

DANIEL LIBERACKI

WPLYW SPOSOBU UŻYTKOWANIA ZLEWNI NA JAKOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH I GRUNTOWYCH

*Z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. The paper presents the results of research and their analysis selected parameters characterizing the quality of surface water and ground waters on areas of different land utilization. The analysis was carried out on the basis of measurements made in hydrological years 2002-2004 in two river catchments (located near Poznań in Poland).

Key words: small catchment, quality water, afforestation and grassland

Wstęp

Dynamika przemieszczania się różnych związków mineralnych i organicznych oraz ich różnych form chemicznych zależy od wielu czynników, z których najistotniejsze to: sposób użytkowania zlewni, rodzaj pokrywy glebowej, nawożenie mineralne oraz opad atmosferyczny (Szapkowska i Karlik 2002). Woda pochodząca z opadu atmosferycznego, przechodząc w spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy, zostaje dodatkowo wzbogacona w profilu glebowym w zmagazynowane w nim składniki pokarmowe, które są głównym źródłem zanieczyszczeń wód powierzchniowych i gruntowych (Ilnicki 2002). W ostatnim dziesięcioleciu nastąpiły duże zmiany charakteryzujące się ograniczeniem stosowania nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin. Należy jednak pamiętać, że transport wodny związków chemicznych, uzależniony od wielu czynników (właściwości gleb, topografii terenu, warunków pogodowych i zabiegów agrotechnicznych), może trwać bardzo długo, od kilku do kilkunastu lat (Ryszkowski 1992, Miler i in. 2001). Dlatego podstawowym działaniem zmierzającym do poprawy stanu jakości wód jest ograniczenie dopływu pierwiastków biogennych, azotu, fosforu i potasu (Murat-Błażejewska i in. 2003).

Celem pracy była ocena wpływu lasu i użytków zielonych na intensyfikację procesów samooczyszczania wód w dwóch różnych pod względem użytkowania małych zlewniach nizinnych.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były mikrozwłnie nizinne cieku Hutka do przekroju Huta Pusta oraz cieku Potaszka do przekroju Potasze. Badania i obserwacje terenowe prowadzone w latach hydrologicznych 2002-2004 obejmowały zarówno standardowe pomiary hydrometeorologiczne dotyczące rejestracji stanów wody w ciekach oraz codzienne pomiary opadów atmosferycznych, jak i comiesięczne oznaczenia jakości wód powierzchniowych w ciekach Hutka i Potaszka oraz w śródleśnym i śródpolnym oczku wodnym. Wykonano także sezonowe oznaczenia jakości wód gruntowych (cztery razy w roku) oraz oznaczenia jakości wód opadów atmosferycznych po wystąpieniu opadów nawałnych.

Badania laboratoryjne pobranych próbek wody obejmowały oznaczenia 20 wskaźników i składników charakteryzujących: właściwości fizyczne i chemiczne, warunki tlenowe, stężenie substancji organicznych, obecność biogenów (związki azotu i fosforu) oraz skład mineralny (Liberacki 2004). Analizę wody wykonywano, opierając się na wytycznych zawartych w „Wykazie norm z zakresu analityki wody i ścieków” (Wykaz... 1993). W pracy wykorzystano tylko wyniki dotyczące oznaczeń różnych form azotu (azotu azotanowego N-NO₃, azotu azotynowego N-NO₂ i azotu amonowego N-NH₄), fosforanów P-PO₄ oraz potasu K. Podstawą oceny jakości wód były ustalenia zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. (Rozporządzenie... 2004).

Wyniki i dyskusja

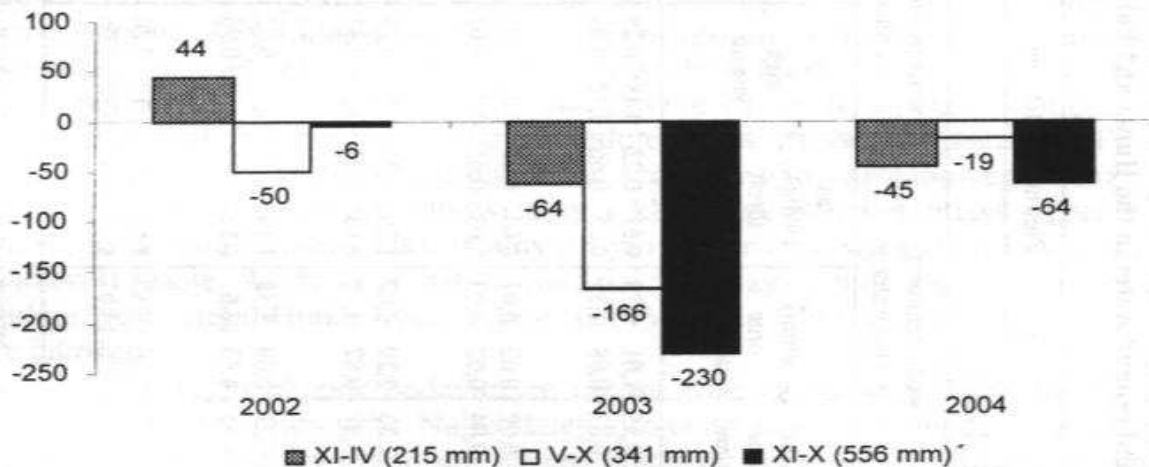
Omawiane zlewnie są położone w centralnej części Wielkopolski, około 20 km na północny wschód od Poznania, w Puszczy Zielonka oraz na jej obrzeżach i są od siebie oddalone niemal o 7 km. Zlewnia cieku Hutka, o powierzchni 0,52 km², jest w 89% zalesiona, pozostałe 11% powierzchni zajmują głównie zabagnienia i nieużytki. Występują tutaj głównie siedliska boru mieszanego świeżego (BMśw), boru świeżego (Bśw) oraz olsu (Ol). Zlewnia cieku Potaszka jest ponad dwukrotnie większa i ma powierzchnię 1,33 km². Lasy zajmują tylko 14,7% powierzchni zlewni, grunty orne (GO) około 75%, a użytki zielone (UZ) 10,3%. Krajobraz obu zlewni charakteryzuje się dużą ilością zagłębień bezodpływowych, wypełnionych częściowo wodami opadowymi lub torfowiskami, ze słabo rozwiniętym naturalnym drenażem. Omawiane zlewnie charakteryzują się również podobnymi co do wielkości ciekami. Długość cieków nie przekracza 1 kilometra, średnia szerokość wynosi około 0,5 m, a średnia głębokość zmienia się od 0,2 do 0,3 m. Na obszarach badanych zlewni dominują gleby typu bielcowego, wytworzone z piasków. W obniżeniach terenowych, gdzie poziom zwierciadła wody gruntowej znajduje się tuż pod powierzchnią terenu, występują gleby murszowate.

Ocenę przebiegu warunków meteorologicznych w obu analizowanych zlewniach w latach hydrologicznych 2002-2004 wykonano na podstawie sum rocznych i półrocznych opadów atmosferycznych i średnich rocznych temperatur powietrza pomierzonych we własnych posterunkach opadowych i porównanych z pomiarami z wielolecia 1970-2004 ze stacji Arboretum Zielonka.

Pierwszy rok badań, tj. 2002, należy zaliczyć do lat średnich pod względem sumy opadów atmosferycznych wynoszącej 550 mm. Półrocze zimowe charakteryzowało się opadem wyższym od średniej z wielolecia o 44 mm, natomiast opad w półroczu letnim wynoszącym 291 mm był niższy od średniej wieloletniej o 50 mm. Średnia temperatura powietrza w 2002 roku wyniosła 9,3°C.

Rok hydrologiczny 2003 był rokiem suchym. Suma opadu wyniosła 326 mm i była o 230 mm niższa od średniej z wielolecia. Również oba półrocza były suche – suma opadów atmosferycznych różniła się od średniej z wielolecia o 64 i 166 mm. Średnia temperatura powietrza w omawianym roku wyniosła 7,7°C.

W trzecim roku badań, 2004, suma opadów atmosferycznych wyniosła 492 mm i była niższa od średniej z wielolecia o 64 mm. Półrocze zimowe, z sumą opadów na poziomie 170 mm, należało do suchych, natomiast półrocze letnie, z opadem wynoszącym 322 mm, było zbliżone do średniej z wielolecia. Średnia temperatura powietrza w 2004 roku wyniosła 9,4°C (ryc. 1).



Ryc. 1. Półroczne i roczne sumy opadów atmosferycznych oraz ich odchylenia od średniej z wielolecia w latach hydrologicznych 2002-2004 (mm)
 Fig. 1. The half-year and yearly precipitation and their deviation from multiyear averages in hydrological years 2002-2004 (mm)

Wyniki badań jakości wód powierzchniowych i gruntowych w latach hydrologicznych 2002-2004 w dwóch różnych pod względem użytkowania zlewniach wykazały, że najbardziej zanieczyszczone są wody opadowe. Duże stężenie fosforanów występujących w tych wodach, wynoszące średnio 1,13 mg $\text{PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, pozwala zakwalifikować je do V klasy, najgorszej pod względem jakości wód (tab. 1).

Pod względem zawartości substancji biogennej (różnych form chemicznych azotu) jakość wód w ciekach Hutka i Potaszka w okresie omawianych trzech lat badań odpowiadała I bardzo dobrej klasie jakości. Wyjątek stanowiły duże stężenia fosforanów w cieku Hutka, wynoszące 0,78 mg $\text{PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, co spowodowało, że wody tego cieku należało zakwalifikować do IV klasy jakości. Wzrost stężenia fosforanów w cieku, szczególnie w miesiącach letnich i jesiennych, przy jednoczesnym spadku zawartości tlenu rozpuszczonego, mógł być następstwem uwalniania się z osadów dennych zarówno związków fosforu rozpuszczalnych w warunkach anaerobowych, jak i związków fosforu pochodzących z opadów atmosferycznych.

Tabela I
 Stężenia biogenów w wodach powierzchniowych i gruntowych w zlewni cieków Hutka i Potaszka
 Concentration of nutrients in surface and ground water in the Hutka and Potaszka river catchment

Biogen Nutrient	Opad Precipitation X σ	Zlewnia – Catchment											
		Potaszka (1,33 km ²)						Hutka (0,52 km ²)					
		wody powierzchniowe surface water			wody gruntowe ground water			wody powierzchniowe surface water			wody gruntowe ground water		
		ciek stream	śródpolne oczko wodne midfield pond	użytki zielone grassland	grunty orne arable land	las siedlisko forest habitat	BMśw	ciek stream	śródleśne oczko wodne pond in the forest	OI	BMśw	Bśw	las siedlisko forest habitat
Azot azotanowy Nitrate nitrogen (mg N-NO ₃ /dm ³)	0,70 0,43 0,44 0,96	0,48 0,33 0,30 0,66	0,48 0,33 0,30 0,66	0,68 0,35 0,53 0,82	1,01 0,73 0,68 1,35	0,51 0,22 0,35 0,66	0,48 0,29 0,38 0,58	0,73 0,53 0,48 0,98	0,60 0,47 0,37 0,98	0,69 0,45 0,40 0,98	0,91 0,75 0,42 1,40		
Azot azotynowy Nitrite nitrogen (mg N-NO ₂ /dm ³)	0,03 0,01 0,03 0,04	0,01 0,01 0,01 0,02	0,01 0,01 0,01 0,02	0,03 0,02 0,02 0,04	0,02 0,01 0,02 0,03	0,04 0,02 0,03 0,05	0,01 0,01 0,01 0,02	0,02 0,02 0,01 0,03	0,02 0,02 0,01 0,04	0,02 0,02 0,01 0,04	0,02 0,01 0,01 0,03		
Azot amonowy Ammoniacal nitrogen (mg N-NH ₄ /dm ³)	0,64 0,38 0,91	0,07 0,03 0,06	0,15 0,17 0,07	2,33 2,02 3,97	2,29 0,87 3,71	1,29 1,25 1,94	0,21 0,29 0,11 0,31	0,73 0,84 1,13	2,38 2,25 0,91 2,25	2,36 1,65 1,29 3,44	1,71 2,02 0,40 3,03		
Fosforany Phosphates (mg PO ₄ /dm ³)	1,13 1,08 0,46 1,80	0,16 0,11 0,22	0,21 0,10 0,26	3,17 4,21 1,42 4,93	8,69 8,58 4,73 12,6	1,14 1,17 0,52 1,75	0,78 0,52 0,60 0,96	0,52 0,35 0,35 0,69	1,72 1,68 0,63 2,82	0,92 1,32 0,06 1,78	1,15 1,26 0,33 1,97		
Potas Potassium (mg K/dm ³)	3,96 2,94 2,13 5,78	1,18 0,18 1,08 1,28	18,71 6,81 15,3722,04	5,80 3,34 4,40 7,20	11,6 9,37 7,26 15,9	8,55 6,54 5,12 11,9	1,19 0,20 1,12 1,26	1,79 0,84 1,39 2,19	2,51 2,32 1,00 4,02	1,52 0,42 1,25 1,80	2,20 1,42 1,36 3,22		

Oznaczenia: X – średnia arytmetyczna, σ – odchylenie standardowe, -95 +95 – granice poziomu ufności, BMśw – bór mieszaný świeży, Bśw – bór świeży, OI – ols.
 Notation: X – average, σ – standard deviation, -95 +95 – confidence levels, BMśw – fresh mixed coniferous forest, Bśw – fresh coniferous forest, OI – alder swamp forest.

Jakość wód w śródpolnym i śródleśnym oczku wodnym jest nieco gorsza niż jakość wody w ciekach. Stężenia azotu azotanowego, azotynowego i amonowego w śródpolnym oczku wodnym w zlewni Potaszka pozwalają zaliczyć występującą w nim wodę do I klasy jakości. Natomiast nieco większe stężenia fosforanów obniżają jej jakość do II klasy. W badanej wodzie odnotowano także bardzo duże wartości stężeń potasu, wynoszące aż $18,71 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wody śródleśnego oczka wodnego w zlewni Hutka charakteryzują się gorszymi parametrami chemicznymi. Średnie stężenia azotu azotynowego i azotanowego klasyfikują wody oczka do I klasy jakości, podobnie jak w zlewni Potaszka. Natomiast wartość stężenia azotu amonowego wynosząca $0,73 \text{ mg NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ powoduje, że badana woda odpowiada II klasie jakości. Zawartość fosforanów w omawianym oczku jest duża, na poziomie $0,52 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, co powoduje, że badaną wodę należy zakwalifikować do III klasy jakości.

Porównując średnie stężenia biogenów w wodach cieków oraz w oczkach wodnych, można zauważyć istotne różnice pomiędzy stężeniami azotu amonowego i fosforanów. W zlewni Potaszka stężenia różnych form azotu w cieku oraz w śródpolnym oczku wodnym odpowiadały I klasie jakości, natomiast stężenie fosforanów w oczku wodnym było dwukrotnie większe niż w cieku i odpowiadało II klasie jakości. Szczególnie duża różnica uwidacznia się w stężeniach potasu. Prawie 18-krotna różnica pomiędzy stężeniami tego związku w cieku i oczku powoduje, że wody oczka należą do IV klasy. W zalesionej zlewni Hutka stężenia azotu azotynowego, azotanowego oraz potasu w cieku oraz oczku wodnym odpowiadały I klasie jakości, natomiast stężenie azotu amonowego w śródleśnym oczku wodnym było trzykrotnie większe niż w cieku i odpowiadało II klasie. Wody są jednak najbardziej zanieczyszczone związkami fosforu, co powoduje, że w cieku Hutka woda odpowiada IV klasie jakości, a w oczku wodnym III klasie jakości.

W analizowanym okresie badawczym jakość wód gruntowych była gorsza niż jakość wód powierzchniowych. Najbardziej zanieczyszczonymi wodami gruntowymi były wody występujące w granicach zlewni Potaszka, na gruntach ornych. Przeprowadzone badania wykazały, że stężenia azotu azotanowego oraz potasu pozwalają zaliczyć te wody do II klasy jakości. Natomiast stężenia azotu amonowego na poziomie $2,29 \text{ mg NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ powodują spadek jakości wód aż do klasy III. Ze względu na dużą zawartość fosforanów, wartość średnia na poziomie $8,69 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, wody gruntowe zaliczono do najgorszej V klasy jakości. Przyczyną tak dużych zanieczyszczeń może być rodzaj gleb w większości siedlisk omawianych zlewni. Występujące tutaj gleby piaszczyste powodują, że związki pokarmowe są wymywane z wierzchniej warstwy gleby i transportowane przez profil gleby do wód gruntowych, gdzie następuje ich nagromadzenie. Na czas procesu transportu wpływają takie czynniki, jak: topografia terenu, rodzaj roślinności (sezonowa, wieloletnia), właściwości gleb (próchnica, ściółka leśna), zabiegi agrotechniczne oraz warunki pogodowe. W dwóch pozostałych siedliskach – na użytkach zielonych oraz w lesie – jakość wód gruntowych odpowiada IV klasie. Przyczyną dużego stężenia azotu amonowego oraz fosforanów w badanych wodach mogą być spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe z gruntów ornych znajdujących się powyżej. Jakość wód gruntowych w zlewni cieku Hutka jest zbliżona do jakości wód gruntowych występujących w zlewni Potaszka. Ze względu na zawartość związków azotu azotanowego i azotynowego wody te zalicza się odpowiednio do I i II klasy jakości, natomiast zawartość stężeń azotu amonowego i fosforanów obniża tę ocenę do IV klasy.

Podsumowanie

Wyniki badań hydrochemicznych prowadzonych w okresie od 2002 do 2004 roku wykazały, że wody opadów atmosferycznych były najbardziej zanieczyszczone związkami biogennymi. Ze względu na duże stężenia związków, szczególnie fosforanów, wynoszące średnio $1,13 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, wody te zakwalifikowano do wód V klasy, najgorszej pod względem jakości. Pod względem zawartości substancji biogennych, tj. różnych form chemicznych azotu, jakość wód w ciekach Hutka i Potaszka odpowiadała I klasie. Duże stężenia fosforanów w cieku Hutka, wynoszące $0,78 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, spowodowały zakwalifikowanie wód tego cieku do IV klasy jakości. Stwierdzono, że jakość wody w śródpolnym i śródleśnym oczku wodnym odpowiada II i III klasie.

W analizowanym okresie badawczym jakość wód gruntowych była gorsza niż jakość wód powierzchniowych. Ze względu na zawartość związków azotu azotanowego i azotynowego wody te zaliczono odpowiednio do I i II klasy jakości, natomiast zawartość stężeń azotu amonowego i fosforanów obniża tę ocenę do IV klasy. Najbardziej zanieczyszczonymi wodami gruntowymi były wody występujące w granicach zlewni Potaszka, na gruntach ornych. Średnie zawartości stężeń fosforanów na poziomie $8,69 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ powodują, że wody gruntowe występujące na tym obszarze zaliczono do najgorszej V klasy jakości.

Literatura

- Ilnicki P.** (2002): Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych. *Przegl. Kom.* 2: 35-45.
- Liberacki D.** (2004): Jakość wód powierzchniowych i gruntowych w małej zlewni leśnej. *Acta Sci. Pol. Ser. Form. Circum.* 3, 1: 87-94.
- Miler A., Liberacki D., Plewiński D.** (2001): Rola terenów zalesionych i łąk w tworzeniu barier biogeochemicznych. *Rocz. AR Pozn.* 331, Leśn. 39: 181-186.
- Murat-Błażejewska S., Kujawa J., Sojka M.** (2003): Wpływ lasów i użytków zielonych na ochronę wód powierzchniowych przed eutrofizacją. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 44: 337-345.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (2004). *Dz. U.* Nr 32, poz. 284.
- Ryszkowski L.** (1992): Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. *Post. Nauk Roln.* 4: 3-14.
- Szpakowska B., Karlik B.** (2002): Wpływ struktury zlewni rolniczej na występowanie składników chemicznych w wodach. *Rocz. AR Pozn.* 342, Melior. Inż. Środ. 23: 467-475.
- Wykaz norm z zakresu analityki wody i ścieków (1993). Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej – Zespół Normalizacji, Warszawa.

**THE EFFECT OF WATERSHED USE ON QUALITY OF SURFACE
AND GROUND WATER****S u m m a r y**

In the paper are presented the results of research on selected parameters characterizing the quality of surface water and ground waters on areas of different land utilization which were analyzed. The analysis was carried out on the basis of measurements made in hydrological years 2002-2004 in the Hutka (0.52 km²) and the Potaszka (1.33 km²) river catchments. The water of the Potaszka river was in the first class of cleanness (Polish standards). Whereas in the water of the Hutka river in summer and autumn months, very low concentration of dissolved oxygen and high concentration of phosphates were noted. The phosphates from soluble compounds of phosphorus were produced in anaerobic conditions. High concentration of nutrients (N, P, K) was a main pollution at the groundwater of both investigated catchments. The water quality at the groundwater in forested the Hutka catchment was better than in the agricultural land using the Potaszka catchment.