

Justyna DURAK¹, Monika WIDELSKA¹, Kamil JUŚKO¹, Agata KASPRZAK¹

CHARAKTERYSTYKA STANU CHEMICZNEGO WÓD RZEKI SZTOŁY

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na rzece Sztole zlokalizowanej w południowej Polsce, w rejonie olkuskim. Pobliska kopalnia Olkusz-Pomorzany eksploatująca złoża cynku i ołowiu ma znaczący wpływ na chemizm tych wód.

Próbki wód do badań pobrano w górnym i środkowym biegu rzeki. W górnym biegu wody charakteryzują się typem hydrogeochemicznym $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, natomiast w dolnym są to wody typu $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$.

Na podstawie uzyskanych wyników analiz fizykochemicznych dokonano uproszczonej oceny stanu ekologicznego i stanu chemicznego wód rzeki Sztoły zgodnie z wytycznymi podanymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 1187). Wyniki badań wskazują, że ogólny stan wód w rzece jest zły, a stan chemiczny na całym badanym odcinku Sztoły jest poniżej dobrego, co jest spowodowane zrzutem poprzez Kanał Baba wód kopalnianych pochodzących z odwodnienia olkuskich kopalń rud Zn-Pb, które zawierają znaczące ilości jonów siarczanowych, cynku oraz ołowiu.

SŁOWA KLUCZOWE

Rzeka Sztoła, Kanał Baba, stan chemiczny, rejon olkusi

* * *

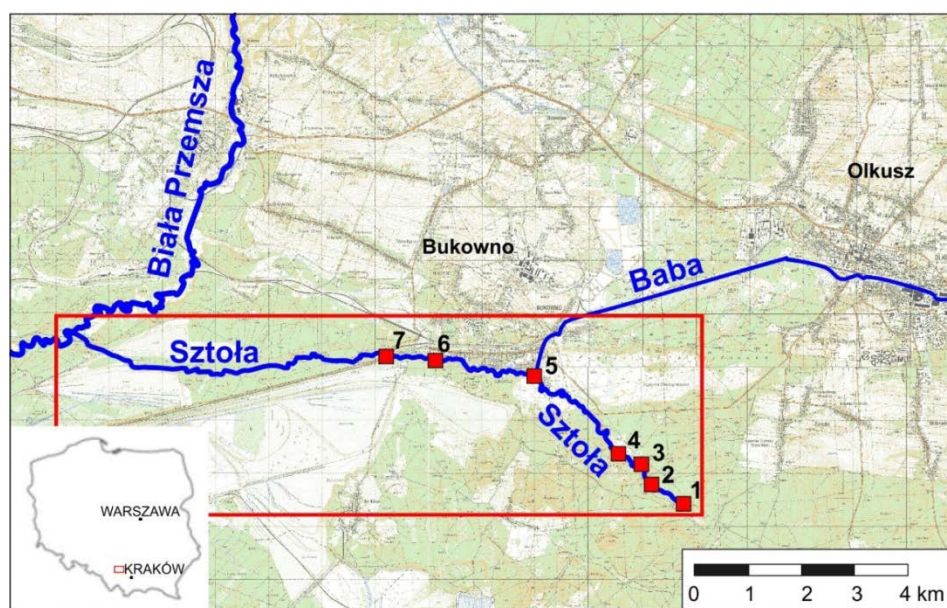
¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: judurak@student.agh.edu.pl, widelska@student.agh.edu.pl, kasprzak@agh.edu.pl, jusko@agh.edu.pl

WPROWADZENIE

Zlokalizowane na terenie górniczym rejonu olkuskiego sztolnie służyły do odprowadzania wód z obszarów eksploatacji. Stąd też wywodzi się nazwa rzeki Sztoły, zapisywana w przeszłości jako „Stolla”, a pochodząca od słowa „sztolnia” (Pucek 2014).

Rzeka Sztoła zlokalizowana jest w zachodniej części województwa małopolskiego, w powiecie olkuskim, gminie Bukowno (rys. 1). Teren ten wykazuje charakter przemysłowy, należy do Jaworznicko-Chrzanowskiego Okręgu Przemysłowego. Zakłady Górniczo-Hutnicze Bolesław SA prowadzące przetwórstwo miejscowego złoża cynku i ołowiu oraz kopalnie piasku Sibelco i DB Schenker to najwięksi przedsiębiorcy w tym rejonie.

Sztoła od wielu lat poddana jest złożonej antropopresji (Morman i Czop 2012). Wyraźnie widoczny jest wpływ kopalni złóż Zn-Pb oraz odkrywki DB Schenker na warunki hydrogeologiczne oraz chemizm wód. Spowodowane jest to odwadnianiem piaskowni, w wyniku czego powstaje lej depresji obejmujący swoim zasięgiem całą zlewnię rzeki Sztoły, jak również zrzutem wód z kopalni Olkusz-Pomorzany pośrednio do rzeki Sztoły poprzez Kanał Baba (Morman i Czop 2012).



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań oraz punktów poboru próbek

□ – obszar badań, — ciek powierzchniowy, ■ – punkty poboru próbek

Fig. 1. Location of the research area and sampling points

□ – the research area, — the watercourse, ■ – water sampling points

W celu oceny stanu wód rzeki Sztoły w lipcu 2016 roku pobrano próbki wody w jej górnym i środkowym biegu oraz wykonano ich analizy fizykochemiczne. Na podstawie uzy-

skanych wyników badań dokonano uproszczonej oceny stanu chemicznego i stanu ekologicznego wód Sztoly zgodnie z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 1187) z uwzględnieniem wymagań rozporządzenia Ministra Środowiska z 6 maja 2016 r. w sprawie wykazu substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 681).

1. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Budowa geologiczna obszaru badań jest skomplikowana z powodu położenia w rejonie północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, które było niejednokrotnie poddawane ruchom tektonicznym (Wójcik i Chmura 2005). W podłożu rozpoznano skały paleozoiczne, mezozoiczne oraz kenozoiczne. Paleozoik reprezentowany jest przez utwory karbonu oraz permu, mezozoik przez utwory triasu, natomiast kenozoik stanowią utwory czwartorzędowe (Adamczyk i Motyka 2000).

Koryto rzeki Sztoly hydraulicznie związane jest z utworami czwartorzędownymi oraz triasowymi (w strefie źródłiskowej), dlatego też w niniejszej pracy szczegółowo omówiono jedynie te utwory.

Trias tworzą skały triasu dolnego oraz środkowego, gdzie występuje dwudzielne piętro wodonośne. Dolny trias stanowi pstry piaskowiec o dwóch poziomach litostratygraficznych. Pierwszy z nich to niższy pstry piaskowiec w postaci gruboziarnistych żwirów, piasków i piaskowców oraz drobnoziarnistych szarych ilów, mułków z okruchami skał węglanowych i kwarcu. Drugi to górny pstry piaskowiec – ret, który budują łupki ilaste, margliste, dolomityczne oraz różnego rodzaju dolomity (Żurek i in. 2010). Trias środkowy, czyli wapień muszlowy, stanowią utwory morskie dzielące się na: górny, środkowy oraz dolny wapień muszlowy (Żurek i in. 2010). Modalna wartość współczynnika filtracji dla triasu środkowego wyznaczona na podstawie wyników próbnych pompowań wynosi $9,1 \cdot 10^{-5}$ m/s, natomiast dla utworów retu jest równa $7,2 \cdot 10^{-5}$ m/s. Na podstawie próbnych pompowań w węglanowych skałach triasu rejonu olkuskiego obliczono średnią geometryczną wartość współczynnika filtracji, która wynosi $6,5 \cdot 10^{-5}$ m/s (Motyka i Wilk 1976). Zasilanie triasowego piętra wodonośnego odbywa się poprzez infiltrację opadów bezpośrednio na wychodniach skał węglanowych triasu, jak również pośrednio poprzez nakład przepuszczalnych utworów czwartorzędowych, infiltrację z wapieni jurajskich dzięki bezpośrednim kontaktom hydraulicznym oraz przez spływ wody z wapieni jurajskich do czwartorzędowych piasków, a następnie przez okno erozyjne do utworów wapienia muszlowego (Żurek i in. 2010).

Osady czwartorzędowe tworzą różnoziarniste piaski z wkładkami glin oraz żwirów. Najstarsze utwory stanowią osady polodowcowe w postaci glin zwałowych z otoczkami skał skandynawskich (Wilk i Motyka 1977). W zagłębieniach erozyjnych, pogrzebanych dolinach rzecznych wypełnionych piaskami i żwirami o znacznych miąższościach znajdują się zbiorniki wód podziemnych tworzące czwartorzędowe piętro wodonośne (Żurek i in.

2010). Wkładki ilów, mułków i glin rozdzielają piętro na odrębne warstwy wodonośne. Współczynnik filtracji dla całego piętra jest rzędu 10^{-4} m/s. Osady czwartorzędowe zasilane są przede wszystkim przez infiltrację opadów atmosferycznych (Motyka i Wilk 1976).

2. METODYKA BADAŃ

Próbki wody z rzeki Sztoly pobrano w dniach 19–21 lipca 2016 roku zgodnie z metodyką podaną w normie PN-EN ISO 5667-6:2016-12. Lokalizację punktów poboru próbek przedstawiono na rysunku 1. W terenie zmierzono odczyn pH oraz przewodność elektrolityczną właściwą (PEW), natomiast analizy chemiczne zostały wykonane w akredytowanym laboratorium Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie (certyfikat akredytacji PCA nr AB 1050) zgodnie z metodyką podaną w tabeli 1.

Tabela 1

Metodyka oznaczeń wybranych składników chemicznych

Table 1

Analysis of methods for selected chemical components

Wskaźnik	Zakres	Metoda analityczna
Cl ⁻	1–10 000 mg/dm ³	miareczkowa (Mohra) PN-ISO 9297:1994
HCO ₃ ⁻	24,4–1220 mg/dm ³	miareczkowa PN-EN ISO 9963-1:2001+Ap1:2004
As	0,001–2 mg/dm ³	ICP-MS PN-EN ISO 17294-2:2016-11
Cd	0,0003–10 mg/dm ³	
Ni	0,001–10 mg/dm ³	
Pb	0,0001–10 mg/dm ³	
Fe	0,01–100 mg/dm ³	ICP-OES PN-EN ISO 11885:2009
Mn	0,005–10 mg/dm ³	
Zn	0,01–100 mg/dm ³	
Ca	10–10 000 mg/dm ³	
Mg	0,1–10 000 mg/dm ³	
Na	0,1–10 000 mg/dm ³	
K	0,2–10 000 mg/dm ³	
SO ₄ ²⁻	3–30 000 mg/dm ³	
Przewodność elektryczna właściwa	10–20,0 mS/cm	metoda konduktometryczna PN-EN 27888:1999
pH	4–12	metoda potencjometryczna PN-EN ISO 10523:2012

Weryfikacji uzyskanych wyników analiz dokonano opierając się na błędzie liczonym na podstawie bilansu jonowego. Średni błąd względny analiz wyniósł $-1,23\%$, przy rozrzucie wartości od $-3,46\%$ do $0,44\%$ a zatem mieści się w dopuszczalnym przedziale podanym w normie PN-C-04638-02:1989.

Uproszczonej oceny stanu chemicznego i stanu ekologicznego wód powierzchniowych dokonano zgodnie z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 1187).

Oceny stanu ekologicznego dokonano jedynie w oparciu o klasyfikację elementów fizykochemicznych podaną w ww. rozporządzeniu. Każdemu z punktów pomiarowych przypisano jedną z pięciu klas jakości wód powierzchniowych (od I do V) poprzez porównanie wartości stężeń analizowanych wskaźników z wartościami granicznymi właściwymi dla poszczególnej z klas, określonymi w załącznikach 1 i 6 do wspomnianego rozporządzenia.

Klasyfikację stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych przeprowadzono na podstawie wyników badań obecności wybranych substancji priorytetowych oraz innych zanieczyszczeń podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 maja 2016 r. w sprawie wykazu substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 681). Wykorzystano w tym celu środowiskowe normy jakości dla wód powierzchniowych śródlądowych podane w załączniku nr 9 do rozporządzenia MŚ (Dz.U. 2016, poz. 1187).

3. CHARAKTERYSTYKA SKŁADU FIZYKOCHEMICZNEGO WÓD RZEKI SZTOŁY

W tabeli 2 zestawiono wyniki analiz fizykochemicznych wód rzeki Sztoły w pobranych próbkach.

Na podstawie danych zawartych w tabeli można stwierdzić, że wody Sztoły wykazują zmienność składu chemicznego pod względem składników głównych oraz mikroskładników. Przewodność elektrolityczna właściwa (PEW) w badanych próbkach mieści się w przedziale $383\text{--}614\ \mu\text{S}/\text{cm}$, a odczyn pH jest średnio zasadowy i waha się w granicach od 7,44 do 8,16.

Według klasyfikacji Szczukariewa–Prikłóńskiego w górnym biegu rzeki Sztoły (w próbkach 1–4 – rys. 2) dominuje typ wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowy ($\text{HCO}_3\text{--Ca--Mg}$). W środkowym biegu rzeki (próbki 5–7 – rys. 2) od miejsca, w którym Kanałem Baba dostarczane są wody kopalniane z odwadniania kopalń rud cynku i ołowiu odnotowano podwyższone zawartości siarczanów (punkt nr 5). Powoduje to zmianę typu wody na wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-magnezowy ($\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Ca--Mg}$).

Na całym biegu rzeki wartości odczynu pH oraz przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW) są do siebie zbliżone. Zmienne są natomiast stężenia poszczególnych składników głównych i mikroskładników. Próbki wody pobrane w górnym biegu rzeki, w porównaniu do tych z biegu środkowego, charakteryzują się mniejszą zawartością niektórych pierwiastków. Zmiany te uzależnione są w dużym stopniu od wielkości zrzutu Kanałem Baba wód kopalnianych pochodzących z odwadniania kopalni rud cynku i ołowiu.

Tabela 2

Zestawienie analizowanych wskaźników fizykochemicznych badanych wód

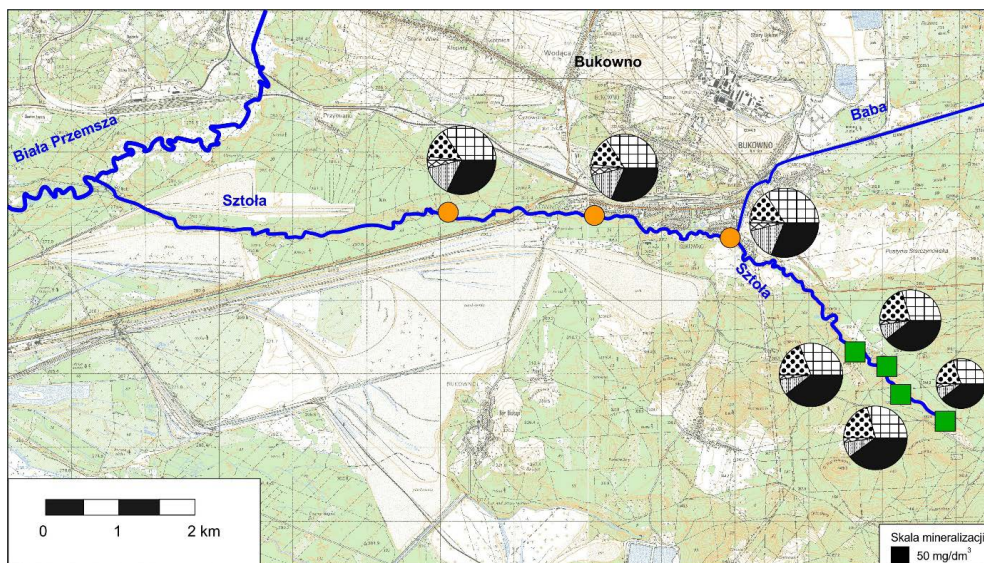
Table 2

Statement of the analyzed physicochemical elements of surface water

Wskaźnik 1		Punkt poboru próbek zgodnie z rys. 1						
		2	3	4	5	6	7	
pH	[-]	7,94	7,44	8,07	8,16	7,98	8,09	8,14
PEW	[$\mu\text{S}/\text{cm}$]	416	535	519	508	641	636	633
Na	[mg/dm^3]	<0,1	<0,1	0,19	0,19	4,77	4,86	4,7
K		0,62	0,46	0,45	0,47	1,39	1,22	1,11
Ca		58,02	69,49	73,78	68,53	94,55	91,94	92,15
Mg		19,93	29,74	28,89	28,63	23,91	23,19	23,12
Cl-		9,1	10,2	9,5	9,9	17,7	16,9	17,9
SO_4^{2-}		28,87	46,66	48,2	68,59	96,44	93,44	91,59
HCO_3^-		239,8	305,7	299,8	289	254,8	249,1	262
Fe		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,05	0,04
Mn		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,042	0,033	0,029
Zn		0,016	0,044	0,012	0,011	0,805	0,703	0,61
Pb		0,0011	0,0023	0,0001	0,0008	0,1748	0,2185	0,1828
Ni		0,036	0,039	0,031	0,032	0,053	0,056	0,053
As		0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Cd	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0008	0,0012	0,0011	

W wodach górnego biegu rzeki Sztoły dominują głównie jony wodorowęglanowe (HCO_3^-), wapniowe (Ca), siarczanowe (SO_4^{2-}) oraz magnezowe (Mg), natomiast pozostałe składniki główne występują w niewielkich, śladowych ilościach. W środkowym biegu rzeki jony wodorowęglanowy (HCO_3^-) oraz magnezowy (Mg) wykazują mniejsze lub zbliżone wartości stężeń do tych, które odnotowano w górnym biegu rzeki. Najwyższe zawartości poszczególnych składników głównych odnotowano w próbkach wody pochodzących z miejsca, w którym wody z Kanału Baba połączyły się z wodami Sztoły (środkowy bieg rzeki), natomiast najniższe przy źródle rzeki oraz w jej górnym biegu (wykres 1).

W analizowanych wodach największą zmiennością charakteryzuje się jon siarczanowy (SO_4^{2-}). Maksymalne stężenie siarczanów wynosi $98,44 \text{ mg}/\text{dm}^3$, zaś minimalne $28,87 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Stężenia wapnia (Ca) w badanych próbkach zmieniają się w zakresie od $58,02 \text{ mg}/\text{dm}^3$ do $94,55 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Stężenie wodorowęglanów (HCO_3^-) waha się od $239,8$ do $305,7 \text{ mg}/\text{dm}^3$, zaś magnezu (Mg) od $19,93$ do $29,74 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (wykres 1).



Rys. 2. Typy hydrogeochemiczne oraz mineralizacja wód rzeki Sztola

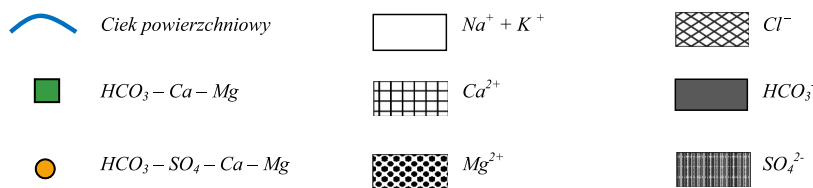
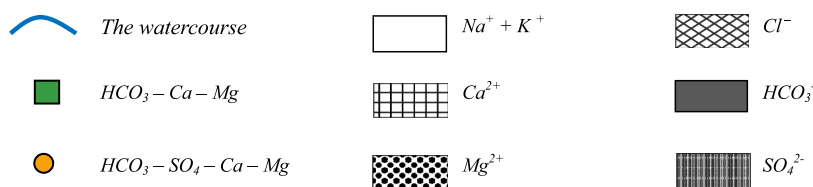
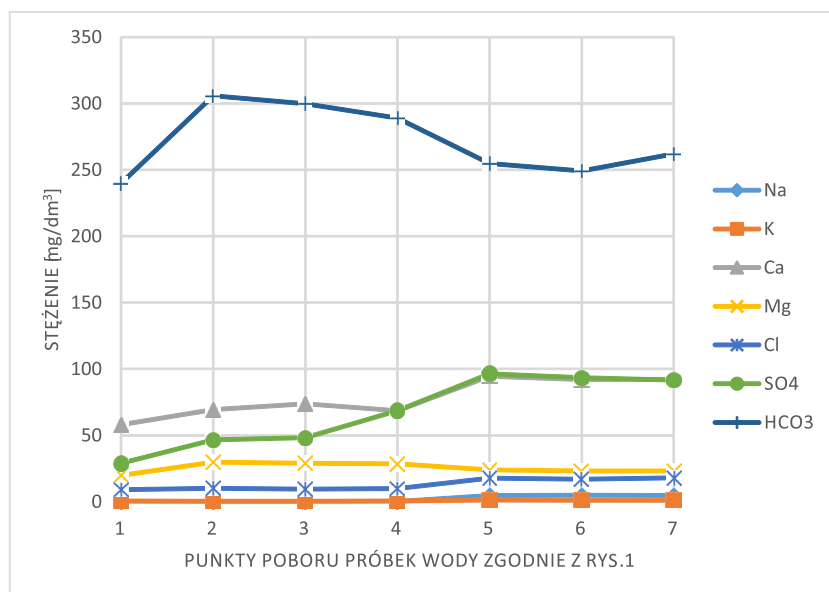


Fig. 2. Hydrochemical water types and mineralization in water of Sztola river



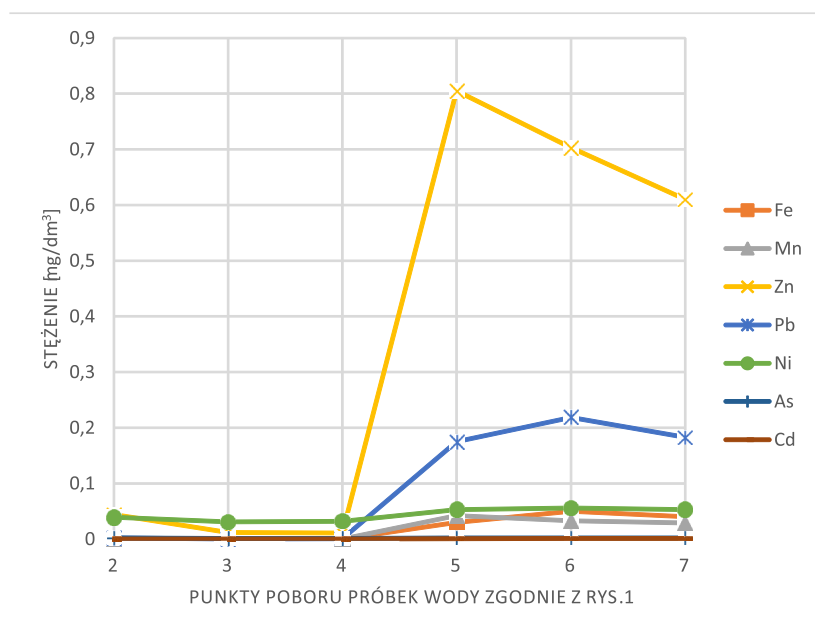
W przypadku mikroelementów rozkład ich zawartości zmienia się analogicznie jak dla jonów głównych – najwyższe stężenia odnotowano w środkowym biegu rzeki a najniższe w rejonie źródła rzeki (wykres 2).

Największe stężenie spośród mikroelementów wykazuje cynk (Zn). Maksymalne stężenie tego wskaźnika wynosi 0,810 mg/dm³ (próbka nr 5). Stężenie ołowiu (Pb) w badanych próbkach zmienia się od 0,0001 do 0,2185 mg/dm³. Stężenie manganu (Mn) mieści się w przedziale 0,003–0,042 mg/dm³, żelaza (Fe) 0,01–0,05 mg/dm³, natomiast niklu (Ni) 0,031–0,058 mg/dm³ (Wykres 2).



Wykres 1. Stężenia jonów głównych w badanych próbkach wody

Graph 1. Major ion concentrations in analysed water sampled



Wykres 2. Stężenia mikrośladników w badanych próbkach wody

Graph 2. Microelements concentrations in analysed water sampled

4. OCENA STANU EKOLOGICZNEGO ORAZ HEMICZNEGO WÓD RZEKI SZTOŁY

Rzekę Sztołę można zaklasyfikować pod względem typu cieku jako potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych, o kodzie 6 według załącznika nr 6 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych (Dz.U. 2011, poz. 1549).

Oceny stanu ekologicznego wód rzeki Sztoły dokonano jedynie na podstawie **klasyfikacji elementów fizykochemicznych** w poszczególnych punktach poboru próbek wody, przez porównanie wyników badań wskaźników fizykochemicznych z wartościami granicznymi wskaźników jakości wód powierzchniowych określonych w załącznikach nr 1 i 6 do wspomnianego rozporządzenia. Wyniki oceny zestawiono w tabeli 3.

We wszystkich siedmiu punktach poboru próbek wody ustalono III klasę jakości wód powierzchniowych, a zatem umiarkowany **stan ekologiczny**.

Wartości graniczne dla II klasy jakości zostały przekroczone dla wskaźników takich jak Ca, Mg, Ag, Tl, Sb, pH, PEW, twardość ogólna wody oraz zasadowość ogólna.

Oceny stanu chemicznego wód rzeki Sztoły dokonano odnosząc stężenia oznaczonych w badanych próbkach substancji priorytetowych i innych zanieczyszczeń do środowiskowych norm jakości podanych w zał. 9 do ww. rozporządzenia. W tabeli 4 zestawiono wyniki oceny.

We **wszystkich punktach monitoringowych** określono **stan chemiczny** jako **poniżej dobrego**. Środowiskowe normy jakości przekroczone zostały dla substancji priorytetowych takich jak Ni, Hg we wszystkich punktach poboru próbek, dla Pb w punktach 2, 5, 6 oraz 7. Tylko dla kadmu w punktach pomiarowych 1, 2 i 3 nie zostały przekroczone dopuszczalne stężenie dla stanu dobrego.

Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Dz.U. 2016, poz. 1187 stan jednolitych części wód powierzchniowych ocenia się przez porównanie wyników klasyfikacji stanu ekologicznego i stanu chemicznego (zał. 11). Wyniki oceny dla wód rzeki Sztoły zestawiono w tabeli 5.

We wszystkich punktach poboru próbek wód rzeki Sztoły określono stan ekologiczny jako umiarkowany, a stan chemiczny poniżej dobrego. W związku z czym dla **całego badanego fragmentu rzeki Sztoły ogólny stan wód określono jako zły**.

Na stan wód rzeki Sztoły ma wpływ skład chemiczny wód płynących Kanałem Baba. Wody dostarczane Kanałem pochodzą głównie z odwadniania wyrobisk górniczych, a w swoim składzie zawierają między innymi zawiesiny, siarczany, chlorki, cynk, ołów (Starzewska-Sikorska 2004). Stąd wspomniane pierwiastki wykazują wyższe zawartości w próbkach wody pobranych w biegu środkowym rzeki aniżeli w biegu górnym. Skład chemiczny wód płynących Kanałem Baba w dużym stopniu uzależniony jest od drenażu triasowego poziomu wodonośnego. Odwadnianie triasowych skał węglanowych przez kopalnie rud cynku i ołowiu powoduje wzmocnienie procesu utleniania minerałów siarczkowych takich jak markasyt, piryt czy galena oraz wietrzenie innych minerałów siarczkowych znajdujących się w górotworze. W wyniku tych procesów wzrasta stężenie jonu siarczanowego w wodach

dołowych zrzucanych Kanałem Baba (Kasprzak i Motyka 2015). Do Kanału odprowadzane są również bogate w siarczki, chlorki oraz zawiesinę, nieoczyszczone ścieki technologiczne z przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej (Starzewska-Sikorska 2004). Podwyższone za-

Tabela 3

Ocena stanu ekologicznego wód rzeki Sztola

Table 3

Assessment of Sztola river water ecological status

Wskaźnik	Wartości graniczne dla poszczególnych klas wg Dz.U. 2016, poz. 1187 (zał. 1, 6)					Klasa jakości wód w poszczególnych punktów poboru próbek (lokalizacja punktów wg rys. 1)								
	I	II	III	IV	V	1	2	3	4	5	6	7		
Arsen As [mg/dm ³]	0,05		nie ustalą się			I	I	I	I	I	I	I		
Bar Ba [mg/dm ³]	0,5					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Bor B [mg/dm ³]	2					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cynk Zn [mg/dm ³]	1					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Miedź Cu [mg/dm ³]	0,05					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Glin Al [mg/dm ³]	0,4					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Molibden Mo [mg/dm ³]	0,04					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Selen Se [mg/dm ³]	0,02					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Srebro Ag [mg/dm ³]	0,005					III	III	I	I	I	I	I	I	I
Tal Tl [mg/dm ³]	0,002					I	III	I	I	I	I	I	I	I
Tytan Ti [mg/dm ³]	0,05					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Wanad V [mg/dm ³]	0,05					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Antymon Sb [mg/dm ³]	0,002					I	I	I	I	I	I	III	III	III
Beryl Be [mg/dm ³]	0,0008					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kobalt Co [mg/dm ³]	0,05					I	I	I	I	I	I	I	I	I
PEW [μS/cm]	374	550				II	II	II	II	III	III	III	III	III
Substancje rozpuszczone [mg/dm ³]	282	405				I	II	II	II	II	II	II	II	II
Siarczany SO ₄ ²⁻ [mg/dm ³]	69,6	111,4				I	I	I	II	II	II	II	II	II
Chlorki Cl ⁻ [mg/dm ³]	51,9	68,0				I	I	I	I	I	I	I	I	I
Wapń Ca [mg/dm ³]	50,4	65,3	II	III	III	III	III	III	III	III	III			
Magnez Mg [mg/dm ³]	8,4	16,7	III	III	III	III	III	III	III	III	III			
Twardość ogólna CaCO ₃ [mg/dm ³]	168	232	II	III	III	III	III	III	III	III	III			
pH [-]	7,2–7,9	6,6–8	II	I	III	III	III	III	III	III	III			
Zasadowość ogólna CaCO ₃ [mg/dm ³]	58,5	110,9	III	III	III	III	III	III	III	III	III			
Klasa jakości w punkcie						III	III	III	III	III	III	III		
Stan ekologiczny wg Dz.U. 2016 poz. 1187 (zał. 7)						umiarkowany								

wartość niklu w wodach Sztoły związane są z zanieczyszczeniami antropogenicznymi czy odprowadzaniem do rzeki ścieków przemysłowych oraz kopalnianych, jak i jego opadem z emisji przemysłowych (Witczak i in. 2013).

Tabela 4

Ocena stanu chemicznego wód rzeki Sztoły

Table 4

Assessment of Sztoła river water chemical status

Wskaźnik	Graniczne wartości średnioroczne wskaźników dla dobrego stanu chemicznego wg Dz.U. 2016, poz. 1187 (zał. 9)	Maksymalne dopuszczalne stężenie graniczne dla dobrego stanu chemicznego wg Dz.U. 2016, poz. 1187 (zał. 9)	Stan chemiczny wód w poszczególnych punktów poboru próbek (lokalizacja punktów wg rys. 1) wg Dz.U. 2016 poz. 1187 (zał. 10)						
			1	2	3	4	5	6	7
Nikiel Ni [mg/dm ³]	0,004	0,034	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego
Rtęć Hg [mg/dm ³]	–	0,00007	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego
Ołów Pb [mg/dm ³]	0,0012	0,014	dobry	poniżej dobrego	dobry	dobry	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego
Kadm Cd [mg/dm ³]	0,00025 Dla wód o twardości > 200 [mg/dm ³]	0,0015 Dla wód o twardości > 200 [mg/dm ³]	dobry	dobry	dobry	dobry	poniżej dobrego	poniżej dobrego	poniżej dobrego
Stan chemiczny wg Dz.U. 2016 poz. 1187 (zał. 10)			poniżej dobrego						

Tabela 5

Ocena stanu ogólnego wód rzeki Sztoły

Table 5

Evaluation of Sztoła river status

Stan wód wg Dz.U. 2016 poz. 1187	Lokalizacja punktów pomiarowych wg rys. 1						
	1	2	3	4	5	6	7
Stan chemiczny (tab. 4)	poniżej dobrego						
Stan ekologiczny (tab. 3)	umiarkowany						
Ogólny stan wód wg Dz.U. 2016, poz. 1187 (zał. 11)	zły stan wód						

PODSUMOWANIE

Na rzekę Sztołę oddziałuje lokalne górnictwo piasku oraz rud cynku i ołowiu. Widoczne to jest zarówno na wielkości przepływu wody w korycie, jak również w składzie fizykochemicznym pobranych próbek wód.

W górnym odcinku Sztoły typ pobranych wód według klasyfikacji Szczukariewa–Prickłońskiego jest wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowy ($\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$). Odprowadzanie Kanałem Baba wód poeksploatacyjnych z pobliskiej kopalni rud cynku i ołowiu powoduje zmianę dominującego typu wód Sztoły w jej środkowym biegu na wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-magnezowy ($\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$).

Porównując zawartość poszczególnych jonów w górnym oraz środkowym biegu rzeki zauważono wyraźny wzrost średnich zawartości następujących jonów: SO_4^{2-} oraz Cl^- – wzrost dwukrotny, a Zn^{2+} i Pb^{2+} aż stukrotny. Spowodowane jest to zrzutem wód kopalnianych do Sztoły pośrednio przez Kanał Baba, które wykazują duże stężenia jonów siarczanowego, cynku oraz ołowiu.

Uproszczona ocena stanu chemicznego oraz stanu ekologicznego zgodnie z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz.U. 2016, poz. 1187) pozwoliła na stwierdzenie, iż stan wód w rzece Sztole jest zły. Na całym badanym odcinku rzeki stan ekologiczny został określono jako umiarkowany, a stan chemiczny – poniżej dobrego.

LITERATURA

- Adamczyk, Z. i Motyka, J. 2000. Rozwój dopływów wody do kopalń rud cynku i ołowiu w rejonie Olkusza. *Przegląd Geologiczny* t. 48, nr 2, s. 171–175.
- Kasprzak, A. i Motyka, J. 2015. Wpływ zatapiania kopalni „Trzebionka” na zmiany chemizmu wód podziemnych w utworach triasu. *Przegląd Geologiczny* t. 63, nr 10/1, s. 805–809.
- Motyka, J. i Wilk, Z. 1976. Pionowe zróżnicowanie wodoprzepuszczalności węglanowych skał triasowych w świetle statystycznej analizy wyników próbnych pompowań (monoklina śląsko-krakowska). *Kwartalnik Geologiczny* t. 20, nr 2, s. 381–399.
- Morman, J. i Czop, M. 2012. Antropogeniczne przeobrażenie reżimu hydrogeologicznego rzeki Sztoły w południowej części rejonu olkuskiego. *Warsztaty 2012 z cyklu Zagrożenia naturalne w górnictwie*, Mat. Symp. s. 248–358.
- PN-C-04638-02:1989 – wersja polska. Woda i ścieki – Bilans jonowy wody – Sposób obliczania bilansu jonowego wody.
- PN-EN ISO 11885:2009 – wersja angielska. Jakość wody – Oznaczanie wybranych pierwiastków metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-OES).
- PN-EN ISO 17294-2:2016-11 – wersja angielska. Jakość wody – Zastosowanie spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-MS) Część 2: Oznaczanie wybranych pierwiastków, w tym izotopów uranu.
- PN-EN ISO 5667-6:2016-12 – wersja angielska. Jakość wody – Pobieranie próbek – Część 6: Wytyczne dotyczące pobierania próbek z rzek i strumieni.

- PN-EN ISO 9963-1:2001+Ap1:2004 Jakość wody – Oznaczanie zasadowości Część 1: Oznaczanie zasadowości ogólnej i zasadowości wobec fenoloftaleiny.
- PN-ISO 9297:1994 Jakość wody – Oznaczanie chlorków – Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika (Metoda Mohra).
- Pucek, K.J. 2014. *Turystyczne Bukowno. Przewodnik po gminnych szlakach turystycznych Bukowno*. Kraków.
- 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. 2011, poz. 1549).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 maja 2016 r. w sprawie wykazu substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 681).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 1187).
- Starzewska-Sikorska, A. 2004. *Program Ochrony Środowiska dla Miasta i Gminy Olkusz*.
- Wilk, Z. i Motyka, J. 1977. Kontakty między poziomami wodonośnymi w olkuskim rejonie kopalnictwa rud. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* t. 47–1, s. 115–143, Kraków.
- Witeczak i in. 2013 – Witeczak, S., Kania, J. i Kmiecik, E. 2013. *Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Wójcik, A.J. i Chmura, J. 2005. Złoża surowców mineralnych i zmian środowiska naturalnego wywołane przez górnictwo na terenie Bukowna. *Górnictwo i Geoinżynieria* R. 29, z. 4.
- Żurek i in. 2010 – Żurek, A., Czop, M. i Motyka, J. 2010. Azotany w wodach jurajskiego piętra wodonośnego w rejonie Olkusza. *Geologia* t. 36, z. 1, s. 109–134, Kraków.

CHARACTERISTIC OF THE CHEMICAL STATUS IN THE SZTOŁA RIVER

ABSTRACT

In this paper, the results of inspections on the Sztoła river were presented. Based on this research, the quantitative status of surface water was shown. River chemistry and hydrogeological conditions are dependent on the Zn-Pb “Olkusz–Pomorzan” mine and the “DB Schenker” sand mine.

Water samples for the analysis from the upper and middle course of the Sztoła river were taken. The conducted analysis have led to changing the hydrochemical water type from $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ in the upper course to $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ in the middle course.

An assessment of the chemical status was carried on the basis of individual physicochemical elements of surface water and one series of survey, in accordance with Polish legislation (Dz.U. 2016, poz. 1187 and Dz.U. 2016, poz. 681). The results indicate that the status of the surface water of the Sztoła river is bad. The chemical status are below good.

Based on that research has shown that the general state of surface water is bad and the chemical state is below good.

This situation is caused by water from the "Olkusz-Pomorzany" mine which contain sulphate, zinc and lead ions. Water from Baba Canal to the Sztola river is provided from the Zn-Pb mine.

KEYWORDS

Sztola River, Baba Canal, chemical status, Olkusz region