

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

CZĘŚĆ III FOSFOR

Bożena Grabińska, Józef Koc, Katarzyna Glińska-Lewczuk

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

Wstęp

Za istotne zanieczyszczenia pochodzące z rolnictwa, a stanowiące zagrożenie dla czystości wód powierzchniowych, uznawane są powszechnie związki fosforu. Wymienione składniki wnoszone w nadmiarze do środowiska wodnego powodują wzrost żyzności, a w efekcie jego eutrofizację. Migracja fosforu do rzeki wiąże się głównie z erozją gleby i warunkami wilgotnościowymi w zlewni [ZDANOWICZ, MIODUSZEWSKI 1998].

Celem pracy była ocena jakości wód Narwi oraz jej dopływów według zawartości fosforu, jako skutku oddziaływań gospodarczych dokonujących się w zlewni.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy przedstawiono w pracy GRABIŃSKA i in. [2005]. Do oceny jakości wód wykorzystano oznaczenia charakteryzujące obecność fosforu (P og. i P-PO₄³⁻). Szczególną uwagę zwrócono na formę fosforanową ze względu na jej aktywność chemiczną.

Przeprowadzone podczas prac terenowych odczyty wodowskazowe oraz dane określające natężenie przepływu uzyskane z IMGW w Białymstoku pozwoliły na obliczenie wielkości rocznych ładunków fosforu odpływających z obszaru badanej zlewni (kg·ha⁻¹), które określono jako iloczyn chwilowych przepływów wody w ciekach i odpowiadających im stężeń substancji. Wielkość ładunku wymywanych substancji ze zlewni obliczono także podczas stanów charakterystycznych wody w korycie rzeczonym, tj. okresów wezbrań oraz w okresach niskich stanów wód.

Wyniki i dyskusja

Zanieczyszczenie fosforem 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 fosforu w badanych zlewniach wynosiła od 2–3 kg·ha⁻¹ [SAPEK 1995]. Uzyskane wielkości mają znaczenie szacunkowe ze względu na możliwość transgranicznego przemieszczania się zanieczyszczeń oraz zróżnicowanie wielkości nawożenia w obszarze zlewni. Nadmiar fosforu w zlewniach przedstawiał się następująco: zlewnia Orza > Ruża > Rozogi > Biebrzy > górnej Narwi > Pisy > Omulwi (tab. 1). Układ przedstawionego szeregu ma odniesienie do udziału terenów rolnych w ogólnej powierzchni zlewni i może być czynnikiem wpływającym na skład wód z niej odpływających. Dostawa fosforu do środowiska badanych zlewni cząstkowych z ośrodków miejskich zależy od ilości i wielkości jednostek osadniczych.

Tabela 1; Table 1

Szacunkowy nadmiar fosforu w badanych zlewniach systemu Narwi (kg·ha⁻¹·rok⁻¹)
Estimated phosphorus surplus in surveyed basins within the Narew river system
(kg·ha⁻¹·yr⁻¹)

Użytkowanie zlewni Land use	Zlewnia Basin	Nadmiar składnika Surplus of a compound	
		z rolnictwa* from agriculture*	z osadnictwa miejskiego from urban settlements
Rolnicze; Agricultural	Orz	3,39	–
	Ruż	2,99	–
	Rozoga	2,86	0,06
Rolniczo-leśne Agricultural and forested	Narew	2,63	0,19
	Biebrza	2,82	0,14
	Pisa	2,28	0,15
Leśno-rolnicze Forested and agricultural	górna Narew upper Narew	2,61	0,32
Zlewnia leśna; Forested basin	Omulew	1,98	0,10

* – źródło; source: SAPEK [1995]

Największą dostawą składnika odniesioną do jednostki powierzchni, wynikającą z koncentracji ludności charakteryzuje się zlewnia górnej Narwi, w której zlokalizowana jest aglomeracja białostocka (0,32 kg P·ha⁻¹·rok⁻¹). Dostawa fosforu do wód powierzchniowych ze źródeł punktowych w zlewni górnej Narwi była trzykrotnie wyższa od wielkości obliczonej dla systemu Narwi. Najniższe obciążenie fosforem wystąpiło w zlewni Rozogi, w której ogólna dostawa do środowiska z osadnictwa miejskiego wynosiła 0,06 kg P·rok⁻¹·ha⁻¹ (tab. 1). W zlewniach Orza i Ruża miejskie jednostki osadnicze nie występują.

Na podstawie wyników badań z piśmiennictwa [GARBARCZYK 2000; ROSSA 2001] oszacowano ładunek fosforanów zawarty w ściekach deszczowych, obciążający wody w zlewni Narwi. Według obliczeń do wód Narwi z obszarów zurbanizowanych wraz ze ściekami deszczowymi w skali roku dostarczane jest 102 tony

składnika (tab. 2). Koncentracja fosforu w wybranych typach wód była wyraźnie uzależniona od warunków przyrodniczych i użytkowania środowiska (tab. 3).

Tabela 2; Table 2

Stężenia fosforu w ściekach deszczowych i spływach roztopowych z terenów miejskich i wiejskich oraz obciążenie wód Narwi fosforem zawartym w ściekach opadowych

Phosphorus concentrations in rainfall runoff and thaw runoff from urban and rural areas as well as phosphorus load in the Narew originated from rainfall runoff water

Obszar; Area		Jednostka Unit	Wielkość Amount	
Centrum miasta City centre	ścieki deszczowe; rainfall runoff water	(mg·dm ⁻³)	2,20	
	spływy roztopowe; thaw runoff water		1,20	
Tereny mieszkaniowe, zabudowa wielorodz.* Housing, blocks of flats*	ścieki deszczowe; rainfall runoff water		0,40	
	spływy roztopowe; thaw runoff water		0,60	
Tereny wiejskie, przekrój hydro-metryczny** Rural areas, discharge section line**	przed wsią; above a village		1,46	
	za wsią; beneath a village		0,27	
	okres roztopów lub po dużych opadach; thawing period or after intensive rainfall		13,80	
Ładunek P w zlewni Narwi ze stref zurbanizowanych P load in Narew river basin from urban zones			(ton·rok ⁻¹ ; ton·yr ⁻¹)	102,20
			(kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹ ; kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	0,037

* – źródło; source: GARBARCZYK [2000]

** – źródło; source: ROSSA [2001]

Tabela 3; Table 3

Zawartość fosforu w wybranych typach wód krążących w zlewni Narwi

Phosphorus content in the chosen types of water circulating in Narew river basin

Środowisko; Environment	P og.; Total P	P-PO ₄ ³⁻
	średnia; mean	
	(mg·dm ⁻³)	
Wody opadowe; Rain water	0,067	0,013
Wody gruntowe; Ground water	5,601	1,298
Wody źródlane; Spring water	0,781	0,189
Wody dopływów; Tributary water	0,244	0,052
Wody Narwi; The Narew water	0,243	0,046

Opady na badanym obszarze wykazywały stosunkowo małą koncentrację fosforu, tj. średnio tylko 0,07 mg·dm⁻³, co klasyfikowało wody opadowe w (bardzo dobrej) klasie jakości, natomiast jednostkowe zawartości fosforu w wodzie opadowej zmieniały się w szerokich granicach 0,001–1,1 mg P·dm⁻³ [Koc i in. 2003; SAPEK, NAWALANY 2003].

Jakość wód źródłanych była niższa, wody mieściły się w IV klasie (niezadowalającej jakości). Najniżej wśród analizowanych typów wód klasyfikowały się wody gruntowe, które według średniego stężenia fosforu mieściły się w V klasie (złej jakości). Obniżenie jakości wód gruntowych do V klasy powodują zanieczyszczenia bytowe w obrębie siedlisk ludzkich oraz wysoki udział gleb przepuszczalnych w ogólnej powierzchni zlewni.

Najwyższe średnie sezonowe stężenia fosforu wystąpiły w porze letniej, natomiast najniższe wiosną i zimą. Fosfor charakteryzuje się ograniczoną migracją w środowisku wodnym poprzez udział w obiegu biologicznym, aktywność w procesach sorpcyjnych oraz niewielką rozpuszczalność fosforanów. Zawartość fosforu ogólnego w wodach rzecznych w sezonie letnim była o 36% wyższa niż w porze wiosennej, a fosforanów o 32%. Najbardziej widoczne to było w przypadku Orza. Rolnicze użytkowanie zlewni miało wpływ na podwyższenie ilości fosforu w półroczu letnim średni o 41% w stosunku do półroczu zimowego (tab. 4). Jest to efekt wysokiej troficzności wód, które pokrywały potrzeby pokarmowe roślin i wobec tego fosfor przestał być składnikiem limitującym ich rozwój i pozostawał w nadmiarze.

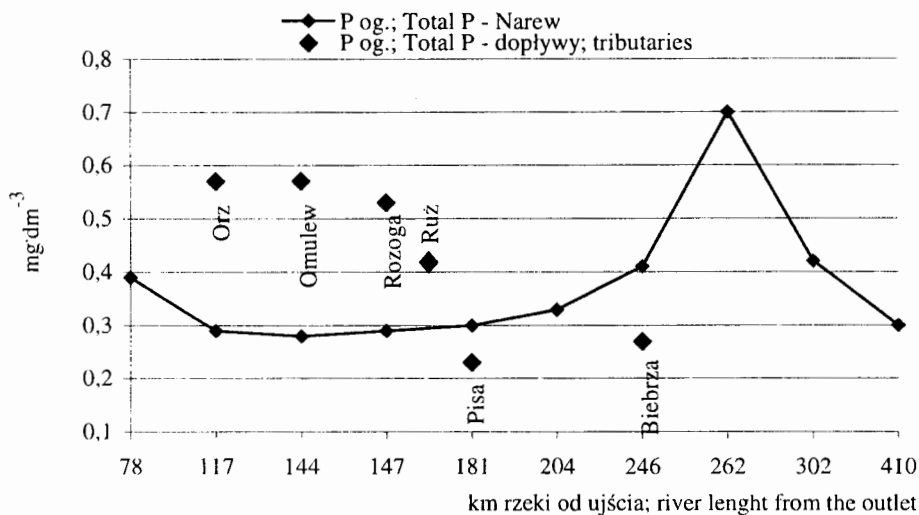
Tabela 4; Table 4

Sezonowa zmienność stężeń form fosforu w wodach płynących w zlewni Narwi
Seasonal changes in concentrations of phosphorus forms in flowing waters of the Narew basin

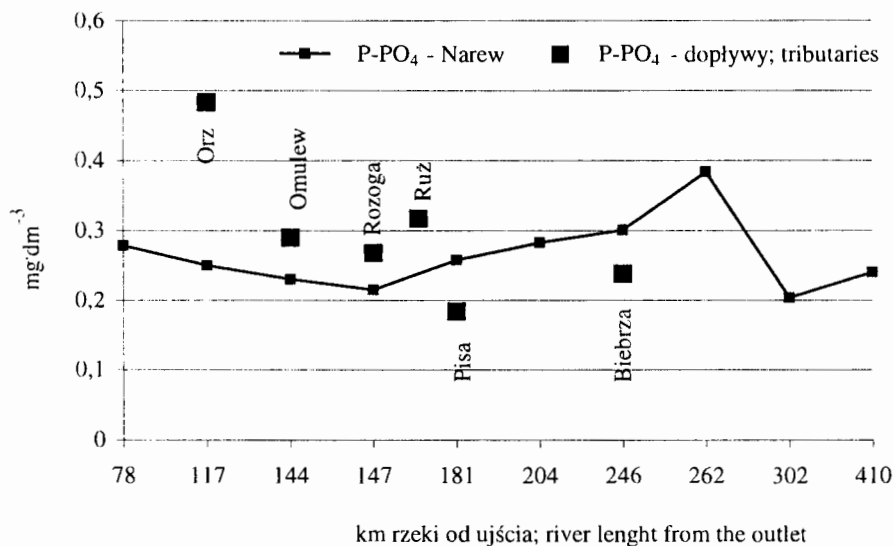
Rzeka River	Parametr; Parameter							
	P og.; total P				P-PO ₄ ³⁻			
	zima winter	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	wiosna spring	lato summer	jesień autumn
	(mg·dm ⁻³)							
Narew	0,211	0,186	0,316	0,275	0,116	0,125	0,193	0,147
Górna Narew Upper Narew	0,209	0,188	0,313	0,259	0,124	0,130	0,191	0,155
Biebrza	0,203	0,225	0,273	0,198	0,101	0,126	0,141	0,098
Pisa	0,155	0,176	0,205	0,204	0,082	0,086	0,104	0,094
Omulew	0,268	0,276	0,328	0,222	0,178	0,204	0,233	0,147
Rozoga	0,251	0,268	0,272	0,266	0,144	0,149	0,178	0,167
Orz	0,550	0,440	0,920	0,450	0,470	0,370	0,790	0,370
Ruż	0,346	0,391	0,722	0,395	0,546	0,258	0,308	0,302
Średnia; Mean	0,274	0,269	0,419	0,284	0,220	0,181	0,267	0,185

Średnie wartości stężeń fosforu za cały okres w punktach kontrolnych na Narwi mieściły się w przedziale 0,123–0,394 mg·dm⁻³ (rys. 1). Zakres średnich stężeń dla wód dopływów w profilach przyujściowych był szerszy, wynosił 0,184–0,57 mg·dm⁻³. Według stężeń fosforu ogólnego wody Omulwi, Rozogi, Orza, Ruża i górnej Narwi były w III klasie (zadawalającej jakości), a obniżenie jakości powodowały zanieczyszczenia bytowo-gospodarcze (zlewnia górnej Narwi), zmywy powierzchniowe (zlewnie Orza i Ruża) oraz spływy z łąk i pastwisk (zlewnie Rozogi i Omulwi). Pisa, Biebrza i Narew po dopływie Biebrzy prowadziły wody dobrej jakości (II klasa).

Według stężeń fosforu fosforanowego wody Pisy były w I klasie (bardzo dobrej jakości), co jest wynikiem występowania jezior oraz procesów bioakumulacji składnika w zbiornikach. Wody Orza, którego zlewnia ma charakter rolniczy z 60% udziałem gruntów ornych, były w III klasie (zadawalającej jakości). Pozostałe rzeki prowadziły wody dobrej jakości (rys. 2).



Rys. 1. Zmiany średnich stężeń fosforu ogólnego w profilu podłużnym rzeki Narew oraz w wodach wybranych dopływów w profilach przyujściowych
 Fig. 1. Changes in mean concentrations of total phosphorus along longitudinal profile of the Narew river as well as in water of its chosen tributaries at the outflow cross-sections



Rys. 2. Zmiany średnich stężeń fosforu fosforanowego w profilu podłużnym rzeki Narew oraz w wodach wybranych dopływów w profilach przyujściowych
 Fig. 2. Changes in mean concentrations of phosphate phosphorus along longitudinal profile of the Narew river as well as in water of its chosen tributaries at the outflow cross-sections

Przeprowadzone analizy potwierdziły, że oprócz dostawy zanieczyszczeń pochodzenia komunalnego i bytowo-gospodarczego z ośrodków miejskich, w tym

głównie aglomeracji białostockiej (262 km rzeki od ujścia), wpływ na pogorszenie jakości wód rzecznych ma udział terenów użytkowanych rolniczo (117 km rzeki od ujścia). Wyższe stężenia form fosforu wystąpiły w wodach odpływających ze zlewni rolniczych Orza i Ruża niż ze zlewni rolniczo-leśnej Biebrzy ze strefami podmokłymi i rolniczo-leśnej Pisy z jeziorami. Dopływ zanieczyszczeń z Ostrołęki i Różana oraz niższej jakości wód Omulwią i Orzem powodują wzrost stężeń fosforu w wodach Narwi, ale nie obniżają ich klasy jakości.

Najwyższy, spośród badanych, średni roczny ładunek fosforu ogólnego oraz jego formy fosforanowej, odpływający z jednostki powierzchni (1,29 kg P og. i 0,7 kg P-PO₄³⁻), uzyskała zlewnia rolnicza Rozogi, co ma związek z intensyfikacją chowu bydła w dolinie rzecznej, wysokim (60%) udziałem gleb lekkich oraz funkcjonowaniem sieci rowów melioracyjnych, ułatwiających odpływ wód (tab. 5).

Tabela 5; Table 5

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

Average annual load of phosphorus forms carried with water of studied tributaries at outflow cross-sections

Użytkowanie zlewni Land use	Zlewnie Basins	Ładunek (kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹) Load (kg·hayr ⁻¹)	
		P og.; total P	P-O ₄ ³⁻
Rolnicze; Agricultural	Orz	0,78	0,19
	Ruż	1,11	0,30
	Rozoga	1,29	0,70
Rolniczo-leśne; Agricultural and forested	Biebrza	0,45	0,33
	Pisa	0,42	0,29
	Narew	0,63	0,37
Leśno-rolnicze; Forested and agricultural	górną Narew upper Narew	0,59	0,35
Zlewnia leśna; Forested basin	Omulew	0,66	0,30

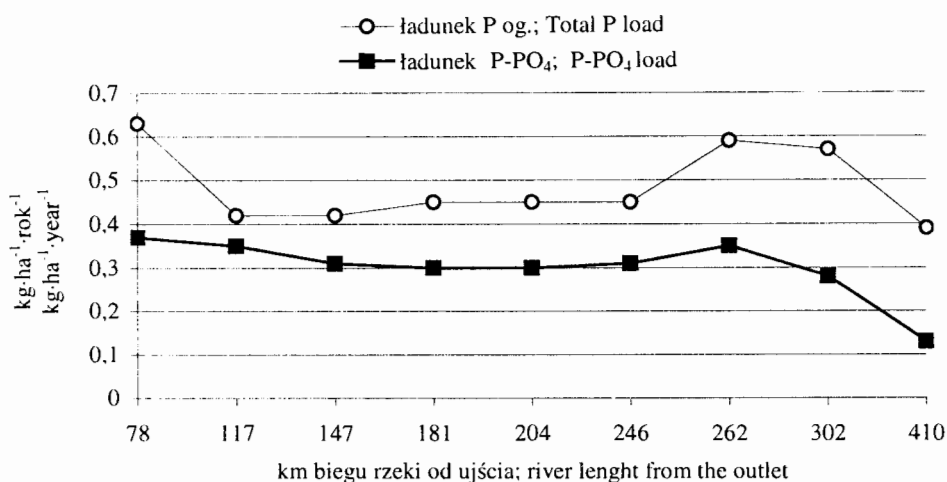
Tabela 6; Table 6

Współczynnik jednostkowego odpływu form fosforu ze zlewni cząstkowych oraz Narwi
Index of the P forms unit outflow from chosen sub-basins of the Narew river

Użytkowanie zlewni Land use	Zlewnie Basin	Współczynnik odpływu w [*] (-) Index of the outflow w [*] (-)	
		P og.; total P	P-PO ₄ ³⁻
Rolnicze Agricultural	Orz	2,29	0,79
	Ruż	3,26	1,25
	Rozoga	3,79	2,92
Rolniczo-leśne Agricultural and forested	Biebrza	1,37	1,32
	Pisa	1,23	1,21
	Narew	1,85	1,54
Leśno-rolnicze Forested and agricultural	górną Narew upper Narew	1,06	0,75
Zlewnia leśna; Forested basin	Omulew	1,93	1,25

* w – współczynnik jednostkowego odpływu form fosforu = odpływ fluwialny dostawa atmosferyczna składnika; index of the P form unit outflow from a basin = fluvial outflow/atmosphere supply

Zlewnic z dużym udziałem gleb pod uprawami okopowych i zbóż, wśród których klasyfikują się zlewnic Orza i Ruża, charakteryzowała również wyższa zawartość fosforu w odpływie. Podwyższony ładunek składnika w odpływie jednostkowym wystąpił w zlewni leśnej Omulwi, w której podobnie jak w zlewni Rozogi, czynnikiem sprzyjającym przemieszczaniu fosforu do wód rzecznych jest wysoki udział gleb rdzawych i bielcowych, wytworzonych z piasków i żwirów piaszczystych w ogólnej powierzchni zlewni. Wpływ na wielkość ładunku fosforu wynoszonego wodami Narwi ma dostawa zanieczyszczeń bytowo-gospodarczych z aglomeracji białostockiej (górnny odcinek rzeki), dopływ niższej jakości wód Omulwią i Orzem oraz ścieków z Różana (rys. 3). W zlewniach rolniczych: Orza, Ruża i Rozogi wystąpiły wysokie w stosunku do omawianych zlewni współczynniki jednostkowego odpływu fosforu ogólnego (tab. 6).



Rys. 3. Zmiany średniego rocznego ładunku fosforu w profilu podłużnym Narwi
 Fig. 3. Changes in average annual load of phosphorus in longitudinal profile of the Narwa river

Powolny ubytek fosforu ze środowiska glebowego i głębszego podłoża wystąpił w pozostałych zlewniach cząstkowych oraz systemie Narwi. Pomimo wysokiego udziału terenów leśnych (60%) w ogólnej powierzchni zlewni Omulwi wystąpił znaczący ubytek składnika z podłoża, co ma związek z wysokim udziałem gleb przepuszczalnych, warunkowany położeniem zlewni w zasięgu Sandru Mazursko-Kurpiowskiego. W przypadku fosforu fosforanowego współczynniki były bardzo zbliżone. Wyjątek stanowiła zlewnia rolnicza Rozogi, w której wysoki ubytek P-PO₄³⁻ z podłoża uzasadnia wysoki (60%) udział gleb lekkich, podatnych na straty składnika na drodze wymywania. Zlewnia Rozogi, podobnie jak wymieniona wyżej zlewnia Omulwi, położona jest w zasięgu obszaru sandrowego.

Wielkości średniego rocznego ładunku fosforu, obliczone dla badanych zlewni cząstkowych, są porównywalne z wartościami średniego odpływu składnika ze zlewni krajobrazu leśnego i rolniczego, określanymi w piśmiennictwie [GLIŃSKA-LEWCZUK, KOC 2003].

Wnioski

1. Wśród głównych grup użytkowania ziemi w zlewni Narwi, najsilniejszy wpływ na jakość wód rzecznych pod względem stężeń fosforu posiadają tereny rolnicze, a także obecność jednostek miejskich oraz dopływ ścieków deszczowych z terenów wiejskich i miejskich.
2. Na odpływ fosforu ze zlewni istotny wpływ miały właściwości gleb, a przede wszystkim skład granulometryczny. Przewaga gleb lekkich w ogólnej powierzchni zlewni jest czynnikiem sprzyjającym przemieszczaniu tego składnika do wód rzecznych w zlewni Omulwi i Rozogi.
3. Wody krążące w zlewni Narwi pod względem średnich stężeń fosforu ogólnego można uszeregować następująco: wody opadowe > wody rzeczne > wody źródlane > wody gruntowe.
4. Najwyższe średnie stężenia fosforu ogólnego w wodach wszystkich badanych rzek wystąpiły w porze letniej, co jest wynikiem wysokiej ich troficzności, natomiast najniższe przeważnie w porze wiosennej. Ocena wód rzecznych według średnich stężeń letnich wypada gorzej w zlewniach rolniczych Orza i Ruża (wody IV klasy – niezadowolającej jakości) w stosunku do oceny na podstawie wartości średnich rocznych (wody zadowolającej jakości).
5. Z jednostki powierzchni w zlewni (ha) odpływało rocznie 0,42–1,29, średnio 1,06 kg P og. i 0,19–0,70, średnio 0,4 kg P-PO₄³⁻. Niższe ładunki wynosiły wody ze zlewni, w których występowały jeziora oraz strefy podmokłe i procesy bioakumulacji składnika w zbiornikach oraz wymienionych siedliskach (Biebrza, Pisa). Wyższe natomiast wystąpiły w zlewniach z intensywnym rolnictwem (Orz, Ruż, Rozoga).
6. Odpływ fosforu z badanych zlewni był wyższy niż dostawa z opadami. W zlewniach rolniczych (Rozogi, Ruża, Orza) dokonał się wyższy ubytek z środowiska fosforu ogólnego ($w \approx 3$), niż w zlewni leśnej Omulwi i Pisy, która klasyfikowała się jako rolniczo-leśna z jeziorami ($w \approx 1,5$).

Literatura

GARBARCZYK K. 2000. *Zanieczyszczenia wprowadzane do wód powierzchniowych ze ściekami deszczowymi z terenów zurbanizowanych*. Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna „Inżynieria środowiska w eksploatacji kompleksów wojskowych”. 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.

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*. Konferencja „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.

ZDANOWICZ A., MIODUSZEWSKI W. 1998. *Określenie wpływu rolnictwa i mineralizacji materii organicznej na jakość wód w zlewni rzeki Narwi w obrębie województw łomżyńskiego i ostrołęckiego*. Konferencja „Racjonalizacja gospodarki wodnej zlewni Narwi i jej dopływów na obszarze województw ostrołęckiego i łomżyńskiego”. Wyd. IMUZ, Falenty: 27 ss.

Słowa kluczowe: zlewnie rolnicze, jakość wód, fosfor, fosforany, ładunek, odpływ

Streszczenie

W latach 1997–2003 prowadzono badania wpływu użytkowania terenu zlewni na zawartość fosforu w wodach Narwi i wybranych jej dopływów. Stwierdzono, iż wzrost stężenia fosforu w wodach rzecznych powodują: intensywne rolnictwo, spływy zanieczyszczeń komunalnych i spływy ścieków burzowych. Odpływ fosforu ogólnego wynosił średnio 1,06 kg rocznie z 1 ha zlewni ze zróżnicowaniem od 0,42–1,29 kg. Stężenie fosforu ogółem w wodach wynosiło 0,42 mg·dm⁻³ z wahaniami od 0,16–0,92 mg·dm⁻³. Fosfor fosforanowy stanowiły średnio 64% ogólnej zawartości fosforu w wodach. Najniższe stężenia fosforu w wodach stwierdzono wiosną (średnio 0,27 mg P·dm⁻³), a najwyższe w okresie letnim, gdy odpływ ze zlewni przewyższał bioakumulację. Najwyższe stężenia i odpływy fosforu stwierdzono w zlewniach rolniczych (Rozoga, Ruż, Orz), mniejsze w zlewni leśnej (Omulew) oraz mieszanych (Biebrza i górna Narew), a najniższy w zlewni rolniczo-leśnej z jeziorami (Pisa). Odpływ fosforu z wodami rzecznoymi był 3-krotnie wyższy od odpływu z opadami w zlewniach rolniczych, podczas gdy w zlewniach rolniczo-leśnych był 1,5-krotny. Istotny wpływ na odpływ fosforu ze zlewni, obok szaty roślinnej, miały właściwości gleby, w tym skład granulometryczny. Dlatego z piaszczystej zlewni Omulwi, mimo że zaliczono ją do leśnych, odpływ był większy niż ze zlewni rolniczo-leśnych.

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

PART III PHOSPHORUS

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

Key words: rural basins, water quality, phosphorus, phosphates, load, outflow

Summary

The influence of land use on phosphorus contents in water of the Narew river as well as its main tributaries, was studied in the period of 1997–2003. The research showed the increase of P concentrations resulted from intensive agriculture, municipal waste waters outflow and rainfall runoff. The average annual outflow of total phosphorus from 1 ha of basin area amounted to 1.06 kg (range of 0.42–1.29 kg·ha⁻¹). Average concentration of total phosphorus was 0.42 (range 0.16–0.92 mg·dm⁻³). Phosphate phosphorus amounted to 64% total P content in the tested water. The lowest concentrations were observed in spring (0.27 mg P·dm⁻³), whereas the highest in the summer, when the outflow exceeded bioaccumulation. Highest P concentrations and loads were stated in agricultural river basins (the Rozoga, Ruż, Orz), lower in forested (Omulew) and mixed (Biebrza and upper Narew) basins whereas the lowest values characterized agricultural-forested basins with the lakes (Pisa). The outflow of phosphorus with river water on agricultural areas was 3-times higher in comparison to its outflow with rain water; in case of agricultural-forested basin it was 1.5 times higher, respectively. An important factor limiting P outflow from the basins were soil properties especially grained structure. Thus, the sandy of basin Omulew river, although forested, showed the higher outflow than the agricultural-forested river basins.

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