

**Zeszyty
Naukowe**
Akademii
Rolniczej
im. Hugona
Kołłątaja
w Krakowie

zeszyt 24

**inżynieria
środowiska**

Sadżide Murat-Błażejewska, Jolanta Kujawa, Mariusz Sojka

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska

Wpływ lasów i użytków zielonych na ochronę wód powierzchniowych przed eutrofizacją

W pracy przedstawiono wybrane wyniki badań jakości wód powierzchniowych i gruntowych w zlewni cieką Potaszka położonej 20 km na północny wschód od Poznania. Badania wykazały, że mimo bardzo intensywnego zasilania w substancje biogeniczne z atmosfery (wody opadowe), w zlewni o niewielkim zasilaniu antropogenicznym (działalność ludzka, nawożenie), dużych spadkach terenu i bardzo przepuszczalnych glebach wody powierzchniowe charakteryzowały się dobrą jakością. Wody gruntowe jednak były zanieczyszczone substancjami biogenicznymi: szczególnie pod gruntami ornymi, gdzie stężenie fosforanów było 2,7 razy wyższe niż pod siedliskami leśnymi. Badania jakości wód gruntowych w transektach spływowych wykazały, że istnieją statystycznie istotne zależności regresyjne w transektach położonych na użytkach zielonych.

1. Wstęp

Jakość wody dopływającej do rzek jest ważnym wskaźnikiem aktywności ludzi w obrębie zlewni. Opad atmosferyczny, zmieniając się w spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy, wzbogaca się na powierzchni gleby w składniki pokarmowe pochodzące z działalności rolniczej oraz z wiejskich gospodarstw domowych [Ilnicki 2002, Kowalik i Kulbik 2002]. W wyniku tej działalności pierwiastki biogeniczne występują często w nadmiernych stężeniach w środowisku wodnym, przez co wraz z innymi czynnikami (temperatura) powodują wzmożony rozwój roślinności. Eutrofizacja wód powierzchniowych stanowi główne zagrożenie dla ekosystemów wodnych. Ograniczenie dopływu pierwiastków biogenicznych (azotu i fosforu) jest podstawowym działaniem zmierzającym do poprawy stanu jakości wód. Jeżeli kontrola zanieczyszczeń wprowadzanych ze źródeł punktowych jest stosunkowo łatwa, to kontrola

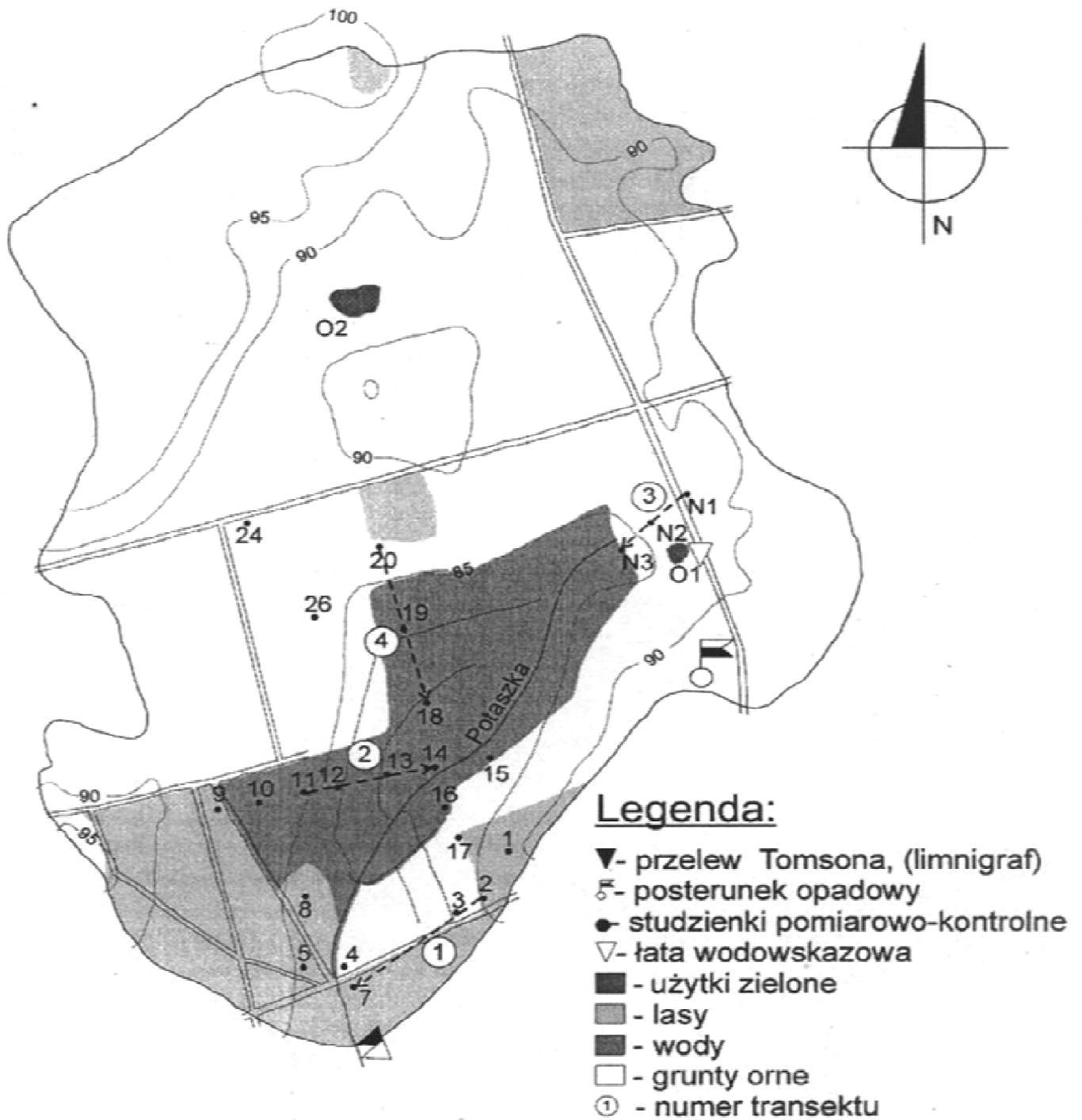
źródeł obszarowych jest bardzo trudna, a wielu przypadkach nawet niemożliwa [Chełmicki 1997]. W związku z tym zmniejszenie dostawy substancji biogenicznych pochodzących ze spływów powierzchniowych można osiągnąć przez prawidłowe kształtowanie struktury krajobrazu zlewni rzecznej (pasy zadrzewień i zakrzewień, użytkowanie, płodozmian, długość drogi spływu powierzchniowego) [Ryszkowski 1992].

Celem niniejszej pracy jest ukazanie wpływu filtrującej roli lasów i użytków zielonych na redukcję substancji biogenicznych, dopływających do wód powierzchniowych. W pracy przedstawiono wybrane wyniki badań jakości wód powierzchniowych (opady atmosferyczne, ciek i oczko wodne) i gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego na terenach o różnym sposobie użytkowania (grunty orne, użytki zielone, lasy).

2. Materiały i metody

Badania i obserwacje terenowe prowadzone w roku hydrologicznym 2002 w zlewni ciek Potaszka do przekroju Potasze obejmowały comiesięczne oznaczenia jakości wód powierzchniowych (ciek i śródpolne oczko wodne) oraz sezonowe oznaczenia jakości wód gruntowych (cztery razy do roku: wiosna, lato, jesień, zima). Jakość wód opadów atmosferycznych określono na podstawie próbek wody pobranych podczas opadów nawalnych. Próbkę wód gruntowych pobierane były z czterech transektów spływowych, łącznie 12 studzienek, w tym 4 studzienki na gruntach ornym, 6 studzienek na użytkach zielonych i 2 w lasach (ryc. 1). Badania laboratoryjne próbek wody obejmowały oznaczenia 20 wskaźników i składników charakteryzujących właściwości fizyczne (pH, temperatura), chemiczne (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cl, SO₄), warunki tlenowe (tlen rozpuszczony, BZT₅, ChZT) i obecność biogenów (azotany, azotyny, azot amonowy, fosforany). Analizy próbek wody zostały wykonane zgodnie z Wykazem... [1993]. W pracy wykorzystano tylko wyniki oznaczeń azotu azotanowego (N-NO₃) – metodą spektrofotometryczną z zastosowaniem testu Spectroquant, azotu azotynowego (N-NO₂) – metodą spektrofotometryczną z kwasem sulfanilowym i α-naftyloaminą, azotu amonowego (N-NH₄) – metodą spektrofotometryczną z błękitem indofenolowym, fosforanów (P-PO₄) metodą molibdenową z kwasem askorbinowym. Podstawą oceny jakości wód było Rozporządzenie MOŚZNiL z 5 listopada 1991, dotyczące dopuszczalnych wielkości zanieczyszczeń śródlądowych wód powierzchniowych i „Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych” [1995], dotyczące klasyfikacji jakości zwykłych wód gruntowych.

Inwentaryzacja źródeł zanieczyszczeń w zlewni została wykonana na podstawie ankiet oraz wizji lokalnej w terenie.



Ryc. 1. Zlewnia ciek Potaszka do przekroju Potasze

3. Wyniki i dyskusja

Zlewnia ciekłu Potaszki, według podziału geomorfologicznego położona jest w centralnej części Wielkopolski na Wysoczyźnie Poznańskiej około 20 km na północny wschód od Poznania. Potaszka jest prawobrzeżnym dopływem Strugi Owińskiej. Długość ciekłu do przekroju Potasze wynosi około 1 km, a powierzchnia zlewni 133 ha. Obszar źródłowy stanowi podmokła łąka położona we wschodniej części zlewni, ciekł prawie na całej swej długości płynie przez użytki zielone, jedynie w pobliżu przekroju zamykającego przez lasy i grunty orne. Potaszka jest ciekłem płytkim (średnia głębokość 20–30 cm) i wąskim (średnia szerokość w dnie 50 cm), średni spadek ciekłu wynosi około 2,0‰. Rzędne terenu wahają się od 102,5 m n.p.m. do 82,9 m n.p.m. Spadki poprzeczne terenu wynoszą od kilku do kilkunastu promili, a nawet miejscami do 70‰. Średni spadek zlewni wynosi 16‰. Ukształtowanie powierzchni zlewni związane jest z formacją plioceńską. Materiałami macierzystymi gleb badanego obszaru są utwory morenowe pochodzące ze stadiału poznańskiego zlodowacenia bałtyckiego. W badanej zlewni dominują gleby typu bielcowego, wytworzone z piasków słabo gliniastych, w obniżeniach terenu, gdzie poziom zwierciadła wody gruntowej znajduje się tuż pod powierzchnią terenu około 30 cm, występują gleby murszowe na piaskach słabo gliniastych i torfach niskich. Zlewnia Potaszki ma charakter rolniczy, grunty orne zajmują około 75% powierzchni zlewni (około 10 ha gruntów jest uprawianych), użytki zielone 10,3% a lasy 14,7%. W badanej zlewni znajdują się dwa niewielkie oczka wodne, otoczone odłogowanymi gruntami ornymi.

Na zlewni ciekłu Potaszka zlokalizowanych jest 20 posesji. Wieś Potasze jest zwodociągowana i od lata 2002 roku również skanalizowana, przedtem ścieki bytowo-gospodarcze z 16 gospodarstw odprowadzany były przeważnie do szamb, jedno gospodarstwo miało przydomową oczyszczalnię ścieków, a trzy gospodarstwa nie miały kanalizacji. W większości posesji były studnie, z których wodę czerpano do nawadniania przydomowych ogródków. W badanej zlewni nawozy mineralne stosowane były w ograniczonym zakresie, podobnie jak nawozy organiczne (niewielkie dawki saletry amonowej $215 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i obornik stosowany co dwa lata).

Analizę przebiegu warunków meteorologicznych w zlewni ciekłu Potaszka w roku hydrologicznym 2002 wykonano na podstawie sum rocznych i półrocznych opadów atmosferycznych i średnich rocznych temperatur powietrza pomierzonych na stacji opadowej w Potaszach na tle pomiarów z wielolecia 1970–2002 ze stacji Arboretum Zielonka. W okresie 1970–2002 średni roczny wskaźnik opadu nie skorygowanego wyniósł: w roku 564 mm, w tym w półroczu zimowym – 219 mm, w letnim – 345 mm. Średnia roczna temperatura tego wielolecia wyniosła $8,0^{\circ}\text{C}$. Rok hydrologiczny 2002 był rokiem przeciętnym (suma rocznego opadu stanowiła 109% średnich wieloletnich sum opadów) i ciepłym (średnia temperatura roku była wyższa o $1,3^{\circ}\text{C}$ od średniej z wielolecia). Przy takim przebiegu warunków meteorologicznych średni roczny przepływ ciekłu Potaszka w przekroju Potasze wyniósł $SQ = 3,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, a przepływy chwilowe wahały się od $0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ do $10,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Wyniki badań hydrochemicznych wykazały, że najbardziej zanieczyszczone substancjami biogennymi były wody opadów atmosferycznych (tab.); wysokie stężenia fosforanów ($1,43 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$) kwalifikowało te wody do ponadnormatywnych.

Tabela. Średnie, błędy standardowe (licznik), granice przedziałów ufności $\pm 95\%$ (mianownik) zawartości substancji biogennych w wodach opadowych, powierzchniowych i gruntowych zlewni cieką Potaszka w roku hydrologicznym 2002

Parametr	Opad atmosferyczny	Wody powierzchniowe		Wody gruntowe		
		ciek Potaszka	oczko wodne	grunty orne	użytki zielone	las
Azot azotanowy [mg N-NO ₃ · dm ⁻³]	<u>0,72</u> 0,15 0,43 1,01	<u>0,46</u> 0,06 0,35 0,57	<u>0,41</u> 0,06 0,29 0,53	<u>1,28</u> 0,21 0,85 1,70	<u>0,76</u> 0,07 0,62 0,90	<u>0,49</u> 0,07 0,34 0,63
Azot azotynowy [mg N-NO ₂ · dm ⁻³]	<u>0,03</u> 0,01 0,02 0,04	<u>0,02</u> 0,01 0,01 0,03	<u>0,02</u> 0,00 0,01 0,02	<u>0,03</u> 0,01 0,04 0,01	<u>0,03</u> 0,01 0,02 0,04	<u>0,04</u> 0,01 0,02 0,05
Azot amonowy [mg N-NH ₄ · dm ⁻³]	<u>1,03</u> 0,35 0,35 0,35	<u>0,05</u> 0,01 0,03 0,07	<u>0,22</u> 0,08 0,07 0,37	<u>2,81</u> 1,05 0,75 4,86	<u>2,75</u> 0,53 1,70 3,79	<u>1,98</u> 0,45 1,10 2,85
Fosforany [mg PO ₄ · dm ⁻³]	<u>1,43</u> 0,52 0,42 2,44	<u>0,09</u> 0,02 0,05 0,14	<u>0,26</u> 0,04 0,19 0,34	<u>7,50</u> 2,25 3,10 11,90	<u>7,31</u> 1,74 3,90 10,72	<u>2,74</u> 1,24 0,31 5,16

Jakość wody cieką była dobra i pod względem zawartości substancji biogenicznych odpowiadała normom I klasy czystości, a tylko okresowo (wrzesień, październik) normy te przekraczane były przez stężenia azotynów (III klasa).

W śródpolnym oczku wodnym jakość wody była gorsza niż w samym cieku, gdyż średnie roczne stężenia fosforanów i azotynów kwalifikowały te wody do II klasy czystości.

Porównanie średnich stężeń substancji biogenicznych w wodach cieką i oczka wodnego wykazało, że wystąpiły statystycznie istotne różnice między stężeniami azotu amonowego i fosforanów. Chociaż stężenia azotu amonowego w wodach oczka i cieką odpowiadały normom I klasy czystości, to stężenia azotu amonowego w oczku były ponad czterokrotnie wyższe niż w cieku, a stężenia fosforanów blisko trzykrotnie wyższe i odpowiadały normom II klasy czystości. Potwierdziło to przypuszczenia, że woda w bezodpływowym oczku wodnym ma mniejsze zdolności do samooczyszczania.

Mimo bardzo intensywnego zasilania zlewni w substancje biogeniczne z atmosfery, przy niewielkim zasilaniu antropogenicznym (działalność ludzka, nawożenie), a dużych spadkach terenu i bardzo przepuszczalnych glebach, badane wody powierzchniowe charakteryzowały się dobrą jakością. Występujące wzdłuż cieką użytki zielone, lasy i gleby organiczne przechwytyują dużą część spływających z pól związków azotu i fosforu chroniąc go przed eutrofizacją (bariera biogeochemiczna).

Gorszą jakością niż wody powierzchniowe charakteryzowały się wody gruntowe (tab.), w których średnio roczne stężenia substancji biogenicznych nie odpowiadały obowiązującym normom. Najbardziej zanieczyszczone związkami azotowymi (średnio $2,81 \text{ mg N-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ i $1,28 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$) i fosforanami (średnio $7,5 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$) były wody pod gruntami ornymi, dobrze przepuszczalne gleby mogły być przyczyną łatwego wymywania składników pokarmowych z wierzchnich warstw w głąb profilu glebowego. Średnie stężenie azotanów i fosforanów w wodach pod gruntami ornymi było 2,6 razy większe niż na terenach zalesionych (na poziomie istotności $P_\alpha = 0,05$). Także stężenia azotu amonowego pod użytkami zielonymi wyniosły $2,75 \text{ mg N-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ i były wyższe o 1,4 niż na terenach zalesionych. Duża zawartość azotu amonowego na użytkach zielonych, położonych w dolinie cieku, może być powodowana spływami powierzchniowymi i podpowierzchniowymi z gruntów ornych i wiązaniem tych jonów przez kompleks sorpcyjny gleby.

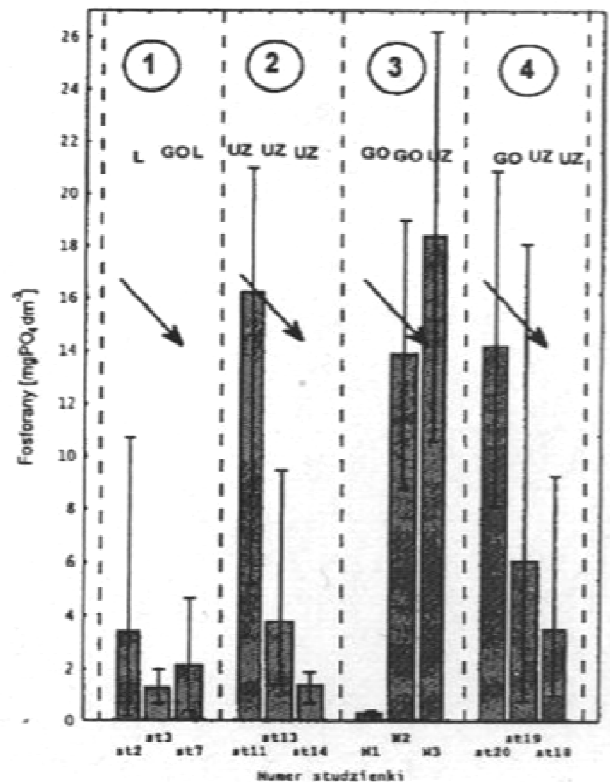
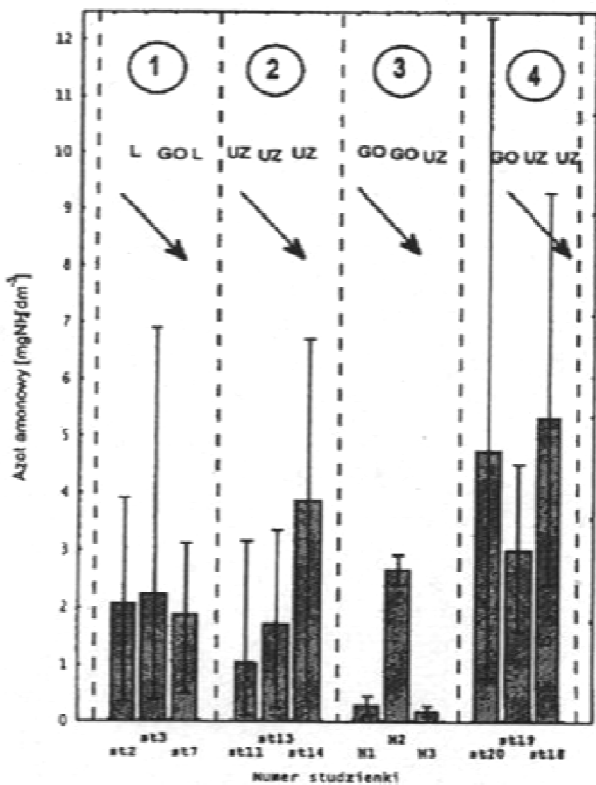
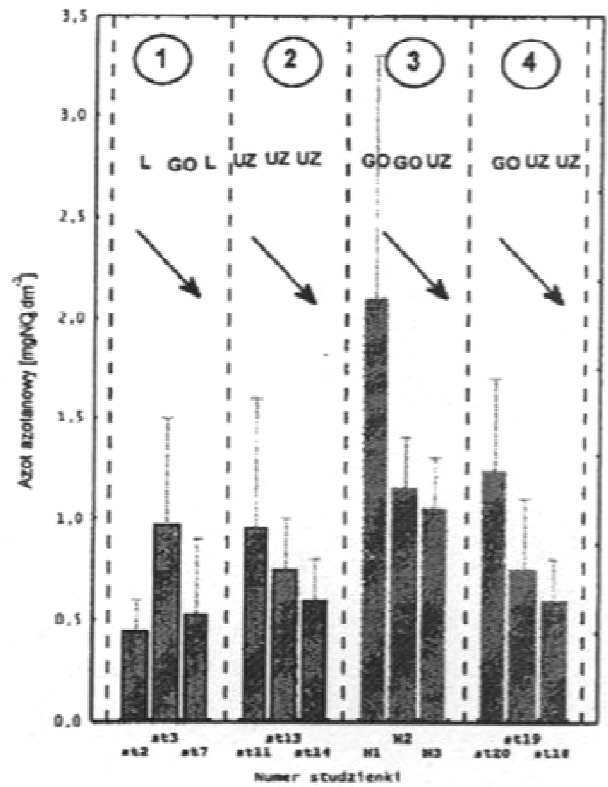
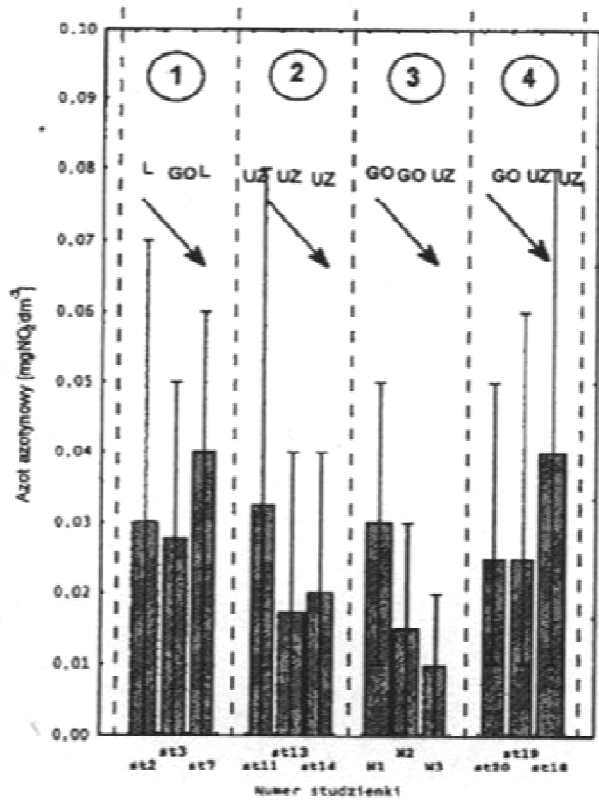
Najniższe stężenia fosforanów ($2,74 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$) wystąpiły pod siedliskami leśnymi, stężenia te były niższe niż na użytkach zielonych i gruntach ornych o około 2,7 razy. Niskie stężenia fosforanów na terenach zalesionych można tłumaczyć intensywnym pobieraniem składników pokarmowych przez drzewostan i słabym zasilaniem przez spływy powierzchniowe.

Przebieg stężeń substancji biogenicznych w wodach gruntowych wzdłuż transektów spływu tych wód wykazuje duże zróżnicowanie (ryc. 2). Zanotowano statystycznie istotny wzrost stężenia azotu amonowego (w drugim transekcie) i spadek stężenia fosforanów wzdłuż spływu wody (w drugim i czwartym) w transektach położonych na użytkach zielonych. Zmiany stężenia fosforanów i azotanów w wodach gruntowych czwartego transektu opisują zależności przedstawione na rycinie 3.

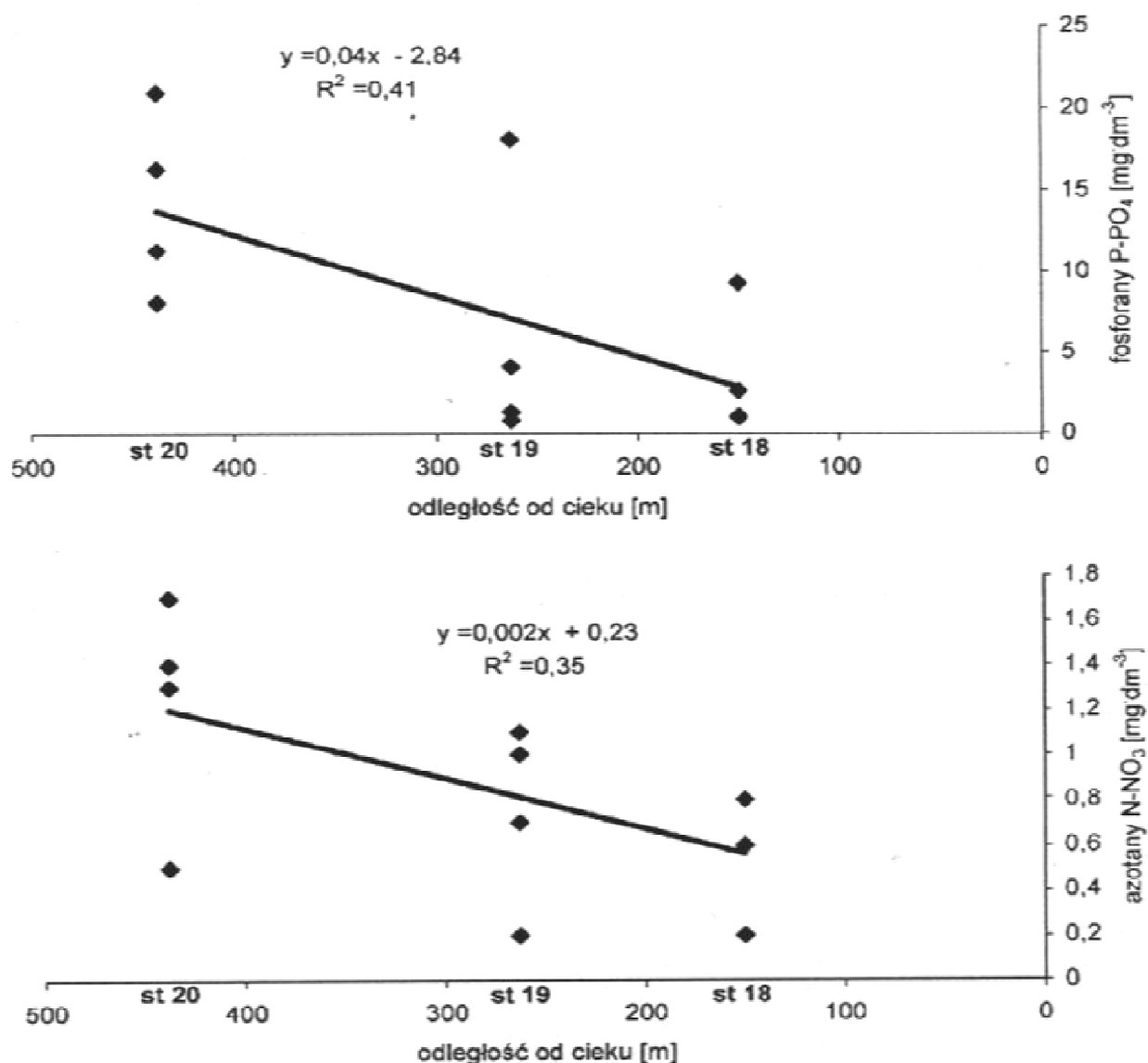
4. Podsumowanie

Wyniki badań hydrochemicznych prowadzonych w roku hydrologicznym 2002 wykazały, że najbardziej zanieczyszczone pod względem substancji biogenicznych były wody opadów atmosferycznych (stężenie fosforanów nie odpowiadało wartościom normatywnym). Jakość wody cieku Potaszka była dobra i odpowiadała normom I klasy czystości. W śródpolnym oczku wodnym jakość wody była nieco gorsza niż w samym cieku i odpowiadała normom II klasy czystości wód.

Jakość wód gruntowych w badanym obszarze nie odpowiadała obowiązującym normom czystości wód. Przebieg stężeń substancji biogenicznych w wodach gruntowych wzdłuż transektów spływu tych wód wykazuje duże zróżnicowanie. Analiza wykazała, że istnieją statystycznie istotne (na poziomie istotności $P_\alpha = 0,05$) zależności regresyjne w transektach położonych na użytkach zielonych: w drugim transekcie spływowym zanotowano wzrost stężenia azotu amonowego i spadek stężenia fosforanów i spadek stężenia fosforanów i azotanów wzdłuż spływu wód w transekcie czwartym.



Ryc. 2. Stężenia związków azotu (azotanów, azotynów i azotu amonowego) i fosforanów w wodach gruntowych wzdłuż transektów spływów w zlewni cieku Potaszka w roku hydrologicznym 2002



Ryc. 3. Zależności regresyjne stężenia azotanów i fosforanów w czwartym transekcie spływowym w zlewni cieku Potaszka w roku hydrologicznym 2002

Literatura

- Chełmicki W.** 1997. Degradacja i ochrona wód. Wyd. Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Ilnicki P.** 2002. Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych. Przegląd Komunalny, nr 2, 35–49.
- Kowalik P., Kulbik M.** 2002. Wpływ pokrywy glebowej w zlewni na kształtowanie się obszarowego spływu niektórych zanieczyszczeń do wód powierzchniowych. Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie, t. 2, z. 1, 211–223.

Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód. Dz. U., nr 116, poz. 503.

Ryżkowski L. 1992. Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. Postępy Nauk Rolniczych, z. 4, 3–14.

Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa, 1995.

Wykaz norm z zakresu analityki wody i ścieków. Instytut Gospodarki Przemysłowej i Komunalnej – Zespół Normalizacji, Warszawa, 1993.

Forests and grasslands impact on surface water protection against eutrophication

Summary

The aim of the paper was analyses of forest and grasslands impact on biogenic elements reduction. The paper presents chosen results of surface and groundwater quality researches in selected habitats. The researches were carried out in Potasze cross-section of Potaszka river catchment. The catchment is located 20^okm on North-East from Poznań. Water quality was high in spite of very intensive biogenic elements supplies from atmosphere (precipitation), small anthropogenic supply (human activities, fertilization), high fall of the ground and high soil permeability. Grasslands, forests and organic soil located along the river intercept large part of flowing phosphorus and nitrogen pollution and protect the river from eutrophication. In small pond which is surrounded by narrow belt of vegetation of low concentrations biogenic elements similar situation is observed.

Agricultural University of Poznań

Department of Land Improvement and Environmental Development

Adres / Address:

Akademia Rolnicza, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, ul. Piątkowska 94, 61-691 Poznań