

# WPLYW UŻYTKOWANIA ZLEWNI NA ZANIECZYSZCZENIE WÓD RZECZNYCH NA PRZYKŁADZIE NARWI I JEJ DOPŁYWÓW

## CZEŚĆ II AZOT MINERALNY

*Bożena Grabińska, Józef Koc, Katarzyna Glińska-Lewczuk*

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### Wstęp

Skład chemiczny wód rzecznych ulega radykalnym zmianom nie tylko w rejonach uprzemysłowionych oraz w sąsiedztwie dużych skupisk ludzkich, ale również w obszarach użytkowanych rolniczo. Za istotne zanieczyszczenia wód powierzchniowych, pochodzące z rolnictwa, powszechnie uznawane są związki azotu. Wymienione składniki wnoszone w nadmiarze do środowiska wodnego powodują wzrost żyzności, a w efekcie jego eutrofizację [DURKOWSKI 1997]. Ilość wymywanych substancji i skład chemiczny odpływających wód jest na terenach seminaturalnych uzależniony od zwięzłości gleby, natomiast na terenach antropogenicznie przekształconych lub wykorzystywanych zależy od rodzaju sieci melioracyjnej i intensywności agrotechniki [Koc i in. 1997].

Celem pracy była ocena jakości wód Narwi oraz jej dopływów według zawartości azotu, jako skutku oddziaływań gospodarczych. Poznanie źródeł zanieczyszczeń i wielkości ładunku azotu dostarczanego do wód Narwi ma szczególne znaczenie ze względu na ich wykorzystanie przez aglomerację warszawską oraz przynależność jej zlewni do obszaru „Zielonych Płuc” Polski.

### Materiał i metody badań

Materiał badawczy przedstawiono w pracy GRABIŃSKA i in. [2005]. Wielkości rocznych ładunków azotu odpływających z obszaru badanej zlewni ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) określono jako iloczyn chwilowych przepływów wody w ciekach i odpowiadających im stężeń substancji. W celu wykonania bilansu azotu uwzględniono jego odpływ ze źródeł punktowych i przeliczono na jednostkę zlewni (ha). Kilometraż biegu rzeki podano od ujścia w kierunku jej źródeł. Uzyskane wyniki analiz chemicznych (łącznie około 4800 wyników), poddano analizom statystycznym w ramach programów Microsoft Excel i Statistica 5.5 for Windows.

## Wyniki i dyskusja

Zanieczyszczenie azotem wód płynących w zlewni Narwi wynika przede wszystkim z rolniczej struktury użytkowania jej powierzchni. Dodatkowo na jakość wód negatywnie wpływają zanieczyszczenia z miejskich jednostek osadniczych oraz ścieki deszczowe zarówno z terenów wiejskich, jak i miejskich. Nadwyżka azotu w badanych zlewniach wynosiła od 30 do 50 kg·ha<sup>-1</sup> [SAPEK A. 1995]. Uzyskane wielkości mają znaczenie szacunkowe ze względu na możliwość transgranicznego przemieszczania się zanieczyszczeń oraz zróżnicowanie wielkości nawożenia w obszarze zlewni. Nadmiar azotu w zlewniach przedstawiał się według następującego układu: zlewnia Orza > Ruża > Rozogi > Biebrzy > górnej Narwi > Pisy > Omulwi (tab. 1). Przedstawiony szereg ma odniesienie do udziału terenów rolnych w ogólnej powierzchni zlewni i może być czynnikiem wpływającym na skład wód z niej odpływających. Dostawa azotu do środowiska badanych zlewni cząstkowych z ośrodków miejskich zależy od ilości i wielkości jednostek osadniczych.

Tabela 1; Table 1

Szacunkowy nadmiar azotu w badanych zlewniach systemu Narwi (kg·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>)

Estimated nitrogen surplus in surveyed sub-basins of the Narew system  
(kg·ha<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>)

Użytkowanie zlewni Land use	Zlewnia Basin	Nadmiar składnika; Surplus of the compound	
		z rolnictwa* from agriculture*	z osadnictwa miejskiego from urban settlements
Rolnicze; Agricultural	Orz	50,5	–
	Ruż	44,6	–
	Rozoga	42,6	0,30
Rolniczo-leśne Agricultural and forested	Narew	39,2	1,22
	Biebrza	42,0	0,87
	Pisa	34,0	0,90
Leśno-rolnicze Forested and agricultural	górna Narew upper Narew	39,0	2,01
Zlewnia leśna; Forested basin	Omulew	29,5	0,65

\* – źródło; source: SAPEK [1995]

Największą dostawą składnika odniesioną do jednostki powierzchni i wynikającą z koncentracji ludności, charakteryzuje się zlewnia górnej Narwi, w której zlokalizowana jest aglomeracja białostocka (2 kg N·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>). Dostawa azotu do wód powierzchniowych ze źródeł punktowych w zlewni górnej Narwi była dwukrotnie wyższa od wielkości obliczonej dla systemu Narwi. Najniższe obciążenie azotem wystąpiło w zlewni Rozogi, w której ogólna dostawa do środowiska z osadnictwa miejskiego wynosiła 0,3 kg N·rok<sup>-1</sup>·ha<sup>-1</sup> (tab. 1). W zlewniach Orza i Ruża miejskie jednostki osadnicze nie występują.

Na podstawie wyników badań z piśmiennictwa [GARBARCZYK 2000; ROSSA 2001], oszacowano ładunek form azotu zawarty w ściekach deszczowych obciążających wody oraz jednostkę powierzchni w zlewni Narwi. Według obliczeń do wód Narwi z obszarów zurbanizowanych wraz ze ściekami deszczowymi w skali roku dostarczane jest 443 tony N-NO<sub>3</sub> oraz 46 ton N-NH<sub>4</sub> (tab. 2).

Koncentracja form azotu w wybranych typach wód była wyraźnie uzależniona od warunków przyrodniczych i użytkowania środowiska (tab. 3).

Tabela 2; Table 2

Stężenia N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> w ściekach deszczowych i spływach roztopowych z terenów miejskich i wiejskich oraz obciążenie wód Narwi azotem zawartymi w ściekach opadowych and rural areas as well as nitrogen load supplied by rainfall runoff to the Narew river

Obszar; Area		Jednostka Unit	Wielkość; Amount	
			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Centrum miasta* City centre*	ścieki deszczowe; rainfall runoff	(mg·dm <sup>-3</sup> )	42,9	5,7
	spływy roztopowe; thawing runoff		-	8,2
Tereny mieszkaniowe, zabudowa wielorodz.*; Housing areas, blocks of flats*	ścieki deszczowe; rainfall runoff		-	3,6
	spływy roztopowe; thawing runoff		-	3,3
Tereny wiejskie, przekrój hydrometryczny**; Rural areas, discharge section line**	przed wsią; above a village		17,1	0,13
	za wsią; beneath a village	6,0	0,89	
	okres roztopów lub po dużych opadach; thawing period or after intensive rainfall	20,1	3,7	
Ładunek N w zlewni Narwi ze stref zurbanizowanych N load in Narew river basin from urban zones		(ton-rok <sup>-1</sup> ; ton·yr <sup>-1</sup> )	442,9	45,7
		(kg·ha <sup>-1</sup> ·r <sup>-1</sup> ; kg·ha <sup>-1</sup> ·yr <sup>-1</sup> )	0,159	0,016

\* – źródło; source: [GARBARCZYK 2000]

\*\* – źródło; source: [ROSSA 2001]

Tabela 3; Table 3

Średnia zawartość form azotu w wybranych typach wód uczestniczących w obiegu w zlewni Narwi

Average concentration of nitrogen forms in chosen types of water circulating in the Narew basin

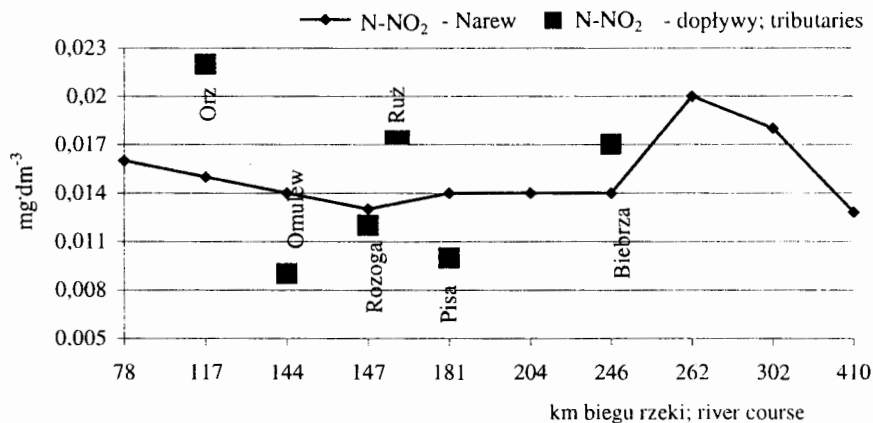
Środowisko; Environment	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
	(mg·dm <sup>-3</sup> )		
Wody opadowe; Rain water	0,006	0,810	1,190
Wody gruntowe; Ground water	0,010	7,630	0,345
Wody źródlane; Spring water	0,005	9,280	0,048
Wody dopływów; Tributary water	0,013	0,430	0,442
Wody Narwi; The Narew water	0,015	0,900	0,315

Opady na badanym obszarze wykazywały stosunkowo małą koncentrację N-NO<sub>2</sub> i N-NO<sub>3</sub>, tj. średnio tylko 0,006 i 0,81 mg·dm<sup>-3</sup>, co klasyfikowało wody opadowe w I (bardzo dobrej) klasie jakości, natomiast według stężenia N-NH<sub>4</sub> wody opadowe były w III (zadowolającej) klasie jakości [KOC i in. 2003; SAPEK, NAWALANY 2003]. Wody badanych dopływów i Narwi według średniej wartości stężeń form azotu sytuowały się w II (dobrej) klasie jakości. Jakość wód źródłanych i gruntowych była niższa, bowiem mieściły się w IV (niezadowolającej) klasie jakości. Obniżenie jakości wód gruntowych do IV klasy uzasadniają: za-

niedbania w obrębie siedlisk ludzkich i w otoczeniu punktu pomiarowego (płytkie studnie kopane) oraz wysoki udział gleb przepuszczalnych w ogólnej powierzchni zlewni.

Najwyższe średnie sezonowe stężenia form azotu w wodach Narwi wystąpiły w porze zimowej, a najniższe latem, natomiast w wodach dopływów Narwi badane formy azotu występowały w największych stężeniach w okresie zimowo-wiosennym, a najniższe także w porze letniej [KOC, SZYMCZYK 2003]. Średnia zawartość  $N-NO_3$  w wodach rzecznych w sezonie zimowym była o 71% wyższa niż w porze letniej, natomiast obecność  $N-NH_4$  w wodach w okresie zimowym charakteryzowała 30% przewaga względem pory letniej, co było wynikiem braku biologicznej sorpcji składników w porze zimowej. Sezonowe zróżnicowanie średnich stężeń form azotu najbardziej widoczne było w przypadku Orza, a na podwyższenie ilości azotu w półroczu zimowym miały wpływ spływy obszarowe z terenów użytkowanych rolniczo w okresach wezbrań.

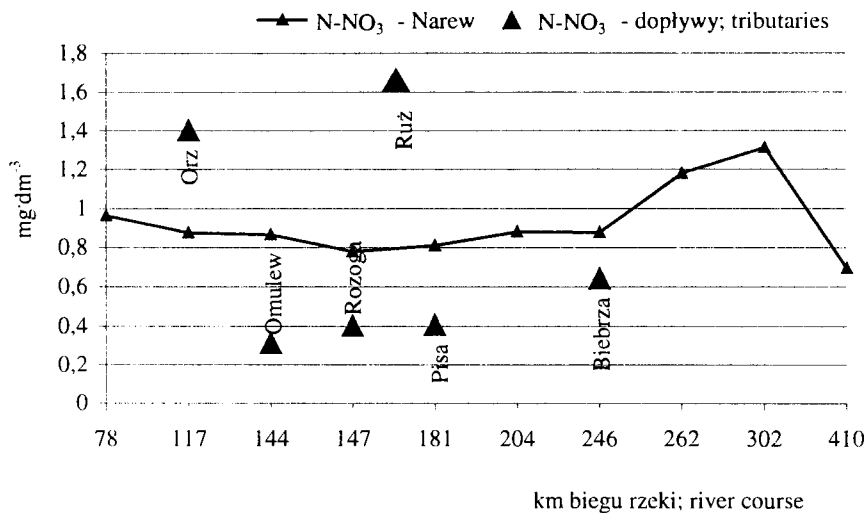
Średnie wartości stężeń azotu azotynowego za cały okres obserwacji w punktach kontrolnych na Narwi mieściły się w przedziale  $0,012-0,02 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  (rys. 2). Zakres średnich stężeń dla wód dopływów w profilach przyujściowych był szerszy, wynosił  $0,009-0,022 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Według stężeń  $N-NO_2$  wody wszystkich badanych rzek były w II (dobrej) klasie jakości, ale wyższe stężenia wystąpiły w zlewniach rolniczych (Orza i Ruża).



Rys. 1. Zmiany średnich stężeń azotu azotynowego w profilu podłużnym rzeki Narew oraz w wodach wybranych dopływów w profilach przyujściowych

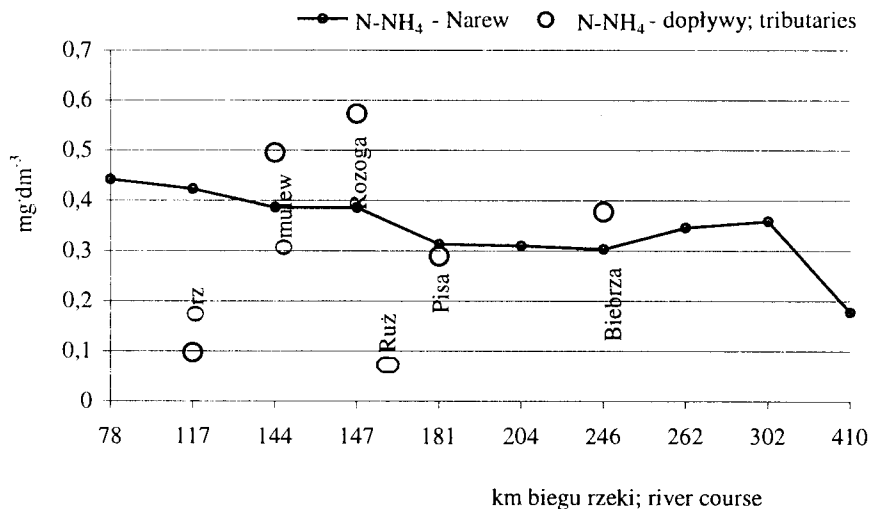
Fig. 1. Changes in mean concentrations of nitrite nitrogen along the profile of Narew river and its chosen tributaries at outflow cross-sections

Zakres stężeń  $N-NO_3$  dla wód dopływów był również szerszy niż dla Narwi (rys. 2). Według stężeń  $N-NO_3$  wody odpływające ze zlewni rolniczych Orza i Ruża oraz górnej Narwi były w II (dobrej) klasie jakości. Obniżenie jakości wód Orza i Ruża jest konsekwencją spływów obszarowych, bowiem ich zlewnie charakteryzuje 60% udział gruntów ornych w ogólnej powierzchni zlewni. Jakość wód górnej Narwi obniża dostawa zanieczyszczeń z jednostek osadniczych, głównie Białegostoku i Choroszczy. Pozostałe rzeki prowadziły wody I (bardzo dobrej) klasy jakości.



Rys. 2. Zmiany średnich stężeń azotu azotanowego w profilu podłużnym rzeki Narew oraz w wodach wybranych dopływów w profilach przyujściowych

Fig. 2. Changes in mean concentrations of nitrate nitrogen along the profile of Narew river and its chosen tributaries at outflow cross-sections



Rys. 3. Zmiany średnich stężeń azotu amonowego w profilu podłużnym rzeki Narew oraz w wodach wybranych dopływów w profilach przyujściowych

Fig. 3. Changes in mean concentrations of ammonia nitrogen along the profile of Narew river and its chosen tributaries at outflow cross-sections

Do obniżenia jakości wód Rozogi do II (dobrej) klasy jakości według stężenia N-NH<sub>4</sub> przyczynia się intensyfikacja chowu bydła w dolinie rzecznej, natomiast Omulwi przemiany oraz kwaśne odpływy w ściółce leśnej (rys. 3). Lokalne obniżenie jakości wód Narwi powoduje dopływ Omulwi oraz zanieczyszczeń z Różana. Wody pozostałych rzek były I (bardzo dobrej) klasy jakości.

Przeprowadzone analizy potwierdziły, że oprócz dostawy zanieczyszczeń pochodzenia komunalnego i bytowo-gospodarczego z ośrodków miejskich, w tym głównie aglomeracji białostockiej (262 km biegu rzeki), wpływ na pogorszenie jakości wód rzecznych miał udział terenów użytkowanych rolniczo (117 km biegu rzeki). Wyższe stężenia form azotu wystąpiły w wodach odpływających ze zlewni rolniczych Orza i Ruża oraz rolniczo-leśnej Biebrzy, niż w leśnej zlewni Omulwi i rolniczo-leśnej Pisy z jeziorami.

Na podstawie różnicowania wielkości ładunku form azotu obliczonego dla badanych zlewni cząstkowych (tab. 4) oraz transportowanego wodami Narwi (rys. 4) można wnioskować, że struktura użytkowania ziemi modyfikuje wymywanie związków azotu nie tylko pod względem ilości, ale również formy występowania w odpływie ze zlewni. Najwyższe spośród badanych średnie roczne ładunki azotu azotynowego i azotanowego odpływające z jednostki powierzchni (odpowiednio ok. 0,027 i 1,6 kg), uzyskały zlewnie rolnicze Orza i Ruża, gdzie udział gruntów ornych należał do najwyższych (ok. 60% powierzchni zlewni) i największe znaczenie ma uprawa okopowych i zbóż. Wpływ gospodarki hodowlanej na wzrost stężeń (rys. 3) i ładunków  $N-NH_4$  w wodach rzecznych (tab. 4) widać szczególnie na przykładzie zlewni Rozogi.

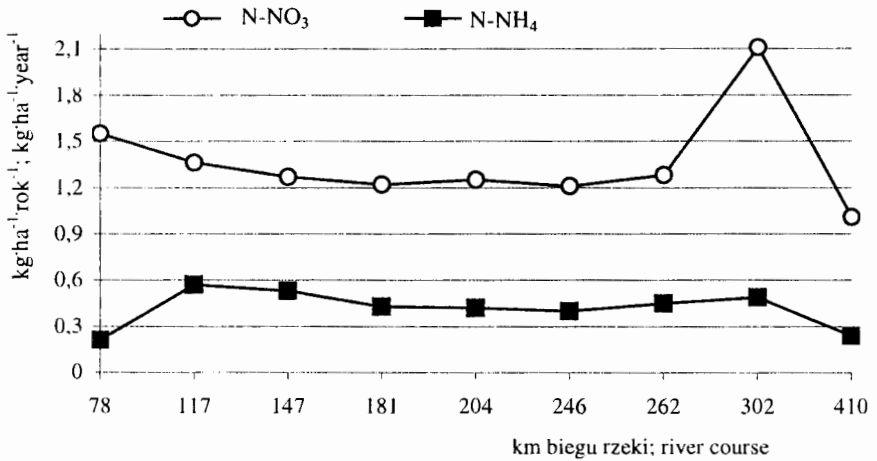
Tabela 4; Table 4

Średni roczny ładunek form azotu wynoszonych wodami badanych dopływów w profilach przyujściowych

Average annual load of nitrogen forms transferred by water of studied tributaries at the outflow cross-sections

Użytkowanie zlewni Land use	Zlewnie Basins	Ładunek ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ); Load ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot yr^{-1}$ )		
		N- $NO_2$	N- $NO_3$	N- $NH_4$
Rolnicze Agricultural	Orz	0,025	1,30	0,04
	Ruż	0,018	1,77	0,08
	Rozoga	0,015	0,87	1,40
Rolniczo-leśne Agricultural and forested	Biebrza	0,024	1,15	0,58
	Pisa	0,016	0,69	0,46
	Narew	0,023	1,55	0,21
Leśno-rolnicze Forested and agricultural	górna Narew upper Narew	0,021	2,11	0,49
Zlewnia leśna; Forested basin	Omulew	0,011	0,38	0,77

Wyższy ładunek N- $NH_4$  wynoszony wodami Rozogi ( $1,4 kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) jest wyrazem nie tylko wysokiego udziału łąk i pastwisk w ogólnej powierzchni zlewni (32%), ale również wysokiego (60%) udziału gleb lekkich i funkcjonowania sieci rowów melioracyjnych ułatwiających odpływ wód. Podwyższony ładunek azotu amonowego w odpływie jednostkowym ( $0,8 kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) wystąpił w zlewni leśnej Omulwi (60% powierzchni zajmują lasy, w tym iglaste 42%), co może być wynikiem procesów biochemicznego rozkładu organicznych związków azotowych zachodzących w ściółce leśnej. W zlewni Omulwi, podobnie jak w zlewni Rozogi, czynnikiem sprzyjającym przemieszczaniu składnika do wód rzecznych był wysoki udział gleb rdzawych i bielicowych, wytworzonych z piasków i żwirów piaszczystych w ogólnej powierzchni zlewni. Powolny wzrost średniego rocznego odpływu jednostkowego N- $NO_3$  poniżej 181 km rzeki był wynikiem dopływu zanieczyszczeń z Ostrołki i Różana oraz wodami Omulwi i Orza.



Rys. 4. Zróznicowanie wielkości średniego rocznego ładunku N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> wynoszonych wodami Narwi w profilu podłużnym  
 Fig. 4. Differentiation of average annual N-NO<sub>3</sub> and N-NH<sub>4</sub> loads exported by Narew river along its longitudinal profile

W badanych zlewniach wystąpiły niskie współczynniki jednostkowego odpływu ( $w < 1$ ) form azotu (tab. 5), co świadczy o wzbogaceniu wymienionych obiektów w składniki. Niższy odpływ mineralnych form azotu od ładunku wnoszonego opadami ma związek z oczyszczającym wpływem pokrywy glebowo-roślinnej na wody opadowe.

Tabela 5; Table 5

Współczynnik jednostkowego odpływu form azotu ze zlewni cząstkowych Narwi  
 Index of nitrogen form unit outflow from the Narew river sub-basins

Użytkowanie zlewni Land use	Zlewnie Basin	Współczynnik odpływu w <sup>*)</sup> (-) Index of the outflow w <sup>*)</sup> (-)		
		N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Rolnicze Agricultural	Orz	0,45	0,26	0,01
	Ruż	0,54	0,32	0,01
	Rozoga	1,06	0,23	0,21
Rolniczo-leśne Agricultural and forested	Biebrza	0,72	0,23	0,08
	Pisa	0,48	0,14	0,07
	Narew	0,70	0,31	0,03
Leśno-rolnicze Forested and agricultural	górna Narew upper Narew	0,64	0,25	0,01
Zlewnia leśna; Forested basin	Omulew	0,33	0,07	0,12

\*) w – współczynnik jednostkowego odpływu form azotu = odpływ fluwalny/dostawa atmosferyczna składnika; index of N form unit outflow from a basin = fluvial outflow/atmosphere supply

Wielkości średniego rocznego ładunku form azotu obliczone dla badanych zlewni cząstkowych są porównywalne z wartościami średniego odpływu składnika ze zlewni krajobrazu leśnego i rolniczego, stwierdzonymi dla innych obszarów pojeziernych [GLIŃSKA-LEWCZUK, KOC 2003].

## Wnioski

1. Wśród głównych grup użytkowania ziemi negatywny wpływ na jakość wód rzecznych, według wartości stężeń form azotu, miał udział terenów użytkowanych rolniczo w ogólnej powierzchni zlewni. Dodatkowo na obniżenie jakości wód rzecznych w zlewni górnej Narwi wpływała obecność jednostek miejskich (głównie Białegostoku i Choroszczy) oraz dopływ ścieków deszczowych z terenów wiejskich i miejskich. Wysoki (ok. 60%) udział gleb lekkich w ogólnej powierzchni zlewni Omulwi i Rozogi jest czynnikiem sprzyjającym przemieszczaniu składnika do wód rzecznych.
2. Wody uczestniczące w obiegu w zlewni Narwi można uszeregować pod względem średnich stężeń azotu azotanowego następująco: wody rzeczne < wody opadowe < wody źródłane i gruntowe, zaś względem zawartości azotu amonowego: wody źródłane < wody gruntowe i rzeczne < wody opadowe.
3. Najwyższe średnie stężenia form azotu w wodach Narwi wystąpiły w porze zimowej, natomiast w wodach dopływów w porze zimowo-wiosennej, co miało związek z późniejszym zanikiem pokrywy śnieżnej i odpływem wód roztopowych w obszarze zlewni cząstkowych. Najniższe stwierdzono przeważnie w porze letniej. W zlewniach rolniczych z wysokim udziałem gruntów ornych (Orza, Ruża) zróżnicowanie stężeń form azotu warunkowane splotami obszarowymi w okresach wezbraniowych było wyższe niż w zlewni leśnej Omulwi.
4. Z jednostki powierzchni zlewni (ha) odpływało rocznie: 0,011–0,025 (średnio 0,023) kg N-NO<sub>2</sub>, 0,38–2,11 (średnio 1,23) kg N-NO<sub>3</sub> i 0,04–1,4 (średnio 0,5) kg N-NH<sub>4</sub>. Wielkość ładunku azotu wzrastała w zależności od rosnącego udziału terenów użytkowanych rolniczo w ogólnej powierzchni zlewni. Ładunki wynoszone wodami ze zlewni rolniczych (Orza, Ruża i Rozogi) były o 68% wyższe od najniższego jednostkowego odpływu azotu w zlewni rolniczo-leśnej Pisy z jeziorami.
5. Odpływ azotu z badanych zlewni był niższy niż dostawa z opadami. Wyłączenie z obiegu mineralnych form azotu ma związek z oczyszczającym wpływem pokrywy glebowo-roślinnej na wody opadowe.
6. Struktura użytkowania powierzchni zlewni modyfikuje nie tylko wielkość odpływu form azotu, ale również warunkuje formy występowania składnika w wodach rzecznych. W zlewni rolniczej Rozogi z dużym udziałem łąk i pastwisk (32%) dominowała forma amonowa, a w zlewniach Orza i Ruża z 60% udziałem gruntów ornych – forma azotanowa.

## Literatura

DURKOWSKI T. 1997. *Zasoby wodne a jakość wody w rolnictwie*. Zesz. Eduk. 3, Falenty: 17–38.

GARBARCYK K. 2000. *Zanieczyszczenia wprowadzane do wód powierzchniowych ze ściekami deszczowymi z terenów zurbanizowanych*. Wojskowa Akademia Techniczna, Dowództwo Wojsk Łądowych, Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, Mate-



riały z XIV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Inżynieria środowiska w eksploatacji kompleksów wojskowych”. Red. Wasilczuk J., Winnicki I. Zakopane, 4–6 X 2000: 160–166.

GLIŃSKA-LEWCZUK K., KOC J. 2003. *Przyrodnicze uwarunkowania odpływu substancji ze zlewni potoku leśnego (Pojezierze Mazurskie)*. Konferencja „Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego”. Poznań, 27–28 IX 2003, AR w Poznaniu: 100–112.

GRABIŃSKA B., KOC J., GLIŃSKA-LEWCZUK K. 2005. *Wpływ użytkowania zlewni na zanieczyszczenie wód rzecznych na przykładzie Narwi i jej dopływów. Cz. I. Wskaźniki tlenowe*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 503: 101–110.

KOC J., GLIŃSKA-LEWCZUK K., SOLARSKI K. 2003. *Opady atmosferyczne jako medium degradacji gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 493: 159–166.

KOC J., PROCYK Z., SZYMCZYK S. 1997. *Czynniki kształtujące jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich*. Materiały seminaryjne „Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa” 39, Wyd. IMUZ, Falenty: 222–229.

KOC J., SZYMCZYK S. 2003. *Wpływ intensyfikacji rolnictwa na odpływ substancji z gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 175–181.

ROSSA L. 2001. *Zanieczyszczenia wód deszczowych spływających z zabudowanych obszarów wsi*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 477: 151–159

SAPEK A. 1995. *Wpływ rolnictwa na jakość wody*. Materiały z konferencji „Rolnictwo polskie i ochrona jakości wody”, Dni Polowe 1995, Falenty – Przysiek: 15–29.

SAPEK A., NAWALANY P. 2003. *Stężenia i ładunki składników nawozowych wnoszonych z opadem atmosferycznym na powierzchnię ziemi w zlewniach rolniczych regionu ostrołęckiego w latach 1993–1996*. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, Wyd. IMUZ, Falenty: 170–172.

**Słowa kluczowe:** zlewnie rolnicze, jakość wód, związki azotu, ładunek, odpływ

### Streszczenie

W latach 1997–2003 przeprowadzono badania, mające na celu określenie jakościowych i ilościowych zmian dokonujących się w chemizmie wód Narwi i wybranych jej dopływów, jako skutku oddziaływań gospodarczych. Stwierdzono, że na wzrost stężenia oraz wielkości ładunku azotu wpływają: wzrost udziału terenów użytkowanych rolniczo, wpływ zanieczyszczeń komunalnych i spływy ścieków burzowych. Najniższe stężenia form azotu w wodach wystąpiły latem (średnio: 0,013 N-NO<sub>2</sub>, 0,387 N-NO<sub>3</sub> i 0,309 N-NH<sub>4</sub> mg-dm<sup>-3</sup>), a najwyższe w porze zimowej. Zawartość N-NO<sub>3</sub> była o 71%, a N-NH<sub>4</sub> o 30% wyższa w stosunku do pory letniej. Odpływ azotu ze zlewni rolniczych (Orza, Ruża i Rozogi) był o 68% wyższy od najniższego w zlewni rolniczo-leśnej z jeziorami (Pisy). We wszystkich badanych zlewniach dokonała się akumulacja azotu ( $w < 1$ ). Istotny wpływ na wielkość odpływu składnika miała szata roślinna, właściwości gleby (skład granulometryczny) oraz struktura użytkowania zlewni, która warunkowała również formy występowania azotu w wodach rzecznych.

# EFFECT OF LAND USE ON THE RIVER WATER POLLUTION AS EXEMPLIFIED BY THE NAREW RIVER AND ITS TRIBUTARIES

## PART II MINERAL NITROGEN

*Bożena Grabińska, Józef Koc, Katarzyna Glińska-Lewczuk*  
Department of Land Reclamation and Environmental Management,  
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

**Key words:** agricultural basins, water quality, nitrogen compounds, pollution, load, outflow

### Summary

The studies aimed at quantification and qualification of changes in water chemistry of the Narew river and its chosen tributaries as affected by human economic activities were conducted within 1997–2003. It was found that the increase in nitrogen concentrations and loads resulted from extended share of cropland areas, the inflow of municipal sewage and rain water runoff. The lowest concentrations of nitrogen compounds in water were observed in summer ( $0.013 \text{ mg N-NO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ,  $0.387 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$  and  $0.309 \text{ mg N-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ ), whereas the highest in the winter season. The content of  $\text{N-NO}_3$  was higher by 71% and  $\text{N-NH}_4$  by 30%, in comparison to the summer. The N outflow from agricultural areas (Orz, Ruż, Rozoga) was higher by 68% than the lowest outflow from the rural-forest basin with the lakes (Pisa). Accumulation of N was stated ( $w < 1$ ) in all of the studied basins. The nitrogen outflow was significantly affected by vegetation cover, soil properties (texture) as well as the structure of land use, conditioned also N forms in river water.

**Dr Bożena Grabińska**  
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
Plac Łódzki 2  
10-759 OLSZTYN-KORTOWO  
e-mail: katemel@uwm.edu.pl