

Paweł BORS
Magurski Park Narodowy
Piotr KOSZELNIK
Politechnika Rzeszowska

WPŁYW ZAGOSPODAROWANIA ZLEWNI NA JAKOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH NA PRZYKŁADZIE DWÓCH ZLEWNI O RÓŻNYM STOPNIU ANTROPOPRESJI

W pracy przeprowadzono analizę wpływu antropopresji na wody dwóch potoków w zlewniach cząstkowych dorzecza górnej Wisłoki. Badania terenowe były prowadzone raz w miesiącu przez cały rok kalendarzowy. W wyznaczonych przekrojach pomiarowych dokonywano pomiarów: temperatur wody i powietrza, pH, potencjału redoks, przewodności elektrolitycznej, stężenia tlenu rozpuszczonego, a także nasycenia wód tlenem. Na podstawie wzorów empirycznych określono dodatkowo skalę redoks i mineralizację ogólną. Wpływ funkcjonowania gospodarstw domowych został doskonale odzwierciedlony w przewodności elektrolitycznej w zabudowanej zlewni potoku Świerzówka, w odróżnieniu od pozbawionej tego rodzaju antropopresji potoku Rzeszówka. Tendencja zmian wartości badanych wskaźników od części źródłiskowej w kierunku ujścia na potoku Świerzówka świadczy o niekorzystnym wpływie zabudowy mieszkalnej i gospodarczej na jakość wody. Jakość wód Rzeszówki w całym biegu była zależna od jakości okolicznych źródeł wód podziemnych.

1. Wprowadzenie

Udział poszczególnych źródeł w całkowitym ładunku substancji biogennej i organicznych zmienia się w zależności od sezonu, jak i stopnia zagospodarowania zlewni [6, 8]. W Polsce spływy ze źródeł punktowych (głównie zrzuty ścieków) wynoszą dla azotu i fosforu odpowiednio 60 i 50% [3]. Jednakże, w związku z właściwą kontrolą zarówno komunalnych, jak i przemysłowych zanieczyszczeń ze źródeł punktowych, straty obszarowe szczególnie związane z rolnictwem stanowią od kilku lat coraz bardziej znaczącą przyczynę pogarszającej się jakości wód [4, 5]. Zagospodarowanie zlewni jest ważnym czynnikiem wpływającym na wielkość ładunków nutrientów zasilających wody powierzchniowe. Spływ nutrientów ze zlewni uwarunkowany jest czynnikami naturalnymi, m.in. geograficznymi i klimatycznymi (geologia erodowanych gleb, intensywność opadów atmosferycznych) [10]. Jednak czynniki antropogeniczne, takie jak straty składników nawozów czy stosowana agrotechnika, stanowią podstawową przyczynę obciążenia wód ładunkami azotu i fosforu, szczególnie ze zlewni

o charakterze rolniczym [1, 10]. Nadmierna ilość związków biogenych powoduje zmianę naturalnej równowagi w ekosystemach, nadmierny rozwój organizmów wodnych, a w konsekwencji zmianę parametrów fizyczno-chemicznych oraz tlenowych [6].

Głównym celem badawczym niniejszej pracy było poznanie wpływu funkcjonowania gospodarstw domowych na jakość wód w wybranych zlewniach oraz wpływu ścieków bytowo-gospodarczych na niektóre wskaźniki chemiczne. Praca zyskała również ważne znaczenie praktyczne dla funkcjonowania Magurskiego Parku Narodowego (MPN), na którego terenie zrealizowano badania. Poznanie funkcjonowania zlewni pozwoli na łatwiejsze podejmowanie działań na rzecz ochrony wód, a wykonywane pomiary na ocenę przydatności zastosowanych metod analitycznych w monitoringu wód powierzchniowych MPN.

2. Teren i metodyka badań

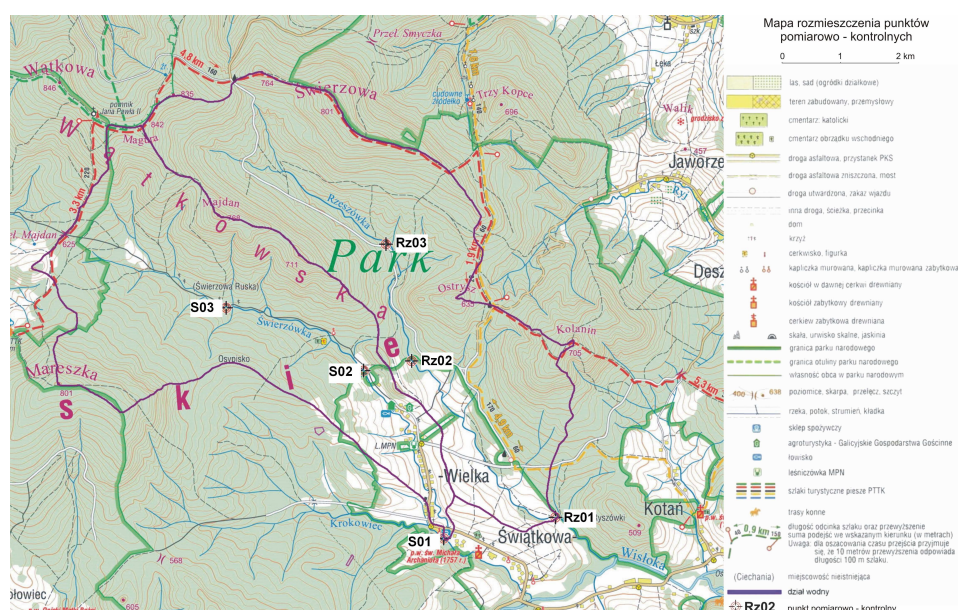
Przed przystąpieniem do badań terenowych poszukiwano zlewni najbardziej odpowiednich do tego typu prac. Na podstawie programu komputerowego Fugawi (Northport Systems Inc.) i zamieszczonej w nim mapie MPN określano zlewnie i ich 19 wskaźników fizjograficznych (tab. 1.), tak aby były podobne pod względem fizjograficznym i geologicznym, a różniły się stopniem zagospodarowania. W ten sposób wyznaczono dwie zlewnie badawcze – potok Świerżówka do ujścia Krokowego i potok Rzeszówka do miejsca, gdzie z otuliny wpływa na teren parku. Spośród 19 wskaźników 15 z nich wykazało podobieństwo, a pozostałe cztery – różnice od 12 (powierzchnia zlewni, szerokość zlewni) do 28% (spadek wyrównany rzeki). Tym samym zlewnie te uznano za najbardziej odpowiednie do tego typu badań na terenie MPN i jego otuliny. Obydwie zlewnie są mocno zalesione, jednakże w zlewni Świerżówki stopień zagospodarowania rolnego części terenów oraz zaludnienie są większe niż w zlewni Rzeszówki.

Wzdłuż biegu potoków wyznaczono po trzy punkty pomiarowo-kontrolne, z których pierwsze znajdowały się w części źródłiskowej obu potoków, poza wpływem gospodarstw domowych. Kolejne punkty pomiarowo-kontrolne były zlokalizowane na granicy parku i otuliny, a ostatnie to punkty zamykające zlewnie (rys. 1.). Od maja 2007 do kwietnia 2008 r. w wyznaczonych punktach wykonywano pomiary: temperatury powietrza (t_p), temperatury wody (t_w), pH, potencjału redoks (E_h), przewodności elektrolitycznej H , stężenia i nasycenia tlenu (O_2 i X_{O_2}). Wskaźniki chemiczne określano za pomocą miernika Multi 340i firmy WTW. Dodatkowo empirycznie określono mineralizację ogólną jako zależną od przewodności elektrolitycznej [7] oraz skalę redoks rH zależną od pH i potencjału redoks [8]:

$$rH = \frac{E_h}{29,6} + 2pH$$

Tabela 1. Charakterystyka fizjograficzna badanych zlewni

Wskaźnik	Symbol	Jednostka	Zlewnia	
			Świerżówka	Rzeszówka
Powierzchnia zlewni	A	[km ²]	9,44	10,72
Długość zlewni	L	[km]	6,43	6,93
Maksymalna długość zlewni	L _m	[km]	8,15	8,14
Średnia szerokość zlewni	B	[km]	1,16	1,32
Obwód zlewni	P	[km]	17,29	18,18
Wskaźnik wydłużenia zlewni	C _w	–	0,43	0,45
Wskaźnik kolistości zlewni	C _k	–	0,40	0,41
Wysokość maksymalna	H _{max}	[m n.p.m.]	842,00	835,00
Wysokość minimalna	H _{min}	[m n.p.m.]	410,00	400,00
Deniwelacja terenu	ΔH	[m]	432,00	435,00
Wysokość średnia	H _{sr}	[m n.p.m.]	626,00	617,50
Średni spadek działu wodnego	J _d	[m/km]	24,99	23,93
Wskaźnik rzeźby Strahlera	C _f	[m/km]	53,01	53,44
Długość rzeki	L	[km]	7,78	7,27
Wskaźnik rozwinięcia rzeki	R	[%]	129,02	118,79
Wysokość źródła	H _z	[m n.p.m.]	765,30	638,00
Wysokość ujścia	H _u	[m n.p.m.]	410,00	400,00
Spadek wyrównany rzeki	I	[%]	45,67	32,74
Udział powierzchni leśnej	λ	[%]	86,33	88,99



Rys. 1. Zagospodarowanie analizowanych zlewni oraz rozmieszczenie punktów badawczych

3. Wyniki badań i dyskusja

W analizowanym okresie badawczym średnia temperatura powietrza była znacznie wyższa w rejonie zlewni potoku Rzeszówka, gdzie wynosiła ok. 15°C, niż w rejonie potoku Świerzówka (ok. 10°C) (rys. 2a). Tę samą tendencję obserwowano w przypadku temperatury wody (rys. 2b), gdzie odnotowano odpowiednio ok. 8,5 i 7°C. Wartości temperatury wskazują, że procesy mineralizacji zanieczyszczeń organicznych pochodzenia naturalnego i antropologicznego intensywniej będą zachodzić w wodach Rzeszówki. Odczyn pH wykazał dużą zmienność uzyskanych wartości i był słabo zasadowy w obydwu ciekach (rys. 2c). W części źródłiskowej był on niższy w przypadku potoku Świerzówka (S03 – 8,09, Rz03 – 8,17), co może się wiązać z jakością wód podziemnych [9], i następnie rósł w dół biegu rzeki do poziomu 8,18 na stanowisku S01. Podobnych zmian nie zaobserwowano w wodach potoku Rzeszówka, w których minimum pH odnotowano w środkowym biegu (R02 – 8,08). Mogło to mieć związek z udziałem znajdujących się w pobliżu zlewni pól uprawnych i pastwisk lub z wpływem podsiąkania wód podziemnych (w pobliskim źródle pH wody wynosiło 6,3).

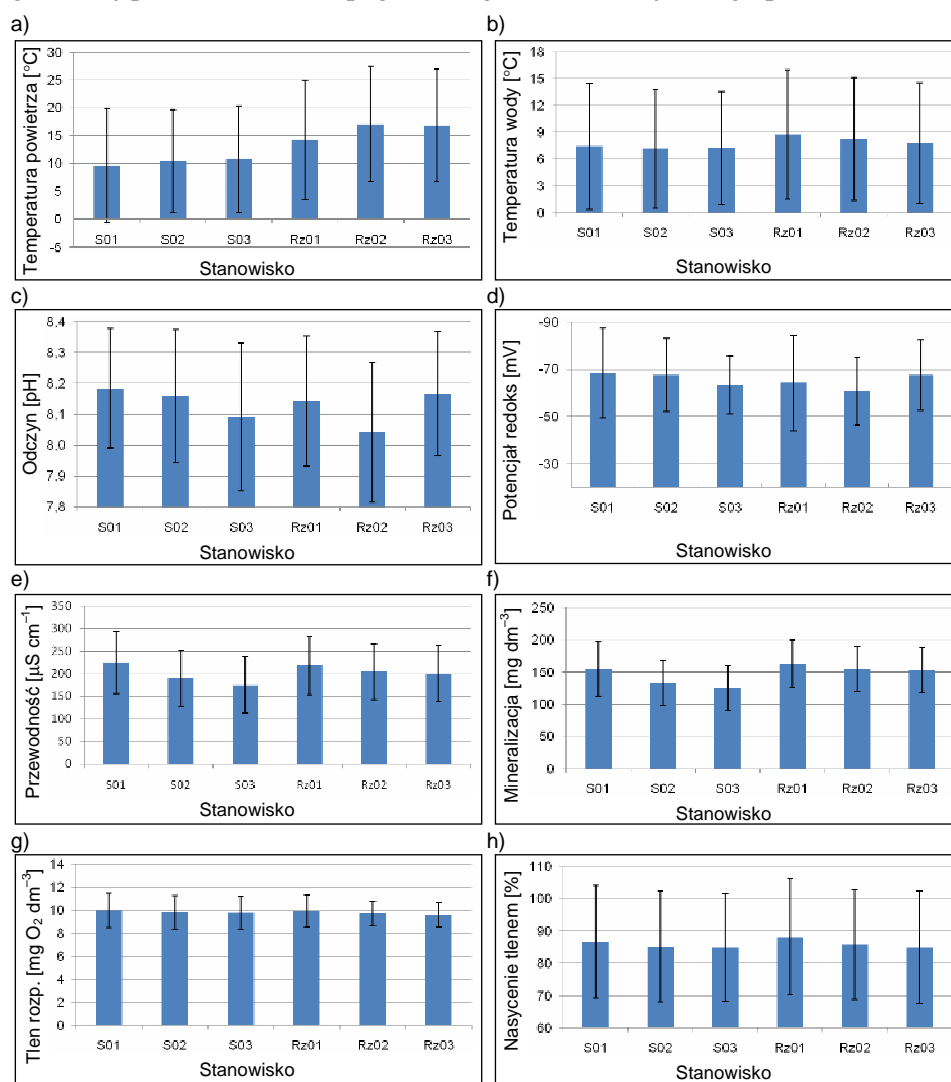
Zbadany potencjał redoks zmieniał się podobnie jak pH (rys. 2d). Określona na podstawie potencjału skala redoks rH wykazała, że w obu potokach panują warunki przejściowe bądź słabo redukcyjne. W obydwu ciekach przewodność elektrolityczna wzrastała od części źródłiskowej ku ujściowej (rys. 2e). W zlewni Świerzówki zmiany te były wyraźniejsze (od 174 do 226 $\mu\text{S cm}^{-1}$) niż w wodach Rzeszówki (od 200 do 218 $\mu\text{S cm}^{-1}$).

Mineralizacja ogólna została określona na podstawie przewodności i współczynnika przeliczeniowego [2]. Na tej podstawie wody sklasyfikowano jako słodkie z przewagą jonu HCO_3^- . Wskaźnik ten miał wyższą wartość w wodach potoku Rzeszówka, w których odnotowano średnią zawartość jonów mineralnych ok. 150 mg dm^{-3} na wszystkich trzech stanowiskach. W wodach Świerzówki średnia mineralizacja wzrastała od 125 mg dm^{-3} w części źródłiskowej do 155 mg dm^{-3} przy ujściu (rys. 2f). Podobnie jak w przypadku pH i mineralizacji ogólnej na wartość przewodności elektrolitycznej miały wpływ wody wpływające ze źródeł podziemnych zbadanych przez PIG [9].

W rejonie Rzeszówki zidentyfikowano źródła podziemne charakteryzujące się przewodnością rzędu 200 $\mu\text{S cm}^{-1}$, która może wpływać na zidentyfikowane wartości tego wskaźnika w trzech przekrojach. Jedynie niewielki wzrost przewodności w dół biegu rzeki informuje o nieznaczącym wpływie innych źródeł. Natomiast w rejonie zlewni Świerzówki obserwowany wzrost wynika zapewne z udziału pól uprawnych i nieskanalizowanych gospodarstw w zlewni. Odnotowane wartości przewodności są stosunkowo niewysokie. Według Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. 2008 Nr 162, poz. 1008) dopiero powyżej wartości 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ powierzchniowe wody płynące tracą I klasę jakości. Zawartość tlenu rozpuszczonego była podobna w wodach obydwu cieków i w obydwu

nieznacznie wzrastała od źródła do ujścia (rys. 2g). Nasycenie wód tlenem było nieznacznie wyższe w wodach Rzeszówki (rys. 2h). Według Elbanowskiej i innych [3] wody obu potoków można zaliczyć do średnio zanieczyszczonych ($40 < \text{nasycenie tlenu} < 80\text{-}95\%$).

Latem obserwowano wartości powyżej 100%, które wskazują na silną fotosyntezę [3]. Podobny poziom nasycenia wód tlenem w obydwu ciekach przy wyższej temperaturze wody w potoku Rzeszówka wskazuje na szybszą konsumpcję tlenu w Świerzówce, która może wynikać z większej ilości materii organicznej pochodzenia antropogenicznego dostarczanej do tego potoku.



Rys. 2. Średnie wartości (w przypadku pH mediana) i odchylenia standardowe analizowanych wskaźników pobranych z trzech stanowisk potoków Rzeszówka (Rz) i Świerzówka (S)

4. Wnioski

1. Gospodarstwa domowe mają największy wpływ na przewodność elektrolityczną, która była większa w wodach spływających z zabudowanej zlewni potoku Świerżówka.
2. Tendencja zmian wartości badanych wskaźników od części źródłkowej w kierunku ujścia na potoku Świerżówka świadczy o niekorzystnym wpływie zabudowy mieszkalnej i gospodarczej na jakość wody.
3. Jakość wód potoku Rzeszówka w całym biegu wynika w dużym stopniu z oddziaływania źródeł wód podziemnych.
4. Pomimo niewysokich wartości analizowanych wskaźników konieczne jest wdrożenie, zwłaszcza w zlewni Świerżówki, Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej, który mówi o stosowaniu odstożników ścieków oraz wykonaniu odpowiednich płyt do składowania obornika w gospodarstwach, gdzie ich brakuje. W gospodarstwach, w których te urządzenia występują należy kontrolować ich stan techniczny i w razie potrzeby wyremontować. Należy ograniczyć użytkowanie nawozów sztucznych, a w ich miejsce stosować nawozy naturalne – obornik, gnojowicę lub „zielony” nawóz. Korzystnym przedsięwzięciem byłoby skanalizowanie wsi oraz wybudowanie oczyszczalni ścieków, co wyeliminowałoby emisję ścieków bytowo-gospodarczych do wód powierzchniowych, a jednocześnie poprawiło jej jakość.
5. W analizowanych ekosystemach jakość wód wynika z nakładania się różnych czynników naturalnych i antropogenicznych, co powoduje, że analizowane wskaźniki, choć przydatne, nie pozwalają na dokładne określenie przyczyn zidentyfikowanych poziomów zanieczyszczenia. Konieczne jest wzbogacenie zakresu analiz o wskaźniki tlenowe (BZT, ChZT) oraz biogenne.

Literatura

1. Cao W., Hong H., Zhang Y., Yue S.: Nitrogen sources and export in agricultural catchments: A nested catchment comparison. *Aquat. Eco. Health Manage.*, 2006, 9(1), 9-13.
2. Chełmicki W.: Degradacja i ochrona wód. Część druga – zasoby. Wydaw. UJ, Kraków 1999.
3. Elbanowska H., Zebre J., Siepak J.: Fizyczno-chemiczne badania wód. Wydaw. UAM, Poznań 1999.
4. Górecki K., Mencil B.: The effect of sewage treatment plants on nitrogen and phosphorus loads transported by the Warta river in the Oborniki-Skwierzyna Stretch. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2006, 15(2), 271-275.
5. Ilnicki P.: Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych. *Przegląd Komunalny*, 2002, 2(125), 35-49.
6. Kajak Z.: *Hydrobiologia–Limnologia. Ekosystemy Wód Śródlądowych*. WN PWN, Warszawa 1998, 1-355.

7. Kleczkowski A., Różkowski A.: Słownik hydrogeologiczny. Wydaw. PIG, Warszawa 1996.
8. Koszelnik P., Tomaszek J.A.: Share of different types of catchments in the Solina reservoir loading with biogenic elements. *Env. Prot. Eng.*, 2004, 30(4), 67-72.
9. Migaszewski Z.M., Gałuszka A., Strycz K.: Ocena stopnia skażenia środowiska przyrodniczego w wybranych parkach narodowych w Polsce w świetle badań geochemicznych i biogeochemicznych. Wydaw. PIG, Kielce 2003.
10. Taboada-Castro M.M., Diéguez-Villar A., Taboada-Castro M.T.: Temporal variation of nitrogen and phosphorus content in surface waters from a small agricultural catchment in NW Spain, [in:] *Water Pollution VII: Modelling, measuring and prediction*, ed. by C.A. Brebbia, D. Almorza and D. Sales. Witt Press, Southampton 2003, 499-508.

INFLUENCE OF WATERSHED MANAGEMENT ON SURFACE WATER QUALITY. TWO DIFFERENT CATCHMENT CASE STUDY

Abstract

This paper reports a study concerning anthropogenic pressures on water quality of two streams in upper Wisłoka river watershed. Samples were taken from three sites of two streams every month (twelve occasions). Sampled waters were made subject to determinations of water and air temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity and redox potential. Influence of households was observed in the Świerżówka watershed, where conductivity was higher than in the Rzeszówka watershed. In the Rzeszówka influence of groundwaters was noted.

Wpłynęło do Oficyny Wydawniczej w marcu 2009 r.