



## **Jakość i walory użytkowe wody małej rzeki fliszowej**

*Agnieszka Policht-Latawiec, Andrzej Bogdał, Włodzimierz Kanownik,  
Tomasz Kowalik, Krzysztof Ostrowski, Paweł Gryboś  
Uniwersytet Rolniczy, Kraków*

### **1. Wstęp**

Jednym z głównych celów Ramowej Dyrektywy Wodnej UE [4] jest osiągnięcie i utrzymanie dobrego stanu ekologicznego wszystkich wód powierzchniowych i podziemnych do roku 2015. Państwa członkowskie Unii Europejskiej są zobowiązane do oceny jakości ekologicznej swoich wód powierzchniowych według pięcioklasowej klasyfikacji [1, 4, 7]. Wody powierzchniowe są najbardziej narażone na zanieczyszczenia zarówno ze strony naturalnych procesów (opady atmosferyczne, erozja, wietrzenie skał), jak i czynników antropogenicznych (miejskich, przemysłowych oraz działalności rolniczej) [2, 3, 6, 8, 10, 14, 15, 17, 25, 26]. Odprowadzane ścieki komunalne i przemysłowe stanowią stałe źródło zanieczyszczenia wody w rzece [11, 16]. Zanieczyszczenia powodują zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania ekosystemów wodnych i od wód zależnych. Jest to ogromny problem środowiskowy na całym świecie [13, 18]. Nadmiar tych substancji powoduje zmiany składu gatunkowego flory i fauny środowiska wodnego, a co za tym idzie pogorszenie stanu ekologicznego oraz chemicznego rzek [24]. Zanieczyszczenie wody utrudnia ich wykorzystanie w przemyśle, rolnictwie i rekreacji oraz do innych celów [5, 9, 12].

Celem pracy była ocena jakości i walorów użytkowych wody rzeki Ropy w dwóch punktach pomiarowo-kontrolnych zlokalizowanych poniżej i powyżej miasta Gorlice w latach 2009–2011.

## **2. Materiał i metody**

### **2.1. Obiekt badań**

Zlewnia rzeki Ropy położona jest w południowej części Polski, tuż przy granicy ze Słowacją. Obejmuje ona swym zasięgiem prawie cały powiat gorlicki oraz nieduży fragment powiatu tarnowskiego w woj. małopolskim, a także niewielką część powiatu jasielskiego w woj. podkarpackim.

Rzeka Ropa ma długość 78,7 km i powierzchnię dorzecza 974,1 km<sup>2</sup> oraz średni spadek podłużny dna około 6,6‰. Źródła jej wypływają ze stoków góry Jaworzynki na wysokości około 745 m n.p.m. Natomiast ujście Ropy zlokalizowane jest w 105 km biegu Wisłoki na wysokości około 225 m n.p.m. Od źródeł do zbiornika Klimkówka (zlokalizowanego w 54,4 km rzeki) Ropa jest potokiem fliszowym typu 12, natomiast poniżej ma charakter małej rzeki fliszowej typu 14 [21]. Ropa płynąc z najwyższych pasm Beskidu Niskiego przez Obniżenie Gorlickie do Kotliny Jasielsko-Krośnieńskiej przepływa przez kilka mniejszych miejscowości oraz miasto Gorlice (28628 mieszkańców), Biecz (4573) i Jasło (36918).

Zlewnia rzeki Ropy jest bardzo cenna przyrodniczo, ponieważ występują w jej granicach liczne obszary chronione m.in. obszary siedliskowe Natura 2000 – „Ostoja Nietoperzy Powiatu Gorlickiego” i „Ostoja Magurska”, obszar ptasi Natura 2000 o nazwie „Beskid Niski” oraz dwa rezerваты i liczne pomniki przyrody. Ponadto południowa część zlewni położona jest w Południowomałopolskim oraz Ciężkowickim Obszarze Chronionego Krajobrazu, a także niewielka jej część należy do Magurskiego Parku Narodowego. Również sama rzeka na odcinku od ujścia do km 43,9 w miejscowości Ropa (z wyłączeniem odcinka przepływającego przez Gorlice) należy do obszaru siedliskowego Natura 2000 „Wisłoka z dopływami”.

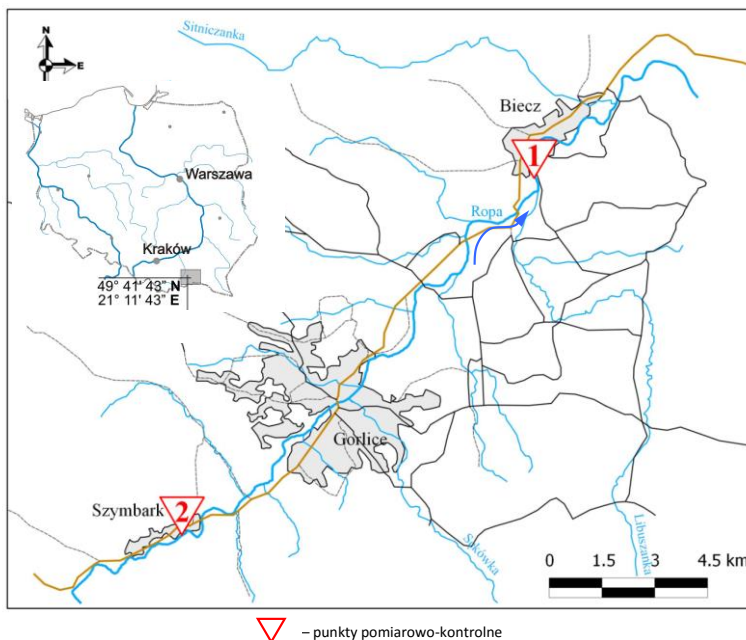
Zlewnia pod względem użytkowania jest obszarem rolniczo-leśnym, ponieważ areału gruntów użytkowanych rolniczo jest około 43%, a lesistość wynosi prawie 44%. Ze względu na mocne urzeźbienie powierzchni terenu oraz duży odsetek gruntów IV i V klasy bonitacyjnej, znaczne tereny są wyłączone z użytkowania.

Gospodarka wodno-ściekowa w zlewni jest obecnie tylko częściowo uregulowana. Procent zwodociągowania wynosi niewiele ponad

30%, natomiast skanalizowania około 37%. Rzeka Ropa jest z jednej strony źródłem wody dla celów komunalnych, z której korzysta m.in. miejscowość Wysowa-Zdrój i miasto Gorlice. Z drugiej strony jest odbiornikiem oczyszczonych ścieków zrzucanych bezpośrednio z 10 oczyszczalni (w tym 4 w Gorlicach) lub pośrednio doprowadzanych ciekami wodnymi będącymi dopływami Ropy.

## 2.1. Metody badań i opracowania wyników

Przedmiotem analizy były wartości wskaźników jakościowych wody rzeki Ropy, oznaczanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie. Próby wody pobierano w latach 2009–2011 w dwóch punktach pomiarowo-kontrolnych. Pierwszy z nich był usytuowany w miejscowości Biecz, sześć kilometrów poniżej miasta Gorlice w 21,2 kilometrze biegu rzeki, natomiast drugi w miejscowości Szymbark w 40,5 kilometrze rz. Ropy – 3,8 km powyżej Gorlic (rys. 1).



**Rys. 1.** Usytuowanie punktów pomiarowo-kontrolnych na badanym odcinku rzeki Ropy

**Fig. 1.** Location of measurement-control points on the analysed river Ropy section

W próbkach wody, metodami referencyjnymi [23] oznaczono raz w miesiącu 24 wskaźniki fizykochemiczne z grupy: fizycznych, tlenowych, biogennych, zasolenia i zakwaszenia oraz dwa indykatory mikrobiologiczne. Wartości 5 wskaźników z grupy specyficznych zanieczyszczeń syntetycznych i niesyntetycznych oraz 10 substancji priorytetowych oznaczano raz na kwartał.

Dla każdego wskaźnika jakości wody, określono wartość minimalną i maksymalną oraz wyliczono średnie arytmetyczne z okresu badań. Ponadto wskaźniki fizykochemiczne, które oznaczano co miesiąc, poddano szczegółowej analizie statystycznej. Polegała ona, po uprzednim sprawdzeniu normalności rozkładów testem Shapiro-Wilka i uwzględnieniu różnych liczebności w próbach, na oszacowaniu nieparametrycznym testem U Manna-Whitney'a (na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ ) istotności różnic pomiędzy wartościami poszczególnych wskaźników oznaczonych w 1. i 2. punkcie pomiarowo-kontrolnym. Dla wybranych wskaźników fizykochemicznych wody, istotnie różniących się między punktami, przedstawiono wartości ekstremalne, medianę i rozstęp kwartylny na wykresach typu ramka-wąsy.

Ocenę jakości wody rzeki Ropy, dla każdego punktu pomiarowo-kontrolnego, przeprowadzono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 roku w sprawie sposobu klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [22]. Walory użytkowe wody oceniono na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia [20] oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych [19].

### **3. Wyniki badań**

Temperatura wody badanego odcinka rzeki Ropy, we wszystkich terminach badawczych była niższa od 22°C. Średnie wartości w badanych punktach były niemal identyczne i kształtowały się na poziomie 9,1 i 9,2°C. Z tych względów wodę zaklasyfikowano do pierwszej klasy sta-

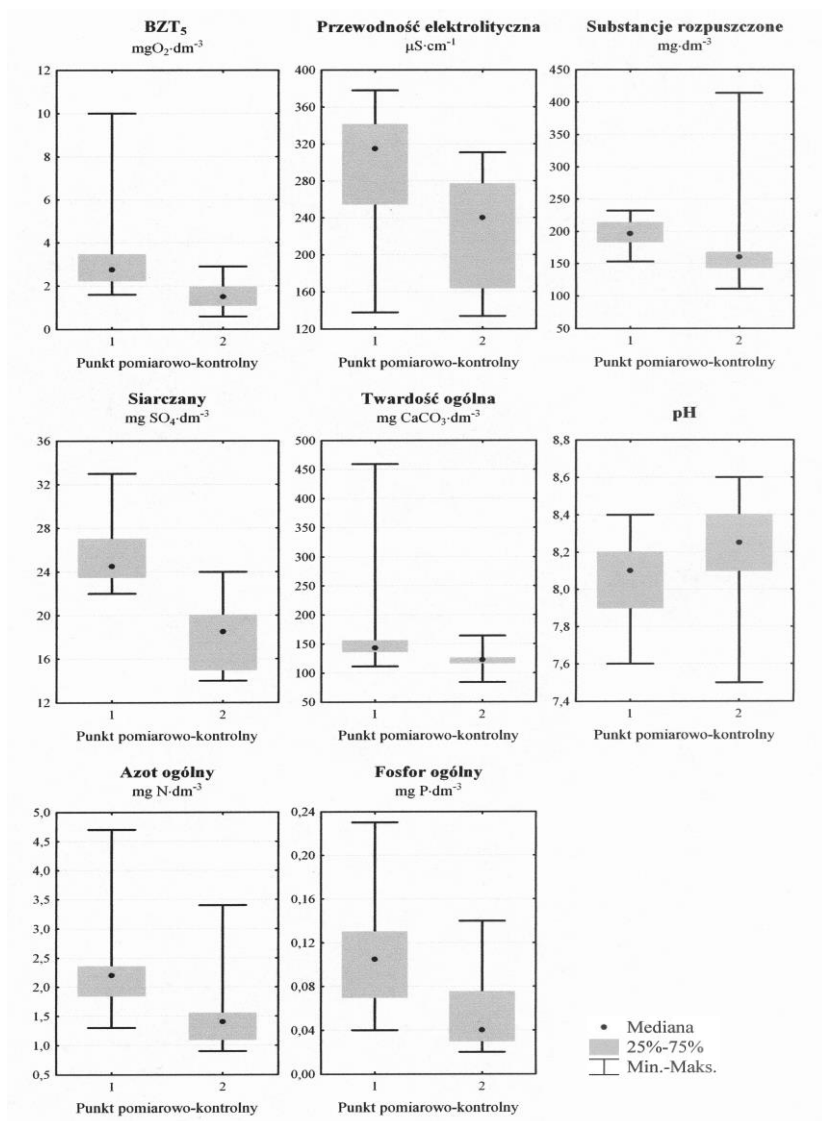
nu ekologicznego (tabela 1). Średnie stężenie zawiesiny ogólnej wyniosło  $20 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  poniżej Gorlic i  $17 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  w punkcie powyżej miasta, zatem wartości te nie przekroczyły dopuszczalnego normatywu dla wód klasy I tj.  $25 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  [22]. Podobnie jak w przypadku temperatury, wartości zawiesiny ogólnej nie różniły się statystycznie pomiędzy punktami pomiarowo-kontrolnymi.

Stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie na badanym odcinku rzeki Ropy zawierały się w niemal identycznym przedziale  $8,6\text{--}16,0 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ . Średnie w punkcie 1. i 2. nieznacznie się różniły i wynosiły odpowiednio  $12,1$  i  $12,4 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ , były więc większe od  $7 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ , czyli spełniały wymagania dla I klasy stanu ekologicznego (tabela 1).

Ze względu na ChZT–Mn oraz ogólny węgiel organiczny (OWO) wody były w pierwszej klasie jakości w obu badanych przekrojach. W przypadku BZT<sub>5</sub> w punkcie 1. wartość średnia przekroczyła o  $0,2 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$  dopuszczalną wartość ( $3 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ ) dla I klasy [22]. W punkcie powyżej Gorlic wartość BZT<sub>5</sub> mieściła się w zakresie dla wód o bardzo dobrej jakości. Analiza statystyczna wykazała, że biochemiczne zapotrzebowanie na tlen było istotnie większe poniżej Gorlic (rys. 2).

Wartości przewodności elektrolitycznej oraz stężenia substancji rozpuszczonych, siarczanów i chlorków kształtowały się na niskim poziomie w odniesieniu do wartości dopuszczalnych dla wód I klasy stanu ekologicznego. Istotnie większe wartości w/w wskaźników notowano poniżej Gorlic, co świadczy o wpływie terenów zurbanizowanych na zasolenie wód (tabela 1, rys. 2).

Wodę płynącą rzeką Ropą można uznać za miękką, ponieważ jej twardość ogólna w zdecydowanej większości terminów badawczych zawierała się w granicach  $100\text{--}200 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$  (tabela 1, rys. 2). Średnie z wielolecia 2009–2011 wartości tego wskaźnika zasolenia wynosiły w punkcie poniżej i powyżej miast, odpowiednio  $159$  i  $124 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$ . Wartości te różniły się istotnie i w obu przypadkach kwalifikowały wodę do I klasy (tabela 1).



**Rys. 2.** Wartości ekstremalne, mediana i rozstęp kwartylny wybranych wskaźników jakości wody istotnie różniących się pomiędzy punktami pomiarowo-kontrolnymi

**Fig. 2.** Extreme conditions, median and interquartile range of water quality indices significantly different between control-measurement points

**Tabela 1.** Jakość i walory użytkowe wody rzeki Ropy, poniżej (1) i powyżej (2) miasta Gorlice w latach 2009–2011  
**Table 1.** Quality and usable values of the Ropa river downstream (1) and upstream (2) of Gorlice town in 2009–2011

Grupa wskaźników	Wskaźnik [jednostka]		Zakres		Przydatność wody							
			Średnia (stan jakości)		do zaopatrzenia ludności		jako środowisko życia ryb					
			1	2			łososiowatych		karpiowatych			
			1	2	1	2	1	2	1	2		
Fizykochemiczne	Fizyczne	Temperatura	[°C]	$\frac{1,0-19,0}{9,1}$ (I)	$\frac{1,4-16,5}{9,2}$ (I)	A1		Tak				
		Zawiesina ogólna	[mg·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{2,5-194}{20}$ (I)	$\frac{2,5-109}{17}$ (I)	A3		Tak				
	Tlenowe	Tlen rozpuszczony	[mgO <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{8,6-16,0}{12,1}$ (I)	$\frac{9,4-15,8}{12,4}$ (I)	–		Tak				
		BZT <sub>5</sub>	[mgO <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{1,6-10,0}{3,2}$ (II)	$\frac{0,6-2,9}{1,6}$ (I)	A2	A1	Nie	Tak			
		ChZT–Mn	[mgO <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{2-17}{6}$ (I)	$\frac{3-9}{5}$ (I)	A1		–				
		OWO	[mgC·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{1-7}{4}$ (I)	$\frac{1-6}{3}$ (I)	A2		–				
		Stopień nasycenia wody tlenem	[%]	$\frac{92-107}{107}$	$\frac{97-136}{111}$	A1		–				
		Zasolenia	Przewodność w 20°C	[μS·cm <sup>-1</sup> ]	$\frac{138-378}{297}$ (I)	$\frac{137-311}{241}$ (I)	A1		–			
			Substancje rozpuszczone	[mg·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{153-232}{197}$ (I)	$\frac{111-414}{173}$ (I)	–		–			
	Siarczany		[mg SO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{22-33}{25}$ (I)	$\frac{14-24}{18}$ (I)	A1		–				
	Chlorki		[mg Cl·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{2,5-10,1}{6,7}$ (I)	$\frac{2,5-5,0}{2,5}$ (I)	A1		–				
	Twardość ogólna		[mg CaCO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{111-459}{159}$ (I)	$\frac{84-164}{124}$ (I)	–		–				

**Tabela 1. cd.**  
**Table 1. cont.**

Grupa wskaźników	Wskaźnik [jednostka]		Zakres		Przydatność wody						
			Średnia (stan jakości)		do zaopatrzenia ludności		jako środowisko życia ryb				
							łośosiowatych		karpiowatych		
			1	2	1	2	1	2	1	2	
Fizykochemiczne	Biogenne	Odczyn	[pH]	$\frac{7,6-8,4}{8,0 (I)}$	$\frac{7,5-8,6}{8,3 (I)}$	A1		Tak			
		Amoniak całkowity	[mg NH <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,09-0,77}{0,41}$	$\frac{0,03-1,04}{0,20}$	A2	A1	-			
		Amoniak niejonowy	[mg NH <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,001-0,048}{0,01}$	$\frac{0,001-0,015}{0,004}$	-		Nie	Tak	Nie	Tak
		Azot amonowy	[mg N-NH <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,07-1,04}{0,43 (I)}$	$\frac{0,02-0,81}{0,16 (I)}$	-		Tak			
		Azot Kjeldahla	[mg N·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,3-2,2}{1,0 (I)}$	$\frac{0,22-1,10}{0,45 (I)}$	A2	A1	-			
		Azot azotanowy	[mg N-NO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,8-3,3}{1,3 (I)}$	$\frac{0,6-2,3}{1,1 (I)}$	-		-			
		Azot azotynowy	[mg N-NO <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,01-0,14}{0,04}$	$\frac{0,003-0,032}{0,009}$	-		-			
		Azot ogólny	[mg N·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{1,3-4,7}{2,3 (I)}$	$\frac{0,9-3,4}{1,5 (I)}$	-		-			
		Azotany	[mg NO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{3,5-14,6}{6,1}$	$\frac{2,8-10,2}{4,9}$	-		-			
		Azotyny	[mg NO <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,02-0,45}{0,12}$	$\frac{0,01-0,11}{0,03}$	-		Nie			
		Fosforany	[mg PO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,03-0,50}{0,17 (I)}$	$\frac{0,01-0,18}{0,04 (I)}$	A1		-			
Fosfor ogólny	[mg P·dm <sup>-3</sup> ]	$\frac{0,04-0,23}{0,11 (I)}$	$\frac{0,02-0,14}{0,06 (I)}$	-		Nie	Tak				



**Tabela. 1. cd.**  
**Table. 1. cont.**

Grupa wskaźników	Wskaźnik [jednostka]		Zakres		Przydatność wody					
			Średnia (stan jakości)		do zaopatrzenia ludności		jako środowisko życia ryb			
			1	2			łososiowatych		karpiowatych	
					1	2	1	2	1	2
Specyficzne zanieczyszcz. syntetyczne i niesyntetyczne	Chrom ogólny	[mg Cr·dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,001–0,002</u> 0,002 (I)	<u>0,001–0,019</u> 0,005 (I)	A1		–			
	Cynk	[mg Zn·dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,004–0,008</u> 0,006 (I)	<u>0,005–0,035</u> 0,011 (I)	A1		Tak			
	Miedź	[mg Cu·dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,001–0,015</u> 0,004 (I)	<u>0,001–0,005</u> 0,003 (I)	A1		Tak			
	Fenole lotne	[mg·dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,001–0,004</u> 0,002 (I)	<u>0,001–0,004</u> 0,002 (I)	A2		–			
	Węglowodory ropo. (indeks olejowy)	[mg·dm <sup>-3</sup> ]	<0,13 (I)	<0,05 (I)	–		Tak			
Substancje priorytetowe	Antracen	[μg·dm <sup>-3</sup> ]	<0,005 (db)	<0,006 (db)	–		–			
	Kadm i jego związki	[μg·dm <sup>-3</sup> ]	<0,4 (pdb)	<u>0,2–0,4</u> 0,3 (pdb)	A1		–			
	Ołów i jego związki	[μg·dm <sup>-3</sup> ]	<2,0 (db)	<u>1,0–2,2</u> 1,6 (db)	A1		–			
	Rtęć i jej związki	[μg·dm <sup>-3</sup> ]	<0,05 (db)	<u>0,02–0,20</u> 0,12 (pdb)	A1		–			
	Nikiel i jego związki	[μg·dm <sup>-3</sup> ]	<u>4,0–4,3</u> 4,1 (db)	<u>2,0–4,5</u> 3,0 (db)	A1		–			

**Tabela 1. cd.**  
**Table 1. cont.**

Grupa wskaźników	Wskaźnik [jednostka]		Zakres		Przydatność wody					
			Średnia (stan jakości)		do zaopatrzenia ludności		jako środowisko życia ryb			
			1	2			łososiowatych		karpiowatych	
				1	2	1	2	1	2	
Substancje priorytetowe	Benzo(a)piren	[ $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	<0,005 (db)	<0,005 (db)	–		–			
	Benzo(b)fluoranten	[ $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	<0,005 (db)	<0,005 (db)	–		–			
	Benzo(k)fluoranten	[ $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	<0,005 (db)	<0,005 (db)	–		–			
	Benzo(g,h,i)perylene	[ $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	<0,001 (db)	<0,001 (db)	–		–			
	Indeno(1,2,3-cd)piren	[ $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	<0,001 (db)	<0,001 (db)	–		–			
Mikrobiologiczne	Bakterie grupy coli	[w 100 ml wody]	$\frac{9300-230000}{55992}$	$\frac{93-23000}{5160}$	NON	A3	–			
	Bakterie grupy coli typu kałowego	[w 100 ml wody]	$\frac{4300-93000}{22925}$	$\frac{43-9300}{1866}$	NON	A3	–			

Oznaczenia: I – stan ekologiczny bardzo dobry (klasa I); II – stan ekologiczny dobry (klasa II); db – stan chemiczny dobry; pdb – stan chemiczny poniżej dobrego; A1 – woda wymagająca prostego uzdatnienia fizycznego; A2 – woda wymagająca typowego uzdatnienia fizycznego i chemicznego; A3 – woda wymagająca wysokosprawnego uzdatnienia fizycznego i chemicznego; NON – nie odpowiada normatywom dla wody przeznaczonej do zaopatrzenia ludności; Tak lub Nie – odpowiednio spełnione lub niespełnione wymogi dla ryb

Na podstawie rozstępu wartości ekstremalnych pH kształtujących się w przedziałach 7,6–8,4 i 7,5–8,6, odpowiednio w pierwszym i drugim punkcie pomiarowo-kontrolnym, można uznać, że badane wody miały odczyn od obojętnego do lekko zasadowego. W wyniku testowania statystycznego stwierdzono, że wartości tego wskaźnika zakwaszenia w wodach powyżej miasta były istotnie większe, jednak w obu punktach spełniały wymogi stanu ekologicznego bardzo dobrego (tabela 1, rys. 2).

Poniżej miasta Gorlice średnie stężenia wszystkich wskaźników biogennych były większe od odnotowanych w punkcie 2. (tabela 1). Jednak w przypadku azotu azotanowego i azotanów wartości te były tylko o 18 i 24% większe (brak istotnych statystycznych różnic), natomiast w przypadku pozostałych wskaźników stężenia były istotnie większe od odnotowanych w punkcie 1. – od 1,8 (fosfor ogólny) do 4,4 razy (azot azotynowy). Pomimo dużych różnic występujących między punktami, woda w obu przypadkach miała stan ekologiczny bardzo dobry, ponieważ średnie wartości azotu ogólnego, amonowego, Kjeldahla, azotanowego oraz fosforanów i fosforu ogólnego nie przekraczały normatywów I klasy.

Niewielkie stężenia specyficznych zanieczyszczeń syntetycznych i niesyntetycznych tj. chromu ogólnego, cynku, miedzi, fenoli lotnych oraz węglowodorów spełniały wymogi dla wód powierzchniowych o stanie ekologicznym dobrym i wyższym niż dobry (tabela 1).

Oceniając stan chemiczny wody rzeki Ropy na podstawie 10 substancji priorytetowych stwierdzono, że jest on poniżej stanu dobrego ze względu na podwyższone stężenie kadmu w obu punktach i rtęci w punkcie 2. Wartości pozostałych badanych wskaźników wskazywały na dobry stan chemiczny wody (tabela 1).

Woda w punkcie pomiarowo-kontrolnym poniżej Gorlic nie może być wykorzystana do zaopatrzenia ludności (NON) ze względu na zbyt wysoką liczebność w niej bakterii grupy coli oraz coli typu kałowego – wartości dopuszczalne dla kategorii A3 tj. 50000 i 20000 jednostek w 100 ml wody zostały przekroczone odpowiednio w 33 i 42% prób. Ponadto walory użytkowe pogarszały stężenia zawiesiny ogólnej, kwalifikując wody do kategorii A3 [20]. Natomiast ze względu na wartości BZT<sub>5</sub>, ogólnego węgla organicznego (OWO), amoniaku całkowitego, azotu Kjeldahla i fenoli lotnych wody rzeki Ropy powinny zostać poddane typowemu uzdatnianiu fizycznemu i chemicznemu właściwemu dla

kategorii A2. Pozostałe wzięte do analizy wskaźniki nie przekraczały w tym punkcie wartości dopuszczalnych dla wód powierzchniowych o najlepszej jakości tj. kategorii A1. Natomiast w punkcie powyżej Gorlic, woda może być wykorzystana dla celów komunalnych, jednak wymaga wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego (A3), ze względu na oba wskaźniki mikrobiologiczne oraz zawiesinę ogólną, których wartości przekroczyły dopuszczalne normatywy dla wód kategorii A2 – odpowiednio w 22 i 13% prób. Również walory użytkowe nieznacznie pogarszały (A2) stężenia ogólnego węgla organicznego i fenoli lotnych (tabela 1).

Woda badanego odcinka rzeki Ropy jest nieodpowiednia do bytowania ryb łososiowatych i karpiovatych w warunkach naturalnych, ze względu na wysokie stężenia azotynów – w punkcie 1. wartości dopuszczalne ( $0,01$  i  $0,03 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) zostały przekroczone odpowiednio w 100 i 67% prób, natomiast w punkcie 2. w 75 i 15% prób. Również ze względu na wysokie stężenia amoniaku niejonowego w obu punktach pomiarowo-kontrolnych oraz duże wartości BZT<sub>5</sub> i fosforu ogólnego poniżej Gorlic, badane wody nie stwarzają korzystnych warunków dla ryb łososiowatych. Wartości temperatury, zawiesiny ogólnej, tlenu rozpuszczonego pH, azotu amonowego, cynku, miedzi oraz węglowodorów ropopochodnych spełniały wymagania [19], jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb łososiowatych i karpiovatych w warunkach naturalnych (tabela 1).

#### 4. Wnioski

Na podstawie wyników badań sformułowano następujące wnioski:

1. Powyżej miasta Gorlice woda rzeki Ropa spełniała wymagania stanu ekologicznego bardzo dobrego, co oznacza, że wartości fizykochemicznych wskaźników jakości są zgodne z wartościami tych elementów w warunkach niezakłóconych. Natomiast poniżej Gorlic woda została zaklasyfikowana do stanu dobrego (tylko ze względu na BZT<sub>5</sub>). Stan chemiczny wód na badanym odcinku był poniżej dobrego. Spośród 10 wskaźników priorytetowych tylko stężenie kadmu w obu punktach oraz rtęci powyżej miasta nie osiągało zgodności ze środowiskowymi normami jakości.

2. Ze względu na zbyt wysoką liczebność bakterii grupy coli oraz coli typu kałowego woda poniżej miasta nie spełniała wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Powyżej Golic wodę można wykorzystać do zaopatrzenia ludności, ale z uwagi na dużą ilość bakterii grupy coli oraz wysokie stężenie zawiesiny ogólnej, należy zastosować wysokosprawne procesy uzdatniania (kategoria A3) w celu uzyskania wody przeznaczonej do spożycia.
3. Woda na badanym odcinku rzeki Ropy nie spełniała wymagań dla naturalnego środowiska życia ryb łososiowatych, należącej do rodziny Salmo spp., rodziny Coregonidae (*Coregonus*) lub gatunku lipień (*Thymallus thymallus*) oraz ryb należących do rodziny karpiowatych Cyprinidae lub innych gatunków takich jak szczupak (*Esox Lucius*), okoń (*Perca fluviatilis*) oraz węgorz (*Anguilla anguilla*) ze względu na wysokie stężenia azotynów.
4. Na podstawie nieparametrycznego testu U Manna-Whitney'a dla prób niezależnych stwierdzono, że wartości 16 z 24 badanych wskaźników fizykochemicznych były istotnie wyższe w wodzie Ropy poniżej miasta. Uzyskane wyniki potwierdzają niekorzystny wpływ czynników antropogenicznych na jakość powierzchniowych wód płynących.

## Literatura

1. **Albrecht J.:** *The Europeanization of water law by the Water Framework Directive: A second chance for water planning in Germany.* Land Use Policy, 30, 381–391 (2013).
2. **Al-Shami S.A., Rawi Ch.S.M., Ahmad A.H., Hamid S.A., Nor S.A.M.:** *Influence of agricultural, industrial, and anthropogenic stresses on the distribution and diversity of macroinvertebrates in Juru River Basin, Penang, Malaysia.* Ecotoxicology and Environmental Safety, 74, 1195–1202 (2011).
3. **Brankov J., Miličević D., Milanović A.:** *The Assessment of the Surface Water Quality Using the Water Pollution Index: A Case study of the Timok River (the Danube River Basin), Serbia.* Archives of Environmental Protection, 38, 2, 49–61 (2012).
4. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy.* OJ L 327, 21.12.2000.

5. **Domagała J., Czerniawski R., Pilecka-Rapacz M.:** *Charakterystyka chemiczna i fizyczna wód środkowej i dolnej Drawy w cyklu rocznym 2007/2008*. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 11, 675–686 (2009).
6. **Getirana A.C.V., Espinoza J.C.V., Ronchail J., Rotunno Filho O.C.:** *Assessment of different precipitation datasets and their impacts on the water balance of the Negro River basin*. Journal of Hydrology, 404, 304–322 (2011).
7. **Grindlaya A.L., Zamoranob M., Rodriguez M.I., Moleroa E., Urrea M.A.:** *Implementation of the European Water Framework Directive: Integration of hydrological and regional planning at the Segura River Basin, southeast Spain*. Land Use Policy, 28, 242–256 (2011).
8. **Hutchins M.G.:** *What impact might mitigation of diffuse nitrate pollution have on river water quality in a rural catchment?* Journal of Environmental Management, 109, 19–26 (2012).
9. **Kanownik W., Kowalik T., Bogdał A., Ostrowski K.:** *Quality categories of stream waters included in the small retention programme in the Malopolska province*. Polish Journal of Environmental Studies, 22 (1), 159–165 (2013).
10. **Kupiec J.:** *Porównanie wyników bilansu fosforu w aspekcie monitorowania zanieczyszczeń ze źródeł rolniczych*. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 12, 785–804 (2010).
11. **Lai Y.C., Tu Y.T., Yang C.P., Surampalli R.Y., Kao C.M.:** *Development of a water quality modeling system for river pollution index and suspended solid loading evaluation*. Journal of Hydrology, 478, 89–101 (2013).
12. **Liberacki D., Szafranski Cz.:** *Contents of Biogenic Components in Surface Waters of Small Catchments in the Zielonka Forest*. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 10, 181–192 (2008).
13. **Liu X., Li G., Liu Z., Guo W., Gao N.:** *Water Pollution Characteristics and Assessment of Lower Reaches in Haihe River Basin*. Procedia Environmental Sciences, 2, 199–206 (2010).
14. **Mouri G., Shinoda S., Oki T.:** *Assessing environmental improvement options from a water quality perspective for an urbanerural catchment*. Environmental Modelling & Software, 32, 16–26 (2012).
15. **Paredes J., Andreu J., Solera A.:** *A decision support system for water quality issues in the Manzanares River (Madrid, Spain)*. Science of the Total Environment, 408, 2576–2589 (2010).
16. **Policht-Latawiec A., Kapica A.:** *Wpływ kopalni węgla kamiennego na jakość wody rzeki Wisły*. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 15, 2640–2651 (2013).

17. **Razmkhah H., Abrishamchi A., Torkian A.:** *Evaluation of spatial and temporal variation in water quality by pattern recognition techniques: A case study on Jajrood River (Tehran, Iran)*. Journal of Environmental Management, 91, 852–860 (2010).
18. **Roslia N.A., Zawawib M.H., Bustamia R.A.:** *Salak River Water Quality Identification and Classification According to Physico-Chemical Characteristics*. Procedia Engineering, 50, 69–77 (2012).
19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. Dz. U. Nr 176, poz. 1455.
20. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Dz. U. Nr 204, poz. 1728.
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych. Dz. U. Nr 258, poz. 1549.
22. Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz. U. Nr 257, poz. 1545.
23. Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych. Dz. U. Nr 258, poz. 1550.
24. **Sojka M., Murat-Błażejewska S.:** *Stan fizykochemiczny i hydromorfologiczny małej rzeki nizinnej*. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 11, 727–737 (2009).
25. **Sultan K., Shazili N.A., Peiffer S.:** *Distribution of Pb, As, Cd, Sn and Hg in soil, sediment and surface water of the tropical river watershed, Terengganu (Malaysia)*. Journal of Hydro-environment Research, 5, 169–176 (2011).
26. **Theodoropoulos Ch., Iliopoulou-Georgudaki J.:** *Response of biota to land use changes and water quality degradation in two medium-sized river basins in southwestern Greece*. Ecological Indicators, 10, 1231–1238 (2010).

## Quality and Usable Values of Small Flysch River Water

### Abstract

An assessment of the quality and usable values of water from the Ropa river – a left bank tributary to the Wisłok was made in the paper. Its catchment is situated in the south-eastern part of the Malopolska region (Poland) in the Gorlice county. The analyses were conducted in two measurement-control points – point 1. located downstream of Gorlice town at the Ropa river kilometer 20.2, in Biecz and 2. upstream of Gorlice, at the river kilometer 40.5, in Szymbark. 41 river quality parameters were tested in 2009–2011 using reference methods. Water for majority of analyses was sampled once a month, except the specific synthetic and non-synthetic pollutants, priority substances and microbiological indices, whose values were assessed once in three months.

On the basis of analysis of the obtained results it was demonstrated that water downstream of Gorlice was classified to the second class of ecological state, only due to BOD<sub>5</sub>. The other indices were within the first class. On the other hand, upstream of the town, water satisfied the requirements of I class purity. Chemical state of the analyzed waters was below good – among 10 priority indices only cadmium concentration in both points and mercury content in 2. did not meet the environmental quality standards.

Water in point 1. cannot be used for water supply to people because of too numerous coliform and faecal coliform bacteria. On the other hand, water in point 2. was qualified to A3 category due to microbiological indices. Water along the analyzed section of the Ropa river did not meet the requirements for the natural habitat for the salmonid or cyprinid fish because of high nitrite concentrations.

Basing on the analysis of results from conducted statistical testing, it was stated that the values of 16 out of 24 tested physicochemical indices significantly differed between the control- measurement points. For example, markedly higher values of BOD<sub>5</sub>, electrolytic conductivity, total soluble solids, sulphates, general hardness, total nitrogen and total phosphorus were registered in water downstream of Gorlice, whereas pH values were lower.

Obtained results confirm a negative effect of urbanized areas on the quality of running surface waters.

**Key words:** quality water, coliform and faecal coliform bacteria, physicochemical indices

**Słowa kluczowe:** jakość wody, bakterie grupy coli oraz coli typu kałowego, wskaźniki fizykochemiczne