



## **Wpływ kopalni węgla kamiennego na jakość wody rzeki Wisły**

*Agnieszka Policht-Latawiec, Anna Kapica*  
*Uniwersytet Rolniczy, Kraków*

### **1. Wprowadzenie**

Wraz z wydobyciem złóż węgla kamiennego z kopalń w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) nieodzowne jest wytłoczenie na powierzchnię znacznych ilości wód podziemnych, których obecność wynika z poziomej i pionowej strefowości hydrogeochemicznej w obszarze tego basenu węglowego. Mineralizacja tych wód wzrasta w miarę pogłębiania prowadzonej eksploatacji przy jednoczesnym zmniejszeniu dopływów [3, 5, 11]. W skład wód kopalnianych, oprócz dopływu naturalnego, wchodzi woda technologiczna, które doprowadza się do kopalni (przeważnie wody dostarczone wraz z podsadzką hydrauliczną) [12, 13]. Naturalne wody kopalniane zawierają substancje powodujące zanieczyszczenie środowiska wodnego [1, 4]. Z trzydziestu wskaźników przedkładanych w celu oceny jakości wód kopalnianych, w dopływach do kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wyszczególnia się dziewięć: azot amonowy, sól, żelazo, potas, chlorki, siarczany, bar, bor oraz odczyn. Zawartości wymienionych wskaźników są przekraczane wielokrotnie, w tym sól, chlorki i bar od kilkuset do nawet tysiąca razy [6, 21]. W większości przypadków wody kopalniane są zrzucane bezpośrednio, lub pośrednio przez zbiorniki osadowe do rzek. Zwiększa to natężenie przepływu oraz przyczynia się do degradacji jakości wód ze względu na silne zasolenie [6]. Uciążliwość wód kopalnianych wyraża się poprzez ładunek zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska, suma chlorków i siarczanów ma duże znaczenie. W ostatnim dziesięcioleciu do 2007 roku notowano wzrost ładunku chlorków i siarczanów przez kopalnie

węgla kamiennego. Ich ładunek wtedy wyniósł maksymalnie  $4\,183,2\text{ t}\cdot\text{d}^{-1}$ . W 2008 roku do wód powierzchniowych odprowadzono  $3\,496,9\text{ t}\cdot\text{d}^{-1}$  ładunku soli, z czego  $2/3$  trafiało do zlewni rzeki Wisły [3]. Konsekwencje zasolenia wód w ciekach są niekorzystne zarówno w samym środowisku wodnym (bezpośredni wpływ) jak i w działalności gospodarczej (bezpośredni i pośredni wpływ). W środowisku wodnym zredukowana jest liczba mikroorganizmów odpowiedzialnych za samooczyszczenie wód. Zarazem następuje zmniejszenie aktywności enzymatycznej i zwiększenie działań likwidacyjnych na nieodporne mikroorganizmy (intensyfikacja zanieczyszczenia masą organiczną). Dodatkowo nadmierne zasolenie wód nie sprzyja biocenozie rzek oraz powoduje korozje maszyn i urządzeń mających styczność z zasoloną wodą. Ewidentne są także straty wynikające z uszczupionej przydatności zasolonej wody dla celów gospodarczych, rolnictwa i leśnictwa. Kopalnie starają się zmniejszyć ładunek wprowadzanych zanieczyszczeń poprzez górniczo-geologiczne metody ograniczające dopływ wód słonych do wyrobisk górniczych oraz metody ograniczające zrzut wód zasolonych [3, 12, 13].

Celem pracy jest ocena wpływu kopalni węgla kamiennego na jakość wody badanego odcinka rzeki Wisły na podstawie wybranych wskaźników fizykochemicznych. Ponadto określono jakość i walory użytkowe wody badanego odcinka rzeki.

## 2. Materiał i metody

Przedsiębiorstwo Górnicze „Silesia”, zlokalizowane w południowo-wschodniej części województwa śląskiego. Jest przedsiębiorstwem należącym do czeskiej grupy działającej w sektorze energetycznym i przemysłowym (Energetický a průmyslový holding a.s.). Działalność spółki opiera się głównie na wydobyciu węgla kamiennego. Wody kopalniane związane z funkcjonowaniem kopalni, odprowadzane są do zbiornika retencyjno-dozującego, z którego trafiają do rzeki Wisły, przy ujściu rzeki Białej [5].

Badania w terenie prowadzono w roku 2011. Próbkę wody do analiz pobierano w losowo wybranych dniach w punktach pomiarowo-kontrolnych usytuowanych na badanym odcinku rzeki Wisły: 20 m powyżej zrzutu (1), przy wylocie – w 33,08 km biegu rzeki (2), 50 m (3) i 1000 m poniżej wylotu wód z kopalni – 4 (rys. 1).

Bezpośrednio w terenie zmierzono temperaturę wody za pomocą tlenomierza typu CO-411, zawartość tlenu rozpuszczonego oraz stopień nasycenia wody tlenem, odczyn wody pehametrem CP-104 oraz przewodność elektrolityczną właściwą (EC) konduktometrem CC-102.

W laboratorium Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska UR w Krakowie oznaczano zawiesiny ogólne (ZO) metodą suszarkowo-wagową, substancje rozpuszczone (SR) przez odparowanie, stężenie jonów wapnia ( $\text{Ca}^{2+}$ ), sodu ( $\text{Na}^+$ ), potasu ( $\text{K}^+$ ), magnezu ( $\text{Mg}^{2+}$ ), manganu ( $\text{Mn}^{2+}$ ) oraz żelaza ogólnego ( $\text{Fe}_{\text{og}}$ ) metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej na spektrometrze UNICAM SOLAR 969. Stężenie azotu amonowego ( $\text{N-NH}_4^+$ ), azotynowego ( $\text{N-NO}_2^-$ ) i azotanowego ( $\text{N-NO}_3^-$ ) oraz fosforu ogólnego ( $\text{P}_{\text{og}}$ ), fosforanów ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i chlorków ( $\text{Cl}^-$ ) oznaczono metodą przepływowej analizy kolorymetrycznej na aparacie FIAstar 5000. Stężenie siarczanów ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) oznaczono metodą strąceniową. Z wyników oznaczeń  $\text{N-NO}_2^-$  obliczono stężenie jonów  $\text{NO}_2^-$ .

Oznaczenia wskaźników fizykochemicznych wykonywano raz w miesiącu [20].



**Rys. 1.** Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych

**Fig. 1.** Location of measurement-control points

### 3. Wyniki badań

Na podstawie rozporządzenia z 2006 r. [16] przekroczone zostały trzy wskaźniki: azot amonowy i azotynowy oraz fosfor ogólny. Stężenie azotu amonowego było w przedziale od 4,25 do 30,1 mg·dm<sup>-3</sup> – trzykrotnie większe od wartości dopuszczalnej w obowiązującym rozporządzeniu. Stężenie azotu azotynowego przekroczyło wartość dopuszczalną (1 mg·dm<sup>-3</sup>). W przypadku stężenia fosforu ogólnego przekroczenie to było znacznie wyższe od wartości dopuszczalnej (3 mg·dm<sup>-3</sup>), mieściło się w przedziale od 0,02 do 61,74 mg·dm<sup>-3</sup> (tab. 1).

**Tabela 1.** Zakres i średnie wartości cech fizykochemicznych wody Wisły w 4 punkcie pomiarowo-kontrolnym oraz ocena wód kopalnianych (punkt 2) [16]  
**Table 1.** Range and mean values of physicochemical features of water of the Vistula River in four measurement-control point and the evaluation of mine water (point 2) [16]

Wyszczególnienie	Wartość dopuszczalna [16]	Zakres Średnia		Ocena wody w punktach:	
		2	4	2	4
Temperatura [°C]	35	<u>5,4–18,8</u>	<u>5,1–17,3</u>	N	–
		13,08	11,59		
pH	6,5–9	<u>6,55–7,41</u>	<u>6,32–7,63</u>	N	–
		7,11	7,27		
Zawiesiny ogólne	35	<u>1–26</u>	<u>0,6–5,5</u>	N	–
		12,6	2,5		
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	10	<u>4,25–30,1</u>	<u>0–1,59</u>	T	–
		14,48	0,48		
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	30	<u>0,94–2,99</u>	<u>0,4–2,8</u>	N	–
		1,87	1,4		
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1	<u>0,07–1,27</u>	<u>0,09–0,30</u>	T	–
		0,36	0,16		
P <sub>og</sub>	3	<u>0,02–61,74</u>	<u>0,00–0,61</u>	T	–
		12,65	0,14		
Cl <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	≤ 1 000	<u>165,2–33085,6</u>	<u>49,10–340,50</u>	–	N
		19588,7	193,14		
Fe <sub>og</sub>	10	<u>0,11–1,18</u>	<u>0,6–1,68</u>	N	–
		0,61	0,98		


*N* – wartość nie przekroczona, *T* – wartość przekroczona w rozporządzeniu z 2006 roku [16]

**Tabela 2.** Zakres i średnie wartości cech fizykochemicznych wody Wisły oraz ocena jej walorów użytkowych [18, 19]  
**Table 2.** Range and mean values of physicochemical features of water of the Vistula River and the evaluation of its usability [18,19]

Wyszczególnienie		Zakres Średnia			Klasa jakości [17]			Przydatność wody do								
								zaopatrzenia ludności [18]			bytowania ryb [19]					
								łośosiowatych			karpiowatych					
Punkty pomiarowo-kontrolne																
		1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4
Temperatura [°C]		<u>4,9–18,2</u> 12,19	<u>5,2–17,4</u> 11,5	<u>5,1–17,3</u> 11,6	I	I	I	A1			tak					
pH		<u>6,54–7,76</u> 7,29	<u>6,66–7,69</u> 7,42	<u>6,32–7,63</u> 7,27	I	I	I	A1		A2	tak					
EC	μS·cm <sup>-1</sup>	<u>202–561</u> 282	<u>365–5140</u> 2055	<u>202–2540</u> 831	I			A1	non		–	–	–	–	–	–
O <sub>2</sub>	%	<u>70–97</u> 85	<u>69–107</u> 93	<u>79–109</u> 94	I	I	I	A1	A2	A1	–	–	–	–	–	–
O <sub>2</sub>	mg·dm <sup>-3</sup>	<u>6,4–9,5</u> 8,2	<u>7,2–11,2</u> 9,3	<u>7,6–13,1</u> 9,2	II	I	I	–	–	–	nie	tak	nie	tak		
Substancje rozpuszczone		<u>68–382</u> 176	<u>280–11734</u> 2465	<u>132–1678</u> 664	I			–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zawiesiny ogólne		<u>0,8–7</u> 2,5	<u>0,8–10</u> 4	<u>0,6–5,5</u> 2,5	I	I	I	A1			tak					
N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		<u>0–1,13</u> 0,33	<u>0,39–1,59</u> 0,86	<u>0–1,59</u> 0,48	II			–	–	–	tak	nie		tak	nie	
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		<u>0,2–3</u> 1	<u>0,9–2,8</u> 1,9	<u>0,4–2,8</u> 1,4	II	II	II	–	–	–	–	–	–	–	–	–
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		<u>0,04–0,26</u> 0,11	<u>0,10–0,39</u> 0,22	<u>0,09–0,30</u> 0,16	–	–	–	–	–	–	nie					
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		<u>0–0,78</u> 0,18	<u>0,00–5,12</u> 1,12	<u>0,00–1,86</u> 0,43	–	–	–	non			–	–	–	–	–	–
Fosfor ogólny		<u>0–0,25</u> 0,06	<u>0,00–1,67</u> 0,32	<u>0,00–0,61</u> 0,14	II			–	–	–	nie			tak	nie	

**Tabela. 2. cd**  
**Table 2. cont.**

Wyszczególnienie		Zakres Średnia			Klasa jakości [17]			Przydatność wody do								
								zaopatrzenia ludności [18]			bytowania ryb [19]					
								łososiowatych			karpionatych					
		Punkty pomiarowo-kontrolne														
		1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg·dm <sup>-3</sup>	<u>16-39</u> 27	<u>26-49</u> 38	<u>17-51</u> 32	I	I	I	A1			-	-	-	-	-	-
Fe <sub>og</sub>		<u>0,67-2,31</u> 1,15	<u>0,09-1,61</u> 1	<u>0,6-1,68</u> 0,98	-	-	-	non	A2	A2	-	-	-	-	-	-
Mn <sup>2+</sup>		<u>0,09-0,46</u> 0,21	<u>0,11-0,47</u> 0,24	<u>0,12-0,47</u> 0,21	-	-	-	A3			-	-	-	-	-	-
Ca <sup>2+</sup>		<u>26-50</u> 34	<u>41-194</u> 97	<u>35-100</u> 55	I	II	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg <sup>2+</sup>		<u>3,5-8,5</u> 5,0	<u>4,9-65,1</u> 29,6	<u>4,2-42,2</u> 16,3	I	II	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl <sup>-</sup>		<u>16-109</u> 41	<u>43-1199</u> 675	<u>289-289</u> 161	I		II	A1	non		-	-	-	-	-	-

 – stężenia przekraczały wartości dopuszczalne dla II klasy, dlatego wody określa się jako poniżej stanu dobrego [17]

Większość przeanalizowanych próbek wody pod względem termicznym zalicza wody rzeki Wisły, na badanym odcinku, do I klasy jakości (tab. 2). Na badanym odcinku rzeki Wisły pH wody było w przedziale od 6,54 do 7,69, czyli w I klasie. W górnym biegu rzeki wartość przewodności elektrolitycznej właściwej nie przekraczała  $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  – wartości dopuszczalnej dla I klasy jakości [17]. W punkcie 3 i 4 stężenia przekraczały wartości dopuszczalne dla II klasy, dlatego też wody określono jako poniżej stanu dobrego według obowiązującego rozporządzenia. Stopień nasycenia wody tlenem na całej badanej długości rzeki był równomierny, odpowiadający I klasie jakości. Natomiast stężenie tlenu rozpuszczonego było w 1. punkcie pomiarowo-kontrolnym poniżej  $7 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  – co kwalifikowało badane wody do II klasy. Stężenie substancji rozpuszczonych odpowiadało I klasie jakości wody tylko w punkcie 1., w pozostałych punktach przekraczało wartość dopuszczalną dla II klasy – określono je jako poniżej stanu dobrego. Natomiast stężenie zawiesiny ogólnej i siarczanów powodowało, że wody zakwalifikowano do I. klasy. Obowiązujące rozporządzenie [17] biorące pod uwagę azot amonowy i fosfor ogólny, wody rzeki Wisły na górnym odcinku kwalifikowało do II klasy jakości, zaś na dolnym do wód poniżej stanu dobrego. Stężenie azotu azotanowego było wyrównane, wody we wszystkich punktach odpowiadały dla II klasy. Ocena wody badanego odcinka rzeki Wisły, na podstawie wartości składników mineralnych (magnez i wapń) wykazała, że w punkcie 3. przekroczone zostały stężenia dopuszczalne wartości odpowiadającej dla I klasy jakości wody (tab. 2). Stężenie chlorków w punkcie 3. było w przedziale 43 do  $1199 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  to spowodowało, że wody rzeki Wisły określono jako poniżej stanu dobrego.

Według obowiązującego rozporządzenia dotyczącego przydatności wody do zaopatrzenia ludności spośród 10 analizowanych wskaźników cztery (przewodność elektrolityczna właściwa i Cl<sup>-</sup> w punkcie 3 i 4., PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> we wszystkich badanych punktach, Fe<sub>og</sub> w 1. punkcie) nie spełniają wymagań wymienionych kategorii w rozporządzeniu z 2002 roku [18] (tab. 2). We wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych wody zaliczono do kategorii A3 z powodu stężenia manganu, a do kategorii A2 ze względu na stężenie żelaza ogólnego (punkt 3 i 4) i stopień nasycenia wody tlenem (punkt 3). Odczyn wody tylko w punkcie 4. spowodował zakwalifikowanie jej do kategorii A2. Wartości pozostałych wskaźników były w kategorii A1. Reasumując, jeśli zaistniała by potrzeba, wodę z badanego odcinka rzeki Wisły nie można wykorzystać do zaopatrzenia ludności.

Jakość wody Wisły nie spełnia wymagań na bytowanie ryb łososiowatych i karpowatych, gdyż według obowiązującego rozporządzenia [19] stężenie azotynów przekraczało dopuszczalne wartości dla obu gatunków ryb we wszystkich badanych punktach (tab. 2). Wody Wisły w punkcie 1. dla ryb łososiowatych spośród 7 analizowanych wskaźników cztery (temperatura wody, pH, zawiesiny ogólne, azot amonowy) spełniają normatywy, podobnie jak w punkcie 3. (temperatura wody, pH, tlen rozpuszczony, zawiesiny ogólne). Natomiast w punkcie 4. trzy. Natomiast w przypadku ryb karpowatych w punkcie 1. wody badanego odcinka rzeki mogły by stanowić środowisko życia ich ze względu na sześć wskaźników, w punkcie 3. i 4. – cztery.

#### 4. Podsumowanie

Wody kopalniane pochodzące z odwadniania kopalni PG „Silesia” zawierają składniki powodujące ich zanieczyszczenie: azot amonowy, żelazo ogólne, chlorki i siarczany. Niestety od wielu lat stwierdza się ich wpływ na wody powierzchniowe [10]. Zrzut wód słonych jest kontrolowany, dozuje się go zależnie od stanów wody w odbiorniku za pomocą zbiornika retencyjnego (osadnika). Bada się również jakość wód kopalnianych zgromadzonych w zbiorniku jak i tło zasolenia wód odbiornika przed zrzutem. Koryto Wisły na badanym odcinku nie jest umocnione ani znacznie zmienione w wyniku działalności antropogenicznej. Urbanizacja terenu przyległego jest niewielka, główny udział w użytkowaniu terenu na tym obszarze stanowią łąki i pola uprawne. Wzdłuż koryta występuje bogata roślinność przybrzeżna, dająca zacienienie ciek. Wszystkie te czynniki pozwalają redukować wprowadzane zanieczyszczenia przez kopalnie na zadawalającym poziomie [5, 22].

Wody kopalniane traktowane jako ścieki przy wprowadzaniu do wód powierzchniowych nie odpowiadają warunkom ustalonym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. [Dz. U. Nr 137, poz. 984]. Przekraczane są wielokrotnie dopuszczalne wartości azotu amonowego i azotynowego oraz fosforu ogólnego. Pocięszające jest to, że wartość graniczna sumy chlorków i siarczanych w miejscu całkowitego zmieszania wód słonych z wodami od-



biornika (punkt 4) jest znacznie niższa od dopuszczalnej [5]. Jakość wody i wynikające z niej walory użytkowe, zmienia się z biegiem cieku wraz ze zmianą presji antropogenicznej na obszarze zlewni [1, 4, 8]. Przeciwdziałanie zanieczyszczeniu odbywające się najczęściej poprzez sanitację terenów osiedlowych obejmującą budowę kanalizacji i sprawnie działające oczyszczalnie ścieków [9, 14, 15] oraz oczyszczanie wód opadowych, może być w określonych warunkach wspomagane procesem samooczyszczania – jedną z ważniejszych cech wód płynących [2, 7].

Analiza wyników badań wykazała, że na początkowym odcinku w punkcie 1. woda była najlepszej jakości – odpowiadała II. klasie, a w punkcie 3. to jest 50 m poniżej zrzutu wód kopalnianych była najgorsza ze względu na jej przewodność elektrolityczną właściwą, stężenie substancji rozpuszczonych, azotu amonowego, fosforu ogólnego i chlorków – stężenia te przekraczały wartości dopuszczalne dla II klasy, dlatego też wody określono jako poniżej stanu dobrego. Pozostałe wskaźniki kwalifikowały wodę do I. klasy jakości za wyjątkiem azotu azotanowego, wapnia i magnezu (II. klasa) [17].

Badania walorów użytkowych wody rzeki Wisły wykazały, że nie mogą być wykorzystane do zaopatrzenia ludności ze względu na wysokie stężenie fosforanów [18].

Rzeka Wisła nie spełnia warunków naturalnego siedliska do bytowania ryb ze względu na tlen rozpuszczony (punkt 1 i 4), azot amonowy (punkt 3 i 4), azotyny i fosfor ogólny w przypadku ryb łososiowatych, natomiast spełnia temperatura, pH, zawiesiny ogólne w każdym badanym punkcie, tlen rozpuszczony w punkcie 3, azot amonowy w punkcie 1. W przypadku ryb karpiowatych badane wody Wisły mogą zapewnić warunki naturalne ze względu na cztery wskaźniki: temperaturę, pH, tlen rozpuszczony i zawiesiny ogólne oraz azot amonowy i fosfor ogólny tylko w punkcie 1. Pozostałe analizowane wskaźniki nie spełniały wymagań stawianych w obowiązującym rozporządzeniu [19].

Jakość wody ulega znacznemu pogorszeniu przy zrzucie wód słonych, wody Wisły ulegają przekwalifikowaniu z II klasy na wody poniżej stanu dobrego. Jednakże zawartość wskaźników zanieczyszczenia w stoku do miejsca zrzutu wód kopalnianych ulega zmniejszeniu na końcu badanego odcinka (punkt 4). Świadczy to o dobrym samooczyszczaniu się wody w rzece.

## Literatura

1. **Aleksander-Kwaterniak U., Ciszewski D., Szarek-Gwiazda E., Kwadrans J., Wilk-Woźniak E., Waloszek A.:** *Wpływ historycznej działalności kopalni rud Z-Pb w Chrzanowie na stan środowiska wodnego doliny Matyldy*. *Górnictwo i Geologia*, t. V, zesz. 4, 21–30 (2010).
2. **Bogdał A., Kanownik W., Wiśnios M.:** *Zmiany wartości i stężeń fizykochemicznych wskaźników jakościowych wód rzeki Prądnik-Białucha (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska)*. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, nr 8, 358–361 (2012).
3. **Chaber M., Krogulski K.:** *Problematyka wód słonych w górnictwie węgla kamiennego*. *Wiadomości Górnicze*, nr 7–8, 325–332 (1998).
4. **Dulewski J., Madej B., Uzarowicz R., Walter A.:** *Wpływ górnictwa na wybrane elementy środowiska z perspektywy ostatniej dekady*. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 132 (2010).
5. **Falta J.:** *Operat wodno-prawny na odwodnienie Zakładu Górniczego „Silesia” i zrzut wód dołowych do wód powierzchniowych rzeki Wisły*. *Katowice*, 1–30 (2003).
6. **Helios-Rybicka E., Rybicki S.:** *Impact of coal mining on the environmental In Poland*. In: *Proceedings First Conference on Applied Environmental Geology (AEGO3) in Central and Eastern Europe*. Vienna 2003, 228–229 (2003).
7. **Kanownik W., Rajda W.:** *Samoczyszczanie wody potoku Pychowickiego*. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 561. 81–91 (2011).
8. **Kanownik W., Kowalik T., Bogdał A., Ostrowski K., Rajda W.:** *Jakość i walory użytkowe wody potoku Szczyrzawy*. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 561, 65–81 (2011).
9. **Kanownik W., Kowalik T., Bogdał A., Ostrowski K.:** *Quality categories of stream waters included in a small retention program*. *Pol. J. of Environ. Stud.*, 22 (1), 159–165 (2013).
10. **Lipiński K.:** *Ochrona wód przed zasoleniem*. Wrocław, 8 (1987).
11. **Paczyński B., Sadurski A.:** *Hydrologia regionalna Polski. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane*. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, t. II, 146 (2007).
12. **Pluta I.:** *Wody kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – geneza, zanieczyszczenia i metody oczyszczania*. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 6 (2005).
13. **Pluta I., Dulewski J.:** *Wody kopalniane w świetle dawnej i aktualnej terminologii oraz ich klasyfikacji obowiązującej w górnictwie*. *Wiadomości Górnicze*, nr 1, 37 (2006).
14. **Policht-Latawiec A.:** *Effect of treated sewage on water quality in the receiving waters*. *Acta horticulturae et regiotecturae*, 15, 46–49 (2012).

15. **Rajda W., Kanownik W.:** *Some Water Quality Indices in Small Water-courses in Urbanized Areas*. Archives of Environmental Protection, 33 (4), 31–38 (2007).
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz.U., nr 137, poz. 984.
17. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. Dz.U., nr 162, poz. 1008.
18. 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.
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 4 października 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych. Dz.U., nr 258, poz. 1550.
21. **Rózkowski A., Przewłocki K.:** *Application of stable isotopes in mine hydrogeology taking Polish coal basin as an example*. Isotopes Techniques in Groundwater Hydrogeology, IAEA Vienna, vol. 1, 481–502 (1974).
22. **Sobolewski M.:** *Ochrona wód przed zasoleniem*. Biuro Studiów i Ekspertyz. Wydział Analiz Ekonomicznych i Społecznych, nr 79, 1–2 (1992).

## **Influence of Hard Coal Mine on Water Quality in the Vistula River**

### **Abstract**

The subject of the paper was determining the effect of supplied mine waters on the quality of the analyzed section of the Vistula River. “Silesia” Mine Enterprise (ME) which supplies the pollutants is situated in the southeastern part of the Śląskie province. Silesia ME extracts hard coal and mine gas – methane. The mine belongs to medium waterlogged mines with chloride-sodium inflowing waters. Before their discharge to the river, the mine waters are as a whole drained to the storage-dosing reservoir. Beside the retention and dosing mine waters to the Vistula River, the reservoir allows for removing the mechanical suspension from the waters.

The main point of the work was acquisition of samples for analysis. Water samples were collected in 2011 from four control and measurement points along a kilometer section of the Vistula river and used for laboratory analyses. The control and measurement points were situated 20m above the discharge ditch outlet to the Vistula River and subsequently 50 and 1000 m below the discharge. The following parameters were measured immediately after water sampling: water temperature, the contents of dissolved oxygen, oxygenation capacity, pH and electrolytic conductivity. The other eighteen components were analyzed in a laboratory. Determined were: the content of total suspended solids, dissolved substances, sulphates, phosphates, total phosphorus, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrites, nitrate nitrogen, nitrates, ammonium ion, chlorides, sodium, calcium, magnesium, total iron, potassium and manganese.

The paper assessed the dynamics of water physicochemical indices, fulfilling conditions at supplying polluted water to the receiving water and functional values of water. It was stated that the Vistula waters deteriorate after introducing mine waters. They become waters below the good state, creating conditions unsuitable for fish life and unfit for water supply to people. Pollution of mine waters, regarded as treated sewage, exceeds the permissible values of some indices as stated in legal regulations. However, the key concentration of chlorides at the point of full mixing does not exceed their permissible values. River self-purification is on a good level, since mostly pollutant concentrations decrease on the length of the investigated section of the Vistula River, i.e. in point 4.