

## STOPIEŃ DEGRADACJI RZEKI WIEJSKIEJ W BEZPOŚREDNIM SĄSIEDZTWIE BIAŁEGOSTOKU

**Elżbieta JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK,  
Piotr ZIELIŃSKI, Andrzej GÓRNIAK**

Uniwersytet w Białymstoku, Zakład Hydrobiologii, Instytut Biologii

*Słowa kluczowe: DOC (RWO), jakość wody, nutrienty, zlewnia seminaturalna, rolnicza, miejska*

### Streszczenie

W pracy przedstawiono jakość wody trzech małych rzek regionu białostockiego, drenujących obszary o odmiennym zagospodarowaniu. Na tle warunków seminaturalnych (rzeka leśna) wskazano właściwości fizyczno-chemiczne wody podlegające przekształceniom antropogenicznym na obszarach rolniczych i miejskich. Przedstawiono rolę zlewni w zanieczyszczeniu wód płynących, wykorzystując pochodną odpływu jednostkowego i stężenia jonów w wodzie ( $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ ). Jakość wody w rzece wiejskiej była zbliżona do jakości wody rzeki miejskiej, natomiast ładunek jednostkowy składników docierających ze zlewni rolniczej do koryta cieków był znacznie mniejszy niż na obszarze miasta i zbliżony do wartości stwierdzonych w zlewni seminaturalnej.

### WSTĘP

Rzeki stanowią nieodłączny element krajobrazu kształtowanego przez człowieka, odgrywając istotną rolę w jego gospodarce i życiu. Wody rzeczne zawierają różnorodne składniki rozpuszczone i zawieszone. Głównym czynnikiem determinującym lokalny skład chemiczny wód płynących jest budowa geologiczna zlewni oraz rodzaj i ilość zanieczyszczeń (atmosferycznych, powierzchniowych i podziemnych) dopływających do koryta rzeczno-ego. Stężenia substancji rozpuszczonych w wodzie zmieniają się na skutek chemicznych i biologicznych interakcji w obrębie koryta i w zlewni oraz w wyniku zmian hydrometeorologicznych.

---

Adres do korespondencji: dr E. Jekatierynczuk-Rudczyk, Uniwersytet w Białymstoku, Instytut Biologii, Zakład Hydrobiologii, ul. Świerkowa 20B, 15-950 Białystok; tel. +48 (85) 745-74-30, e-mail: rudczyk@uwb.edu.pl

W regionie białostockim wody płynące są narażone na wiele rodzajów zanieczyszczeń. Do głównych należy zaliczyć zanieczyszczenia rolnicze, komunalne i przemysłowe, docierające ze źródeł punktowych, liniowych i obszarowych. Wszystkie rodzaje zanieczyszczeń w znaczny sposób wpływają na jakość wód w rzekach drenujących obszary użytkowane gospodarczo [CHELMICKI, 1997].

Badania jakości wody prowadzono w trzech małych rzekach – Krzemianka, Horodnianka i Jaroszkówka<sup>1)</sup> (tab. 1), zlokalizowanych na Nizinie Północnopodlaskiej [KONDRACKI, 1998]. Dwie z wymienionych rzek – Krzemianka i Jaroszkówka – leżą w dorzeczu Supraśli, głównej rzeki Wysoczyzny Białostockiej. Krzemianka jest prawobrzeżnym dopływem Czarnej, należącej do największych dopływów Supraśli, natomiast Jaroszkówka jest bezpośrednim lewobrzeżnym dopływem Supraśli. Horodnianka jest bezpośrednim prawobrzeżnym dopływem Narwi. Krzemianka drenuje obszary leśne. Jaroszkówka wypływa na terenie Białegostoku – jest to rzeka miejska. Horodnianka drenuje użytki rolne w sąsiedztwie Białegostoku. Celem przeprowadzonych badań była:

- ocena stopnia degradacji wód przepływających przez użytki rolne na tle jakości wód rzek drenujących obszary miejskie i seminaturalne,
- wykazanie zróżnicowania przestrzennego jakości wody rzeki na terenach wiejskich.

**Tabela 1.** Cechy morfometryczne i hydrologiczne badanych rzek regionu białostockiego

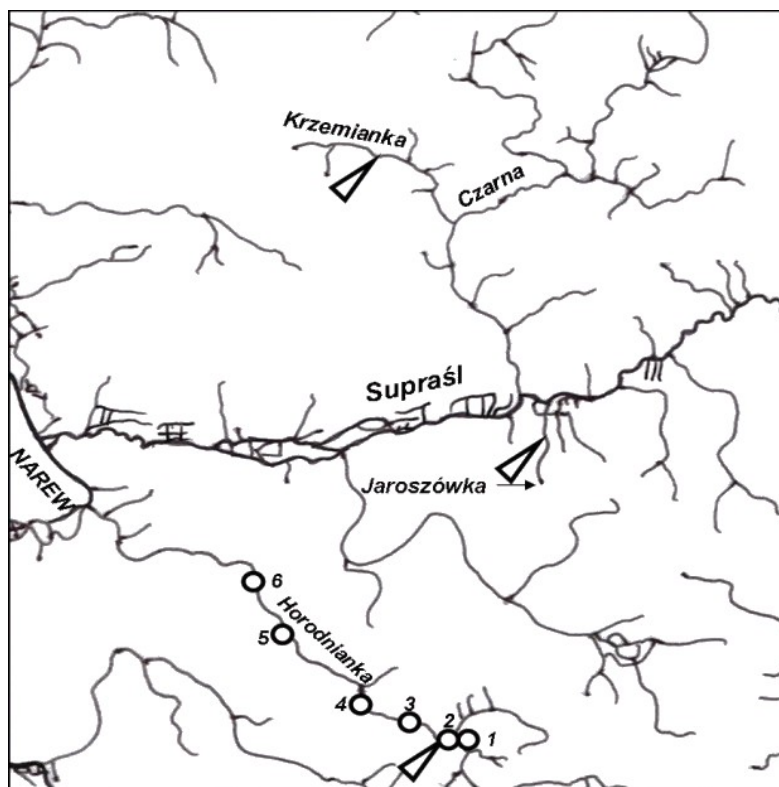
**Table 1.** Morphometric and hydrologic parameters of examined rivers near Białystok



Rzeka River	Długość rzeki Length of the river km	Powierzchnia zlewni Catchment area km <sup>2</sup>	Stopień zalesienia zlewni Percent of forests in the catchment %	Średni przepływ rzeki Mean river flow dm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
Krzemianka	7,7	33,1	80	112
Horodnianka	27,4	76,0	40	160
Jaroszkówka	3,8	3,4	14	14

## METODY BADAŃ

Pomiary hydrologiczno-hydrochemiczne wykonywano co miesiąc, w 2003 r. W celu porównania jakości wody w trzech rzekach o różnie zagospodarowanych zlewniach przekroje hydrometryczne zlokalizowano w ich początkowych odcinkach (rys. 1), tak aby ich średnie roczne natężenie przepływu było zbliżone. Dane z tych punktów wykorzystano do oceny stopnia degradacji wody w rzece wiejskiej

<sup>1)</sup> Badania hydrochemiczne rzeki Krzemianka i Jaroszkówka przeprowadzono w ramach projektu badawczego KBN nr 3 PFO 017 23 pt. „Rola strefy hyporeicznej w małych rzekach nizinnych”.



-  – lokalizacja przekrojów hydrometrycznych  
 – location of hydrometric cross sections  
 – lokalizacja stanowisk pomiarowych na rzece Horodnianka  
 – location of sampling sites in the Horodnianka River

Rys. 1. Sieć hydrograficzna regionu białostockiego [wg Podziału..., 1998]

Fig. 1 Hydrographic network of Białystok region [acc. Podział..., 1998]

na tle rzeki leśnej i miejskiej oraz porównania jednostkowego ładunku składników chemicznych docierających do wody z różnych typów zlewni.

W celu wykazania przestrzennego zróżnicowania jakości wody w rzece wiejskiej badania jakości wody prowadzono dodatkowo w sześciu przekrojach wzdłuż biegu Horodnianki (rys. 1):

- 1, 2 – w Olmontach – zlewnia rzeki zagospodarowana rolniczo: pola uprawne, łąki i pastwiska,
- 3 – w Hryniewiczach – łąki i pastwiska, rozproszona zabudowa wiejska,
- 4 – w Horodnianach – zwarta zabudowa podmiejska,
- 5 – w Klepaczach – pola uprawne, ogródki działkowe, zabudowa podmiejska,
- 6 – w Krupnikach – łąki i pastwiska, stawy hodowlane w dolinie rzeki.

Analizy terenowe i laboratoryjne wykonywano metodami opisanymi przez HERMANOWICZA i in. [1976]. Związki azotu mineralnego i fosforu oznaczano metodą kolorymetryczną. Azot organiczny oznaczano za pomocą analizatora Kjeldhalla. Zawartość rozpuszczonego węgla organicznego (RWO, ang. DOC) oznaczono w analizatorze węgla organicznego metodą zaproponowaną przez ZIELIŃSKIEGO i GÓRNIAKA [1999]. Na podstawie stężenia DOC ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) i wartości absorbancji wody przy długości fali 260 nm ( $A_{260}$ ) wyliczono wskaźnik aromatyczności rozpuszczonej materii organicznej SUVA (Specific UV Absorbance) ( $\text{g C}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) [KORSHIN i in., 1997]:

$$SUVA = \frac{1000A_{260}}{DOC}$$

W celu oceny wpływu zlewni na jakość wód rzecznych wyliczono ładunek jednostkowy  $\varphi$  ( $\text{mg}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) składników docierających ze zlewni do rzeki, uwzględniający średnie stężenia składników w wodzie  $c$  ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ), natężenie przepływu  $Q$  ( $\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ) i powierzchnię zlewni  $F$  ( $\text{km}^2$ ):

$$\varphi = \frac{cQ}{F}$$

Obliczenia statystyczne wykonano w programie Statgraphics 5,0 for Windows.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wartości parametrów fizykochemicznych wody w rzekach drenujących obszary rolnicze i miejskie zawsze różniły się od parametrów wody rzek drenujących obszary seminaturalne (leśne) (tab. 2). Największą średnią wartość temperatury wody zanotowano w rzece miejskiej. Jest to wyraz wpływu trudnych do ustalenia czynników antropogenicznych. Najczęściej wzrost średniej rocznej temperatury wody powoduje zrzut podgrzanych wód chłodniczych, dopływ ścieków z nieszczelnej sieci kanalizacyjnej [CHELMICKI, 1997], a także mikroklimat obszarów miejskich [SCHÖNWIESE, 1997]. W rzece drenującej obszary rolne średnia wartość temperatury wody była podobna do notowanej w rzece drenującej obszary leśne. Odczyn wody w badanych rzekach był zbliżony (tab. 2). W rzekach Białostockizny drenujących obszary seminaturalne (leśne) przewodnictwo elektrolityczne wody wynosiło około  $450 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  [JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK, ZIELIŃSKI, 2004]. W rzece drenującej obszary rolnicze wartość tego parametru była nieco większa, a w rzece miejskiej – większa średnio o ponad  $300 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Średnie stężenie głównych makroelementów w rzece wiejskiej znacznie przekraczało zanotowane w rzece leśnej i było zbliżone do notowanego w wodzie rzeki miejskiej.

**Tabela 2.** Zakres i wartości średnie wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wody rzek regionu białostockiego różniących się zagospodarowaniem zlewni w 2003 r. hydrologicznym; Krzemiańska – rzeka leśna, Horodnianka – rzeka wiejska, Jaroszkówka – rzeka miejska

**Table 2.** Physical and chemical parameters (range and mean values) of river waters near Białystok in 2003. The Krzemiańska River – a forest river, the Horodnianka River – a rural river, the Jaroszkówka River – an urban river

Parametr Parameter	Krzemiańska	Horodnianka	Jaroszkówka
1	2	3	4
Liczba prób Number of samples	9	10	9
Natężenie przepływu wody, $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Flow rate, $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	<u>7.0–25.8</u> 11,5	<u>2.0–70.8</u> 12,7	<u>2.5–35.6</u> 14,0
Temperatura, °C Temperature, °C	<u>2.9–11.3</u> 7,2	<u>0.2–18.4</u> 7,8	<u>3.1–15.7</u> 9,0
pH	<u>7.2–8.4</u> 7,8	<u>6.9–8.1</u> 7,3	<u>7.4–8.2</u> 7,7
Przewodność właściwa, $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ Electrolytic conductivity, $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	<u>322–466</u> 433	<u>435–854</u> 583	<u>768–826</u> 789
Stopień wysycenia wody tlenem, % Oxygen saturation, %	<u>70–141</u> 97	<u>21–114</u> 68	<u>77–116</u> 96
DOC, $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>0.6–3.1</u> 1,8	<u>4.1–25.6</u> 11,3	<u>1.1–24.2</u> 4,6
Barwa wody, $\text{mg Pt} \cdot \text{dm}^{-3}$ Water colour, $\text{mg Pt} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>9–118</u> 31	<u>9–98</u> 47	<u>9–30</u> 12
SUVA, $\text{g C} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>13.0–74.0</u> 30,2	<u>8.6–74.9</u> 34,5	<u>2.9–97.9</u> 39,3
$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>85–102</u> 93	<u>84–146</u> 106	<u>100–149</u> 134
$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>1.5–17.5</u> 7,6	<u>3.2–21.0</u> 11,6	<u>1.1–17.6</u> 10,4
$\text{Na}^+$ , $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>3.2–11.2</u> 6,2	<u>3.0–9.3</u> 5,9	<u>2.4–20.1</u> 13,0
$\text{K}^+$ , $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>0.1–0.7</u> 0,3	<u>1.1–11.7</u> 1,6	<u>0.2–2.5</u> 0,6
$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>22.9–41.0</u> 29,7	<u>11.0–70.8</u> 50,3	<u>43.9–57.4</u> 50,5
$\text{Cl}^-$ , $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>15.5–26.9</u> 20,2	<u>15.8–21.7</u> 21,2	<u>31.3–58.1</u> 41,1
N organiczny, $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ Organic nitrogen, $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	<u>338–1211</u> 592	<u>776–2488</u> 1719	<u>143–1071</u> 567

cd. tab. 2

1	2	3	4
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , μg·dm <sup>-3</sup>	<u>118–634</u> 363	<u>702–2954</u> 1799	<u>3283–6373</u> 5142
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , μg·dm <sup>-3</sup>	<u>118–634</u> 148	<u>64–292</u> 181	<u>98–574</u> 202
P całkowity, μg·dm <sup>-3</sup>	<u>41–565</u>	<u>1–578</u>	<u>39–326</u>
Total phosphorus, μg·dm <sup>-3</sup>	216	206	134
P-PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , μg·dm <sup>-3</sup>	<u>28–86</u> 55	<u>24–557</u> 150	<u>13–68</u> 34

W rzece wiejskiej stężenie sodu i chlorków było zbliżone do wartości w rzece przepływającej przez obszary seminaturalne. Zawartość jonów sodu i chlorków w wodach miejskich jest zawsze największa w regionie – jest to spowodowane sposobem oczyszczania dróg w okresie zimowym [Raport, 2004]. Mimo podwyższonej zawartości głównych makroelementów woda w rzece wiejskiej należy do wodorowęglanowo-wapniowego typu hydrochemicznego [MACIOSZCZYK, 1987].

Charakterystyczną cechą wód w zlewni rolniczej było podwyższone stężenie rozpuszczonego węgla organicznego (DOC) i wartości wskaźnika barwy wody oraz zbliżonej do wartości w pozostałych rzekach względnej aromatyczności materii organicznej (SUVA) (tab. 2). Średnie stężenia DOC odnotowane w rzece terenów wiejskich, były dwukrotnie większe niż w rzece miejskiej i prawie sześciokrotnie większe niż w rzece leśnej (o dużym stopniu uźródłowienia) (tab. 2). Zakresy zmian stężenia DOC były największe w rzece miejskiej i wiejskiej, natomiast w źródłowym odcinku rzeki leśnej – bardzo niewielkie. Podwyższone stężenie DOC w rzece drenującej tereny rolnicze wynika prawdopodobnie z tego, że ekosystemy łąkowe są zdolne do produkowania rocznie podobnej ilości biomasy, co ekosystemy leśne. Rzeki naturalne, o niewielkim stopniu przekształcenia antropogenicznego, jak np. źródłowa część Krzemianki (tab. 2), wykazują zdolność do homeostazy i niewielkiej zmienności stężenia DOC (współczynnik zmienności = 38%) [ZIELIŃSKI, 2004]. Istotne statystycznie zróżnicowanie stężenia DOC w wodach badanych rzek świadczy o tym, że ten parametr jest ważnym wskaźnikiem hydrologicznych i biogeochemicznych procesów zachodzących w skali małych zlewni [MULHOLLAND, 1997].

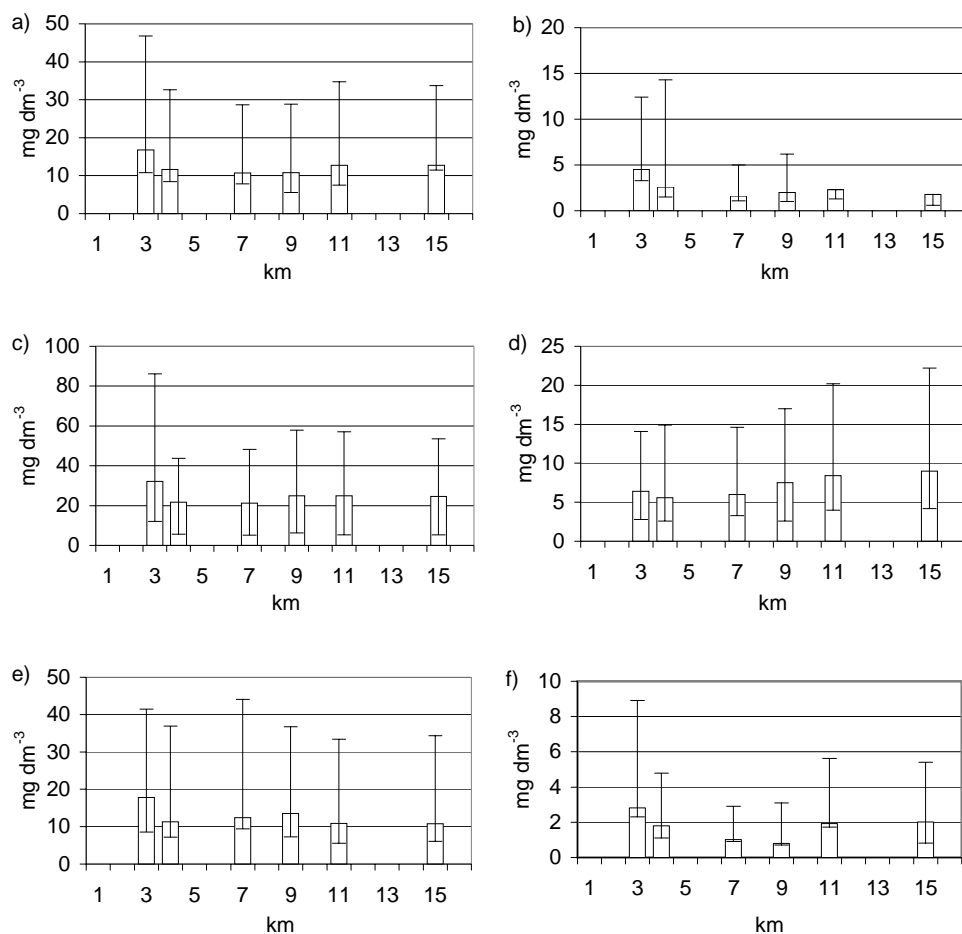
Bardzo wyraźne różnice jakości wody można dostrzec w przypadku stężeń pierwiastków biogennych. Największe stężenia azotanów i jonów amonowych odnotowano w rzece obszarów miejskich, natomiast najmniejsze – w rzece leśnej. Średnie stężenie azotu azotanowego w wodach Jaroszkówki wynosiło średnio ok. 5 mg·dm<sup>-3</sup> i było prawie 13-krotnie większe niż w Krzemiance i 3-krotnie większe niż w Horodniance. Duże stężenia składników fizyczno-chemicznych wody w Jaroszwce i Horodniance świadczą o zmianie jakości wody spowodowanej działal-

nością gospodarczą człowieka [NAGOYE, MACHIWA, 2004]. Odmianą sytuację odnotowano w przypadku fosforu. Szczególnie bogata w ortofosforany była woda rzeki wiejskiej, zaś fosfor całkowity największe stężenia osiągał w wodach rzek leśnej i wiejskiej, co wynika z dużej zawartości w wodzie nierozłożonego jeszcze biosestonu pochodzenia allochtonicznego.

Różnorodność składu chemicznego wody rzek jest wypadkową oddziaływania zlewni i warunków przepływu [BAJKIEWICZ-GRABOWSKA, 2002]. Wszystkie badane rzeki to rzeki 2–3 rzędu, w bardzo dużym stopniu uzależnione od procesów zachodzących w zlewni. W zlewniach tych rzek dominują głównie kwaśne gleby mineralne o stosunkowo małych zdolnościach sorpcyjnych, co ułatwia migrację rozpuszczalnych w wodzie substancji.

Zmiany parametrów jakości wody z biegiem rzeki w Horodniance były niewielkie. Istotne statystycznie różnice w kolejnych punktach pomiarowych zanotowano jedynie w przypadku kilku parametrów. Należą do nich stężenia Ca, Mg, Na, K, Cl, Fe, DOC, N-NO<sub>3</sub> i fosforu całkowitego (test porównań wielokrotnych metodą Duncana). Większość wymienionych parametrów osiągała największe wartości w początkowym biegu rzeki (rys. 2a, b). Tu również zanotowano największą ich zmienność, co jest związane z drenażem dużej powierzchni zlewni, przekraczającej 8 km<sup>2</sup> i niewielkim przepływem wody w rzece (tab. 2). W dolnym odcinku rzeki zanotowano nieco większe wartości stężenia Cl i Na (rys. 2c, d). Zawartość sodu i chlorków docierających do wód powierzchniowych głównie ze źródeł liniowych ulega kumulacji ze względu na niewielką możliwość ich przekształcenia w wodzie i wykorzystania przez makrofitę [STARCK, 2002].

Istotne było także zróżnicowanie stężenia DOC i jonów NO<sub>3</sub> wzdłuż biegu Horodnianki (rys. 2e, f). Widoczna była tendencja stopniowego zmniejszania się DOC z biegiem rzeki. Różnice te były istotne statystycznie między stanowiskami na 3. i 11. km, a także między 3. a 15. km (rys. 2e). Stopniowe zmniejszanie się zawartości rozpuszczonych związków organicznych w wodzie jest zgodne z koncepcją ciągłości rzeki [VANOTTE i in., 1980]. Odnotowano istotne statystycznie stopniowe zmniejszanie się, a następnie zwiększanie stężeń jonów azotanowych z biegiem rzeki – na odcinku 5 km nawet dwukrotnie (rys. 2f). Zróżnicowanie stężenia azotu azotanowego jest spowodowane przemianami azotu w wodzie oraz jego wykorzystaniem biologicznym. Zwiększanie stężenia NO<sub>3</sub> w dolnym odcinku rzeki może być spowodowane rozpadem kompleksów mineralno-organicznych wynoszonych ze zlewni Horodnianki [GÓRNIAK, 1996], a także zwiększonym dopływem wody z obszarów zwartej zabudowy wiejskiej. Ekosystemy rzeczne są zintegrowane funkcjonalnie z odwadnianą przez siebie zlewnią [HILLBRICHT-ILKOWSKA, 1999]. Sposób i intensywność działań prowadzonych przez człowieka na terenie zlewni ma duży wpływ na jakość przepływającej korytem wody. Rzeka Horodnianka prawie na całej długości płynie w uregulowanym korycie, pozbawionym przejściowych stref ekotonowych, zwiększających zdolności buforowe obszaru [ZALEWSKI, 1994].



Rys. 2. Zmiany parametrów jakości wody wzdłuż biegu rzeki Horodnianka w 2003 roku hydrologicznym (średnia i zakres wartości): a) jonów magnezu, b) jonów potasu, c) chlorków, d) sodu, e) rozpuszczonego węgla organicznego (DOC), f) azotu azotanowego

Fig. 2. Changes of the water quality parameters along the Horodnianka River in the 2003 hydrological year (mean and range): a) magnesium ions, b) potassium ions, c) chlorides, d) sodium, e) dissolved organic carbon (DOC), f) nitrate nitrogen

Porównanie stężenia rozpuszczonych w wodzie składników umożliwia ogólną ocenę jakości wody, bez możliwości wykazania wpływu zlewni na ich wielkość. Jakość wody zależy od procesów zachodzących nie tylko w korycie rzecznej, ale też w zlewni. Obliczenie jednostkowego ładunku składników chemicznych docierających ze zlewni do koryt rzecznych umożliwiło ocenę stopnia przekształcenia zlewni powierzchniowej rzek Białostoczczyzny. Obciążenie zanieczyszczeniami ze zlewni Horodnianki było znacznie mniejsze niż rzeki miejskiej, ale nieco większe



niż rzeki seminaturalnej (tab. 3). Niepokojącym zjawiskiem w przypadku rzeki wiejskiej był docierający do niej ładunek potasu, porównywalny z odprowadzanym ze zlewni miejskiej, oraz duży ładunek DOC, P-PO<sub>4</sub> i azotu azotanowego i organicznego. Wymienione składniki są typowe dla obszarowych zanieczyszczeń rolniczych, powstających w wyniku spływu nawozów sztucznych lub szczątków organicznych. Z analizy jednostkowego ładunku zlewniowego składników chemicznych wody jednoznacznie wynika, że przekształcenie środowiska przyrodniczego obszarów wiejskich w regionie białostockim i negatywny wpływ zlewni na jakość wód płynących regionu są stosunkowo niewielkie. Większą możliwość zmiany jakości wód powierzchniowych stwierdzono na terenach miejskich, których udział w ogólnej powierzchni regionu i województwa podlaskiego jest niewielki.

**Tabela 3.** Średnia wartość ładunku jednostkowego wybranych składników chemicznych docierającego do wód płynących w regionie białostockim ze zlewni leśnej (Krzemianka), użytkowanej rolniczo (Horodnianka) i miejskiej (Jaroszkówka)

**Table 3.** Specific load of selected elements (mean and range values) delivered to running waters in Białystok region from forested (the Krzemianka River), agriculturally used (the Horodnianka River) and urban (the Jaroszkówka River) catchment basins

Parametr Parameter	Krzemianka	Horodnianka	Jaroszkówka
Powierzchnia zlewni cząstkowej, km <sup>2</sup> Watershed area, km <sup>2</sup>	20,1	8,1	3,0
Nateżenie przepływu, dm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> Flow rate, dm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	11,5	12,7	14
Wapń Calcium, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	53,3	165,6	625,3
Magnes Magnesium, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	4,4	18,2	48,5
Sód Sodium, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	3,7	9,3	60,6
Potas Potassium, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,2	2,5	2,8
Siarczany Sulphates, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	17,0	78,6	235,6
Chlorki Chlorides, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	11,6	33,1	191,8
DOC, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	1,0	17,2	21,5
Azot organiczny, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup> Organic nitroge, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,4	2,7	2,7
Azot azotanowy, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup> Nitrate nitrogen, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,2	2,8	24,0
Azot amonowy, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup> Ammonium nitrogen, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,1	0,3	0,9
Ortofosforany, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,03	0,3	0,2
Soluble reactive phosphorus, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>			
Fosfor całkowity, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,1	0,3	0,6
Total phosphorus, mg·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>			

## WNIOSKI

Pomimo niewielkiego obszaru badań odnotowano duże zróżnicowanie jakości wody w rzekach, co jest przejawem „plamistości” krajobrazu podmiejskiego. Na obszarze podmiejskim w mniejszym stopniu na jakość wód ma wpływ podłoże geologiczne zlewni, zaś większą rolę odgrywa użytkowanie terenu i uwarunkowania hydrologiczne.

Jakość wody w Horodniance różniła się znacznie od jakości wody rzek drenujących obszary seminaturalne i była zbliżona do jakości wody rzek miejskich.

Jednostkowy ładunek składników chemicznych docierających do koryta rzecznej rzeki wiejskiej był znacznie mniejszy niż docierający do rzeki miejskiej.

Ze względu na regulację koryta rzecznej niewielką rolę w kształtowaniu jakości wody w Horodniance odgrywają tereny podmokłe znajdujące się w zlewni.

## LITERATURA

- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 2002. Obieg materii w systemach rzeczno-jeziornych. Warszawa: Wydaw. UW ss. 274.
- CHELMICKI W., 1997. Degradacja i ochrona wód (część pierwsza). Jakość. Kraków: Wydaw. UJ ss. 252.
- GÓRNIAK A., 1996. Substancje humusowe i ich rola w funkcjonowaniu ekosystemów słodkowodnych. Białystok: Diss. Univ. Vars. 448 ss. 151.
- HERMANOWICZ W., DOŻAŃSKA W., DOJLIDO J., KOZIOROWSKI B., 1976. Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków. Warszawa: Arkady ss. 418.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1999. Current challenges and the recommended directions of research in the ecology of freshwaters. *Acta Hydrobiol.* 41 Suppl. 6 s. 17–27.
- JEKATIERYN CZUK-RUDCZYK E., ZIELIŃSKI P., 2004. Stan i zagrożenia małej rzeki nizinnej na obszarze Parku Krajobrazowego Puszczy Knyszyńskiej. W: *Badania geograficzne w poznaniu środowiska*. Pr. zbior. Red. Z. Michalczyk. Lublin: Wydaw. UMCS s. 301–306.
- KONDRACKI J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 441.
- KORSHIN G. V., LI C. W., BENIAMIN M. M., 1997. Monitoring the properties of natural organic matter through UV spectroscopy: a consistent theory. *Water Res.* 31 s. 1787–1795.
- MACIOSZCZYK A., 1987. Metody przedstawiania składu chemicznego wód podziemnych. W: *Hydrogeochemia*. Pr. zbior. A. Macioszczyk. Warszawa: Wydaw. Geol. s. 314–360.
- MULHOLLAND P. J., 1997. Dissolved organic matter concentration and flux in streams. *J. North Am. Benthol. Soc.* 16 s. 131–141.
- NAGOYE E., MACHIWA J. F., 2004. The influence of land – use patterns in the Ruvu river watershed on water quality in the river system. *Physics Chemistry Earth* 29 s. 1161–1166.
- Podział hydrograficzny Polski, 1980. Cz. 2. Mapa 1:200 000. Warszawa: IMGW.
- Raport o stanie środowiska województwa podlaskiego w latach 2002–2003, 2004. *Bibl. Monit. Środ.* Białystok: IOŚ, WIOŚ ss. 234.
- STARCK Z., 2002. Rola składników mineralnych w roślinie. W: *Fizjologia roślin*. Pr. zbior. Red. J. Kopcewicz, S. Lewak. Warszawa: Wydaw. Nauk PWN s. 228–245.
- SCHÖNWISE C. S., 1997. Klimat miast: skutek działalności człowieka. W: *Klimat i człowiek*. Pr. zbior. Red. C. S. Schönwise. Warszawa: Wydaw. Prószyński i s-ka s. 107–111.

- VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMING K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E., 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37 s. 130–137.
- ZALEWSKI M., 1994. Rola ekotonowych stref buforowych w regulacji zanieczyszczeń obszarowych i przyspieszeniu tempa samooczyszczania rzek. W: *Zintegrowana strategia ochrony i gospodarowania ekosystemów wodnych*. Pr. zbior. Red. M. Zalewski. Łódź: PIOŚ s. 25–33.
- ZIELIŃSKI P., GÓRNIAK A., 1999. Analizy rozpuszczonego węgla organicznego w wodach naturalnych. *Aparatura Badawcza Dydaktyczna* nr 3 s. 37–45.
- ZIELIŃSKI P., 2004. Zasobność rzek północno-wschodniej Polski w rozpuszczony węgiel organiczny. W: *Metody badań substancji humusowych ekosystemów wodnych i lądowych*. Pr. zbior. Red. S. Gołębiowska. Szczecin: Wydaw. AR s. 93–98.

*Elżbieta JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK,  
Piotr ZIELIŃSKI, Andrzej GÓRNIAK*

#### **DEGRADATION OF A RURAL RIVER IN CLOSE VICINITY OF BIAŁYSTOK**

*Key words: DOC, nutrients, river, semi-natural catchment, rural, urban, water quality*

#### **S u m m a r y**

Water quality in three small rivers draining areas of different degree of human impact near Białystok was analysed. Physical and chemical parameters of waters in rural and urban areas affected by anthropogenic influence were confronted with semi-natural conditions (a river of forested catchment). Drainage area and specific runoff were the most important factors affecting concentrations of analysed ions ( $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ ). Water quality of the rural river was similar to that in the urban river. Specific load of nutrients delivered from the agricultural catchment area to the river was considerably smaller than that delivered to the urban river and similar to values found in the semi-natural catchment basin.

---

#### **Recenzenci:**

*prof. dr hab. Barbara Sapek*

*prof. dr hab. Maciej Zalewski*

Praca wpłynęła do Redakcji 10.10.2005 r.