Wstęp**

Azot należy do podstawowych środków intensyfikacji produkcji w rolnictwie. Jest także najczęściej opisywanym czynnikiem negatywnie wpływającym na środowisko. Intensywność emisji azotu do środowiska zależy od wielu czynników, a wiedza na ten temat jest stosunkowo dobrze ugruntowana [6, 7, 8, 10].

Stosunkowo dobrze są również rozpoznane sposoby ograniczania emisji azotu do środowiska w rolnictwie [1, 3]. Jednak w praktyce nadal brak jest rzeczywistych działań w zakresie zmniejszania negatywnego wpływu na środowisko. Wynika to zarówno z braku dostatecznej wiedzy z zakresu rzeczywistych kosztów ograniczania emisji do środowiska w rolnictwie, jak również braku nadal jasnej koncepcji – kto ma ponieść koszty jej ograniczania [2].

Celem niniejszego opracowania jest próba oszacowania kosztów ograniczania emisji azotu w gospodarstwach mlecznych i opasowych oraz odniesienie ich do nakładów inwestycyjnych w zakresie gromadzenia i przechowywania odchodów.

### **Materiał i metodyka badań**

Badania przeprowadzono na populacji 133 gospodarstw o kierunku bydło mleczne i 47 gospodarstw o kierunku bydło opasowe, prowadzących księgi rachunkowości rolnej dla potrzeb Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w latach 1998 i 1999. Badania obejmowały gospodarstwa o powierzchni powyżej 10 ha. Analizowane kierunki produkcji badano w dwóch poziomach intensywności produkcji. W grupie kierunku mlecznego wyodrębniono 68 gospodarstw o obsadzie poniżej 0,9 DJP na ha i 65 gospodarstw o obsadzie powyżej 0,9 DJP na ha. W ramach gospodarstw o kierunku bydło opasowe wyodrębniono 31 gospodarstw mleczno-opasowych i 16 gospodarstw opasowych (opas pow. 40% Pkb).

---

\* Praca wykonana została w ramach projektu KBN Nr 5 PO 6J01418 pt. „Koszty ograniczania negatywnego oddziaływania gospodarstw o różnych kierunkach i typach produkcyjnych na środowisko naturalne”.

Udostępnione z ksiąg rachunkowości rolnej dane posłużyły do obliczenia dopływów i odpływów azotu do gospodarstw, a następnie efektywności ekonomicznej i ekologicznej dopływów oraz wartości odpływów. Na podstawie danych tych ustalono również listę produktów i substancji dopływających do gospodarstw (zakupy i darowizny) oraz odpływających (sprzedaż i darowizny). Dla produktów tych obliczono zawartość azotu.

Z wielkości zakupów, darowizn i sprzedaży oraz obliczonych wskaźników wyliczono ilość azotu dla grup gospodarstw w poszczególnych pozycjach, po stronie dopływów i odpływów, a następnie opracowano bilans azotu. Podobne rozwiązania przy opracowaniu bilansu azotu na poziomie bramy gospodarstwa stosowali Pietrzak [10] i Onema [5].

Podstawowe wskaźniki i mierniki organizacyjno-ekonomiczne badanych gospodarstw przedstawiono w tabeli 1. W gospodarstwach tych dominowały obory ściółkowe, system uwięziowy, w okresie letnim bydło korzystało z pastwiska.

Tabela 1

### Główne wskaźniki organizacyjne badanych gospodarstw

Wyszczególnienie	Kierunek mleczny		Kierunek opasowy	
	<0,9 DJP/ha UR	>0,9 DJP/ha UR	mleczno- -opasowy	opas pow. 40% Pkb
Powierzchnia UR (ha)	33,76	24,39	25,73	21,96
% TUZ w UR	35	40	35	44
Współczynnik bonitacji GO	0,60	0,72	0,73	0,72
Współczynnik bonitacji TUZ	0,51	0,62	0,58	0,69
Dawka NPK (kg/ha UR)	96	138	56	74
Dawka obornika (dt/ha UR)	42	64	51	68
Dawka gnojowicy i gnojówki (m <sup>3</sup> / ha UR)	1,5	3,1	1,1	0,5
Udział zbóż w strukturze zasiewów (%)	60	57	73	67
Udział kukurydzy na zielonkę (% GO)	6	12	3	2
Plon pszenicy (dt/ha)	32	36	30	31
Plon żyta (dt/ha)	22	25	20	18
Plon kukurydzy na zielonkę (dt/ha)	533	565	479	776
Stado krów (szt.)	14	17	8	7
Jałowizna pow.1 roku (szt.)	7	9	9	29

Główne wskaźniki ekologiczno-ekonomiczne analizowanych gospodarstw przedstawiono w tabeli 2. W przeliczeniu na modelowe gospodarstwo mleczne emisja azotu – nadwyżka bilansowa – wynosiła średnio 1256 kg, a na gospodarstwo opasowe 982 kg.

Symulacji kosztów ograniczania emisji azotu w modelowym – przeciętnym gospodarstwie dokonano w dwóch wariantach:

- obniżenia emisji poprzez zmniejszenie dopływów azotu do systemu (ekstensyfikacja), np. obniżenie dawek nawożenia mineralnego azotowego na ha UR, stosowanie pasz gospodarskich w miejsce wysokobiałkowych pasz przemysłowych itd.;

- obniżenia emisji poprzez zwiększenie efektywności produkcyjnej dopływającego do systemu azotu, np. budowa lub modernizacja budowli służących gromadzeniu odchodów zwierzęcych, co zmniejsza straty azotu i umożliwia stosowanie ich w odpowiednich terminach; stosowanie sprawnych nowoczesnych maszyn i urządzeń do równomiernego stosowania nawozów mineralnych i organicznych; technologie produkcji roślinnej oparte na kompleksowej i technicznie prawidłowej ochronie roślin; hodowanie wysokowydajnych ras zwierząt i odmian roślin; poprawa płodozmianów.

W opracowaniu przeanalizowano równomierną 10% redukcję emisji azotu poprzez zmniejszenie dopływu oraz równomierny o 10% wzrost wskaźnika wykorzystania azotu. Punktem wyjścia był stan istniejący określany „wariantem 0”. Dla przeprowadzenia powyższych symulacji przyjęto, że:

- wartość 1 kg odpływu azotu obliczona dla „wariantu 0” jest taka sama po optymalizacji,
- zmniejszenie dopływu azotu daje wprost proporcjonalne obniżenie pozostałych wskaźników,
- zwiększenie współczynnika wykorzystania azotu nie zmienia innych relacji.

Tabela 2

### Główne wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne analizowanych gospodarstw

Wyszczególnienie	Kierunek mleczny		Kierunek opasowy	
	< 0,9 DJP/ha	> 0,9 DJP/ha	mleczno- opasowy	opas pow. 40% Pkn
Intensywność produkcji				
Liczba gosp. w grup.	68	65	31	16
Średnia wielkość (ha)	33,76	24,39	25,73	21,96
Dopływ azotu w środ. prod. (kg)(D)	1911	2238	1201	1917
Odpływ azotu w produkcji (kg)(O)	851	904	512	740
Emisja N(dopływ-odpływ) (kg)	1059	1334	688	1177
Efektywność dopływu N (O/D)	0,445	0,404	0,427	0,386
Produkcja czysta netto (zł)	32053	43426	16092	14613
Pczn na 1 kg N w odpływie (zł)	37,64	48,04	31,40	19,73
Emisja N na 1000 zł Pczn (kg)	33	31	43	80

Analizę kosztów redukcji przeprowadzono w modelowych gospodarstwach w grupie i określono do rocznych kosztów użytkowania inwestycji w zakresie gromadzenia i przechowywania odchodów<sup>1</sup>. Szacunkowy koszt budowy płyt gnojowych i zbiorników na gnojowicę ustalono na podstawie wytycznych zawartych w pracy Wierzbickiego i in. [11] dla stad modelowych gospodarstw mlecznych i opasowych oraz wariantów utrzymania zwierząt (tab. 3).

<sup>1</sup> Za koszt użytkowania inwestycji przyjęto koszt amortyzacji powiększony o średnioroczny koszt kapitału.

W kierunku bydło mleczne w I poziomie intensywności w symulacji uwzględniono dwa sposoby utrzymania zwierząt: A – w oborze ściółkowej i B – w oborze gnojowicowej. W obu sposobach przyjęto, że zwierzęta przez 6 miesięcy przebywają na pastwisku. W II poziomie intensywności analizowano trzy sposoby utrzymania zwierząt: A – w oborze ściółkowej, B – w oborze rusztowej, przy założeniu, że zwierzęta przez okres 6 miesięcy przebywają na pastwisku, oraz sposób C – utrzymanie zwierząt w oborze rusztowej przez cały rok.

W kierunku bydło opasowe w I poziomie intensywności przyjęto jeden sposób utrzymania zwierząt w oborze ściółkowej, w okresie letnim na pastwisku. W II poziomie intensywności analizowano trzy sposoby utrzymania zwierząt: w oborze ściółkowej (A), w oborze rusztowej (B), gdzie zwierzęta przez 6 m-cy przebywają na pastwisku, oraz (C) w oborze rusztowej przez cały rok.

Tabela 3

**Wielkość stad i analizowane sposoby utrzymania zwierząt  
w badanych kierunkach produkcji**

Kierunek produkcji	Poziom intensywności	Wielkość stada	Sposoby utrzymania zwierząt
Bydło mleczne	I. < 0,9 DJP/ha	25 DJP	A – ściółka, ½ roku w oborze, ½ pastwisko B – gnojowica, ½ roku w oborze, ½ pastwisko
	II. > 0,9 DJP/ha	35 DJP	A – ściółka, ½ roku w oborze, ½ pastwisko B – gnojowica, ½ roku w oborze, ½ pastwisko C – gnojowica, cały rok obora
Bydło opasowe	Mleczno-opasowe	25 DJP	A – ściółka, ½ roku w oborze, ½ pastwisko
	Opas pow. 40% produkcji końcowej brutto (Pkb)	40 DJP	A – ściółka, ½ roku w oborze, ½ pastwisko B – gnojowica, ½ roku w oborze, ½ pastwisko C – gnojowica, cały rok obora

Przy ustalaniu kosztów obsługi kredytu zaciągniętego na sfinansowanie inwestycji przyjęto, że oprocentowanie kredytu wynosi 10%, prowizja banku 1%, kredyt jest spłacany przez 10 lat. Roczne koszty obciążające rolnika obliczono dla trzech wariantów finansowania:

- 100 % kosztów finansowania inwestycji przez rolnika,
- 50 % kosztów inwestycji (50% jest finansowane z Funduszy Strukturalnych),
- 40 % (na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania 60% jest finansowane z Funduszy Strukturalnych).

Założono 10-letni okres amortyzacji<sup>2</sup> od wartości początkowej równej nakładom poniesionym przez rolnika (odpowiednio 100%, 50% i 40% wartości inwestycji),

<sup>2</sup> 10 letni okres amortyzacji przyjęto w związku z zakładanym szybkim zużyciem ekonomicznym omawianych budowli, spowodowanym zmianami w zakresie wielkości, kierunku, organizacji i intensywności gospodarstw ukierunkowanych na chów bydła oraz zmianami przepisów w zakresie ochrony środowiska.

powiększonej o prowizję banku (1% wartości kredytu). Przyjęto również, że nakłady rolnika w całości zostaną sfinansowane kredytem. Do tak ustalonej rocznej stawki amortyzacji doliczono koszt kapitału równy odsetkom rocznym kredytu od połowy zainwestowanego kapitału [4].

Koszty inwestycji związanych z magazynowaniem odchodów dla modelowych stad i sposobów utrzymania zwierząt (bez kosztów obsługi kredytu) zamieszczono w tabeli 4.

Przedstawione dane wskazują, że koszty te uzależnione były od wielkości stada i systemu utrzymania zwierząt. W tradycyjnym systemie utrzymania zwierząt koszty bezpośrednie budowli do magazynowania odchodów były niższe niż w systemie gnojowicowym.

Koszty amortyzacji nowych budowli obciążające rolnika, w zależności od wariantu finansowania powiększone o średnioroczny koszt kapitału mierzony oprocentowaniem zaciągniętych na ten cel kredytów, przedstawiono w tabeli 5 (kredyt oprocentowany 10% rocznie; prowizja 1%; spłacany przez 10 lat; założony okres amortyzowania budowli wynosi 10 lat).

Tabela 4

**Koszty inwestycji związanych z magazynowaniem odchodów dla modelowych stad i wariantów utrzymania zwierząt (zł)**

Wariant utrzymania zwierząt	Mleczny		Opasowy	
	< 0,9 DJP/ha	> 0,9 DJP/ha	< 0,9 DJP/ha	> 0,9 DJP/ha
A	36 558	44 911	32 850	40 749
B	44 100	56 400		51 800
C		56 400		51800

Tabela 5

**Roczne koszty amortyzacji powiększone o roczny koszt kapitału budowli służących magazynowaniu odchodów (zł)**

Wariant finansowania	Sposób utrzymania zwierząt	Kierunek mleczny		Kierunek opasowy	
		< 0,9 DJP/ha	> 0,9 DJP/ha	Mleczno-opasowy	Opas pow. 40% pkb
I	A	5520	6782	4958	6152
	B	6926	8510		7828
	C		8510		7828
II	A	2760	3391	2492	3076
	B	3463	4255		3911
	C		4255		3911
III	A	2208	2713	1983	2460
	B	2770	3404		3129
	C		3404		3129

## Wyniki badań

### Wariant I – ekstensyfikacja

Przedstawione w tabeli 6 główne wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne dla wariantu I redukcji emisji azotu wskazują, że w gospodarstwach mlecznych z obsadą poniżej 0,9 DJP/ha uzyskano jej zmniejszenie średnio o 106 kg, a w gospodarstwach o obsadzie powyżej 0,9 DJP/ha o 134 kg. Średnio w gospodarstwach mlecznych zmniejszenie dopływu azotu o 10% prowadziło do zmniejszenia jego emisji o 121 kg. Z obniżeniem dopływu wiązało się zmniejszenie odpływu, co uwidoczniło się zmniejszeniem wartości wskaźników ekonomicznych (Pkb, Pkn i Pczn). Spadek produkcji czystej netto (Pczn) w gospodarstwie z obsadą poniżej 0,9 DJP/ha wyniósł 3207 zł, a w gospodarstwie z obsadą powyżej 0,9 DJP/ha 4338 zł. Średni spadek Pczn dla całej badanej populacji gospodarstw mlecznych wynosił 3 900 zł. Jednostkowy koszt redukcji<sup>3</sup> emisji azotu w gospodarstwach mlecznych o obsadzie poniżej 0,9 DJP/ha wyniósł 30,25 zł Pczn na 1 kg N, natomiast w gospodarstwach o obsadzie powyżej 0,9 DJP/ha 32,37 zł na 1 kg N. Średnio dla całej populacji gospodarstw mlecznych obniżenie emisji azotu o 1 kg powodowało zmniejszenie produkcji czystej netto o 32,23 zł.

W gospodarstwach mleczno-opasowych zmniejszenie dopływu o 10% spowodowało obniżenie emisji N o 69 kg, a w gospodarstwach opasowych o 118 kg. Spadek wartości produkcji czystej netto wyniósł tu odpowiednio 1612 zł i 1465 zł. Jednostkowy koszt redukcji emisji azotu o 1 kg (spadek wartości produkcji czystej netto) w gospodarstwie mleczno-opasowym wyniósł 23,36 zł, a w gospodarstwie opasowym 12,41 zł.

Tabela 6

### Wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne w I wariantcie redukcji emisji azotu

Wyszczególnienie	Kierunek mleczny		Kierunek opasowy	
	< 0,9 DJP/ha	> 0,9 DJP/ha	Mleczno-opasowy	Opas pow. 40% Pkn
Dopływ azotu (kg)	1720	2014	1081	1726
Odpływ azotu (kg)	766	814	461	666
D-O N (emisja kg)	953	1200	619	1059
Zmniejszenie emisji N (kg)	106	134	69	118
Efekt. dopływu N	0,445	0,404	0,427	0,386
Pczn zł	28845	39088	14480	13148
Różnica Pczn	-3207	-4338	-1612	-1465
Pczn na 1 kg red. emisji N	-30,25	-32,37	-23,36	-12,41

<sup>3</sup> Jednostkowy koszt redukcji azotu obliczono dzieląc różnicę produkcji czystej netto przez zmniejszenie emisji azotu (w kg).

## Wariant II – modernizacja

W tabeli 7 przedstawiono wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne w II wariantcie redukcji emisji azotu w gospodarstwach ukierunkowanych na produkcję mleka. W symulacji uwzględniono różne sposoby utrzymania bydła oraz warianty finansowania inwestycji. Z przedstawionych w tabeli 7 wskaźników wynika, że wzrost efektywności wykorzystania azotu o 10% w gospodarstwie mlecznym z obsadą poniżej 0,9 DJP/ha obniżał emisję azotu o 84 kg, a w gospodarstwie o obsadzie powyżej 0,9 DJP/ha o 90 kg. Średnio w obu poziomach intensywności redukcja emisji azotu wynosiła 87 kg. Wzrost efektywności wykorzystania dopływającego azotu spowodował spadek produkcji czystej netto. Poziom zmniejszenia produkcji czystej netto zależał od sposobu utrzymania zwierząt. W gospodarstwach ze ściółkowym systemem utrzymania zwierząt wynosił od 2342 do 2454 zł (zależnie od poziomu obsady), natomiast w gospodarstwach z systemem rusztowym odpowiednio od 3748 do 4182 zł przy II poziomie intensywności. Ponad 50% dofinansowanie inwestycji powodowało poprawę wyników ekonomicznych analizowanych modeli gospodarstw. Jedynie w przypadku systemu rusztowego utrzymania zwierząt, w I poziomie intensywności wystąpiło zmniejszenie produkcji czystej netto o 285 zł.

Tabela 7

### Wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne w II wariantcie redukcji emisji azotu w gospodarstwach o kierunku mlecznym, z uwzględnieniem sposobów utrzymania zwierząt i wariantów finansowania

Wyszczególnienie	<0,9 DJP/ha		>0,9DJP/ha		
	Sposoby utrzymania zwierząt				
	A	B	A	B	C
Dopływ azotu (kg)	1911	1911	2238	2238	2238
Odpływ azotu (kg)	936	936	994	994	994
D-O (emisja kg)	975	975	1244	1244	1244
Zmniejszenie emisji N (kg)	84	84	90	90	90
Efekt. dopływu	0,490	0,490	0,444	0,444	0,444
Pczn:					
- rolnik finansuje 100% inw.	29711	28305	40972	39244	39244
- rolnik finansuje 50% inw.	32471	31768	44363	43499	43499
- rolnik finansuje 40% inw.	33023	32461	45041	44350	44350
Różnica Pczn w stosunku do wariantu 0:					
- rolnik finansuje 100% inw.	-2342	-3748	-2454	-4182	-4182
- rolnik finansuje 50% inw.	418	-285	936	73	73
- rolnik finansuje 40% inw.	970	408	1615	924	924
Różnica Pczn/1kg redukcji azotu:					
- rolnik finansuje 100% inw.	-27,88	-44,62	-27,26	-46,46	-46,46
- rolnik finansuje 50% inw.	4,98	-3,39	10,41	0,81	0,81
- rolnik finansuje 40% inw.	11,54	4,86	17,94	10,26	10,26

Zmniejszenie produkcji czystej stanowiło koszt redukcji emisji azotu. Przy pełnym finansowaniu inwestycji przez rolnika, koszt ten wahał się od około 27 zł przy systemach ściółkowych, do około 45 zł/kg redukcji emisji azotu przy systemach gnojowicowych. Dofinansowanie inwestycji powodowało, że rolnik na każdy kilogram redukcji azotu uzyskiwał dodatkową produkcję czystą (oprócz sposobu B w I poziomie intensywności).

Tabela 8

**Wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne w II wariantcie redukcji emisji azotu w gospodarstwach o kierunku opasowym, z uwzględnieniem sposobów utrzymania zwierząt i wariantów finansowania**

Wyszczególnienie	Mleczno-opasowe	Opas powyżej 40% Pkb		
		Sposób utrzymania zwierząt		
		A	B	C
Dopływ azotu (kg)	1201	1917	1917	1917
Odptyw azotu (kg)	564	815	815	815
D-O (emisja kg)	636	1103	1103	1103
Zmniejszenie emisji N (kg)	52	74	74	74
Efekt. dopływu	0,470	0,425	0,425	0,425
Pczn:				
- rolnik finansuje 100% inw.	12759	9927	8251	8251
- rolnik finansuje 50% inw.	15225	13003	12168	12168
- rolnik finansuje 40% inw.	15734	13619	12950	12950
Różnica Pczn w stosunku do wariantu 0:				
- rolnik finansuje 100% inw.	-3333	-4686	-6362	-6362
- rolnik finansuje 50% inw.	-867	-1610	-2445	-2445
- rolnik finansuje 40% inw.	-358	-994	-1663	-1663
Różnica Pczn/1kg redukcji azotu:				
- rolnik finansuje 100% inw.	-64,10	-63,32	-85,97	-85,97
- rolnik finansuje 50% inw.	-16,67	-21,76	-33,04	-33,04
- rolnik finansuje 40% inw.	-6,88	-13,43	-22,47	-22,47

W tabeli 8 przedstawiono wskaźniki ekologiczne i ekonomiczne w II wariantcie redukcji azotu w gospodarstwach ukierunkowanych na opas bydła. Porównano poziomy intensywności, sposoby utrzymania zwierząt i warianty finansowania inwestycji służących gromadzeniu odchodów zwierzęcych. W gospodarstwach mleczno-opasowych wzrost współczynnika wykorzystania dopływu azotu o 10% prowadził do obniżenia jego emisji o 52 kg, a w gospodarstwach opasowych o 74 kg. Lepsze wykorzystanie azotu w gospodarstwie mleczno-opasowym odbywało się kosztem zmniejszenia produkcji czystej. Jego poziom był uzależniony od sposobu utrzymania zwierząt. W gospodarstwach ściółkowych wahał się od 3 333 zł do 4 686 zł, przy wyższym stopniu ukierunkowania na opas. W gospodarstwach z produkcją gnojowicy omawiany model redukcji azotu powodował zmniejszenie produkcji czystej netto o 6 326 zł. W gospodarstwach ukierunkowanych na opas



bydła nawet 60% dofinansowanie inwestycji nie powodowało przyrostu produkcji czystej netto. Przy każdym więc sposobie utrzymania zwierząt obserwowano koszt redukcji azotu, który w przeliczeniu na kg wynosił około 64 zł w gospodarstwie z produkcją obornika i około 86 zł w gospodarstwie z rusztowym sposobem utrzymania zwierząt. Dofinansowanie inwestycji zmniejszało te koszty, jednak nie rekompensowało w pełni kosztów poniesionych na wzrost efektywności wykorzystania azotu.

W gospodarstwach opasowych tańszym sposobem redukcji azotu jest ekstensyfikacja. W gospodarstwach mlecznych natomiast koszt redukcji azotu przy ściółkowym systemie utrzymania zwierząt w wariantcie II jest niższy niż w I; w gospodarstwach z produkcją gnojowicy dofinansowanie inwestycji sprawia, że II wariant redukcji emisji azotu jest bardziej efektywny ekonomicznie niż wariant I.

### Wnioski

1. Ekstensyfikacja, tj. zmniejszanie dopływu azotu prowadzi do spadku produkcji, co należy uznać za koszt bezwzględny obniżania emisji azotu do środowiska. W gospodarstwach mlecznych koszt ten był wyższy niż w gospodarstwach o kierunku opasowym.
2. Redukcja emisji azotu poprzez modernizację, czyli wzrost efektywności wykorzystania azotu powoduje wzrost produkcji, ale koszty poniesione na poprawę efektywności gospodarowania azotem najczęściej przewyższały przyrost wartości produkcji.
3. Dofinansowanie kosztów budowy płyt gnojowych i zbiorników na gnojowicę w gospodarstwach o kierunku mlecznym powyżej 50% kosztów inwestycji sprawia, że stają się one efektywne dla rolnika.
4. W gospodarstwach o kierunku opasowym o gorszych wskaźnikach ekonomicznych tańszym sposobem redukcji emisji azotu jest ekstensyfikacja.
5. Koszty redukcji azotu zależą od sposobu utrzymania zwierząt, w systemach ściółkowych są one niższe niż w systemach gnojowicowych.

### Literatura:

1. Gransted A.: Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural systems as a way of reducing the load to the environment – experience from Sweden and Finland. *Agriculture & Environment* 2000.
2. Green C. H.: The economic issues raised by valuing environmental goods /w:/ Valuing the environment. *Economic approaches to environmental evaluation*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex PO19 1UD, England: 1995.
3. Kopiński J.: Uproszczony bilans składników nawozowych w gospodarstwach indywidualnych o różnej intensywności. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G T. 88, z. 1, 1999.*
4. Manteuffel Szoega H.: *Elementy ekonomiki gospodarowania wodą w rolnictwie*. SGGW, 2002.
5. Onema O.: Nitrogen cycling and lossening agricultural systems. *Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture*, IMUZ Falenty. 1999.

6. Piekut K., Pawłat H.: Przeciwdziałanie zanieczyszczeniu wód w rolnictwie /w:/ Podstawy rolnictwa dla inżynierów kształtowania środowiska. Wyd. SGGW, Warszawa: 1999.
7. Piekut K., Machnacki M.: Wpływ na środowisko gospodarstw mlecznych i opasowych na podstawie bilansu azotu i węgla. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G. T. 90 z. 2, 2003.
8. Piekut K., Machnacki M.: Wpływ na środowisko gospodarstw roślinnych i trzodowych na podstawie bilansu azotu i węgla. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G. T. 91, z. 2, 2004.
9. Pietrzak S.: Bilans azotu w gospodarstwie rolniczym – metoda i interpretacja. Materiały konferencyjne. IMUZ Falenty 1996.
10. Unwin R.: Nitrate loss from agricultural land. A review of experimental work. ADAS, Cropping Services, 1988.
11. Wierzbicki K., Palmowski J., Rudnik K., Sadowska M., Józwickowski T.: Silosy przejazdowe na kiszonki i obiekty do magazynowania odchodów zwierzęcych. Poradnik inwestora. IBMiER, Warszawa 2000.