

CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA OSADÓW I WÓD ZBIORNIKA DZIECKOWICE (JEZIORA IMIELIŃSKIEGO), POŁUDNIOWA POLSKA

GEOCHEMISTRY OF SEDIMENTS AND WATER OF THE DZIECKOWICE ARTIFICIAL RESERVOIR (IMIELIŃSKIE LAKE), SOUTHERN POLAND

ALEKSANDER BIEL¹, ANNA PASIECZNA¹

Abstrakt. Określono zawartość metali ciężkich i innych pierwiastków w wodach oraz w osadach Zbiornika Dzieckowice, wykorzystywanego jako zbiornik wody pitnej dla aglomeracji katowickiej. Próbki osadów i wód pobierano z brzegów zbiornika. Oznaczenia zawartości Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w osadach wykonano metodą ICP-AES, natomiast analizy Hg metodą CV-AAS po rozтворzeniu próbek w wodzie królewskiej. Oznaczenia zawartości B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO₂, SO₄, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES, a zawartości Ag, Al, As, Cd, Cl, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl i U metodą ICP-MS. Analizy wykazały, że badane wody są bardzo dobrej jakości, charakteryzują się bardzo małymi stężeniami oznaczanych składników i spełniają wymagania normatywne dla wód pitnych. Osady zbiornika odznaczają się wyjątkowo małymi zawartościami metali ciężkich i innych pierwiastków i nie stwarzają zagrożenia dla utrzymania dobrej jakości wód.

Słowa kluczowe: wody powierzchniowe, zanieczyszczenie, metale ciężkie, Zbiornik Dzieckowice, Śląsk.

Abstract. Contents of heavy metals and other elements in the water and sediments were studied in the Dzieckowice artificial reservoir supplying drinking water for the Katowice agglomeration. Sediment and water samples were collected from the reservoir's shore. The contents of Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V and Zn in sediments were determined using the ICP-AES method, and Hg – using the CV-AAS method, following hot aqua regia digestion. Determinations of B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO₂, SO₄, Sr, Ti and Zn in water samples were performed by the ICP-AES method. The contents of Ag, Al, As, Cd, Cl, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl and U were determined by the ICP-MS method. Geochemical studies have indicated small contents of these elements in the water so it can be classified as very good quality water, fulfilling current guideline values established for drinking water in Poland. Sediments of the Dzieckowice reservoir contain small amounts of all the analysed elements and do not pose a threat to the water quality.

Key words: surface water, contamination, heavy metals, Dzieckowice artificial reservoir, Silesia (Poland).

WSTĘP

Zbiornik Dzieckowice (Jezioro Imielińskie) pod względem wielkości zajmuje czwarte miejsce w województwie śląskim po zbiornikach: Goczałkowickim, Żywieckim i Dzierżnie Dużym. Zbiornik stanowi ogniwo górnośląskiego systemu wodnogospodarczego, spełniając również funkcje rekreacyjne (Bok i in., 2004; Schemat..., 2012). Zbiornik utworzono w 1976 r. w ramach budowy systemu zaopatrzenia w wodę Huty Katowice (obecnie ArcelorMittal) z uwzględnieniem stopniowego adaptowania go do celów wodociągowych aglomeracji katowickiej. Powstał w wyrobisku po eksploatacji piasku podsadzkowego w dolinie Przemszy, a jego budowa pociągnęła za sobą

konieczność przesunięcia doliny rzeki na wschód. Zbiornik, o charakterze buforowym (dyspozycyjnym), położony na zachód od koryta Przemszy, jest zasilany wodą przerzucaną rurociągiem z systemu rzek Skawa–Soła przez pompownię w Broszkowicach koło Oświęcimia. Odpływ ze zbiornika odbywa się również przy pomocy pomp. Jego całkowita pojemność (przy maksymalnym piętrzeniu do głębokości 20 m) wynosi 52,8 mln m³, a powierzchnia zajmuje około 7,3 km². Wody retencjonowane w zbiorniku poddawane są systematycznym badaniom jakościowym.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: aleksander.biel@pgi.gov.pl, anna.pasieczna@pgi.gov.pl

Na przełomie lat 80. i 90. XX wieku stan wód Zbiornika Dzieckowice ulegał pogorszeniu, o czym świadczyły procesy eutrofizacji, spowodowane prawdopodobnie dostarczaniem związków azotu i fosforu poprzez spływy powierzchniowe z pól i zrzuty ścieków komunalnych. Na zanieczyszczenia antropogeniczne wskazywały analizy wód z części południowej zbiornika, gdzie następuje zasilanie wodami importowanymi z ujęć na rzekach Skawa i Soła. Stwierdzano w nich azotyny świadczące o dostawie wód zanieczyszczonych ściekami, a także zwiększone stężenia kadmu (do $11 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) i ołowiu

(do $200 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), (Stachowicz, Czernoch, 1991). Większy stopień zanieczyszczenia w rejonie zasilania zbiornika stwierdzono również analizując wskaźniki bakteriologiczne.

Celem przeprowadzonych badań była ocena zawartości metali ciężkich i innych pierwiastków w wodach i osadach Zbiornika Dzieckowice. Dotychczasowe badania wykonywane były pod kątem potrzeb producentów wody korzystających z jego ujęć i nie obejmowały oznaczania składu osadów gromadzących się na dnie zbiornika, które mogą stanowić potencjalne źródło zanieczyszczeń.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Pod względem administracyjnym zbiornik Dzieckowice zlokalizowany jest w województwie śląskim (fig. 1) na terenie miasta Imielin i gminy Chełm Śląski. Zbiornik wraz ze zlewnią położony jest na terenie Pagórów Jaworznickich (Kondracki, 2000), natomiast pod względem hydrograficznym – w dolnej części dorzecza Przemszy, lewostronnego dopływu Wisły.

Najbliższa okolica zbiornika ma charakter miejsko-wiejski; niewielkie obiekty przemysłowe to: Zakład Produkcji Wody i Skład Metali Nieżelaznych w Imielinie, Fabryka Wentylatorów w Chełmie Śląskim oraz składowisko pyłów elektrowniowych w miejscu dawnej huty szkła w północnej części obrzeżenia zbiornika (Pasieczna i in., 2010). Tereny bezpośrednio otaczające zbiornik nie są zabudowane (poza obiektami hydrotechnicznymi samego zbiornika) i pod względem użytkowania stanowią obszary leśne oraz nieużytki. W odległości około 150 m od północnych krańców zbiornika przebiega autostrada A4.

Podłoże akwenu tworzą plejstoceńskie piaski i żwiry akumulacji wodnolodowcowej oraz holocenijskie piaski, mady, mułki i ropy (Biernat, Kryszowska, 1955), a w pobliżu jego brzegów na powierzchni odsłaniają się plejstoceńskie gliny zwałowe, dolomity kruszczone, wapienie oraz margle triasu.



Fig. 1. Lokalizacja zbiornika Dzieckowice

Location of the Dzieckowice artificial reservoir

METODYKA BADAŃ

Badania geochemiczne wód i osadów wykonano w ramach opracowania Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska (Pasieczna i in., 2010). Prace wykonane przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Próbki wód i osadów pobrano w okresie wiosenno-letnim 2007 r. Próbki osadów o masie ok. 500 g pobierano za pomocą czerpaka. Próbki wód pobierano z brzegów zbiornika z tych samych miejsc, z których pobrano próbki osadów (fig. 2, 3). Przewodność elektryczną właściwą wód (EC) i odczyn (pH) zmierzono w terenie. Do pomiarów EC stosowano konduktometr z automatyczną kompensacją temperaturą, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C . Próbki

wód o objętości 30 ml były filtrowane w terenie przez filtry $0,45 \mu\text{m}$ i utrwalane kwasem azotowym.

Próbki osadów były suszone w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewane przez sита nylonowe o oczkach $0,2 \text{ mm}$. Roztworzenie próbek przeprowadzono w wodzie królewskiej (1 g próbki do końcowej objętości 50 ml) przez 1 godz. w temp. 95°C w termostatowanym bloku aluminiowym.

Oznaczenia zawartości Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w osadach wykonano metodą ICP-AES, natomiast analizy Hg metodą CV-AAS. Oznaczenia zawartości B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO_2 , SO_4 , Sr, Ti i Zn w wodach przeprowadzono metodą ICP-AES, a zawartości Ag, Al, As, Cd, Cl, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl i U metodą ICP-MS.

WYNIKI I Dyskusja

Wody Zbiornika Dzieckowice wyróżniają się bardzo małymi zawartościami badanych składników w porównaniu do ich zawartości w wodach cieków opływających zbiornik, a ich średnie zawartości są znacznie mniejsze od wartości tła geochemicznego wód regionu śląsko-krakowskiego oraz Polski (tab. 1). Zawartości srebra, arsenu, kadmu, chromu, ołowiu,

tytanu, talu i cynku są poniżej granicy oznaczalności stosowanej metody analitycznej.

Zwraca uwagę kontrast przeciętnych zawartości pierwiastków (wyrażonych wartością median) w niezanieczyszczonych wodach Zbiornika Dzieckowice i w wodach przepływającej obok Przemszy, do której zrzucane są wody kopal-

Tabela 1

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków chemicznych w wodach Zbiornika Dzieckowice
Statistical parameters of chemical elements in water of the Dzieckowice artificial reservoir

Pierwiastek /związek	Jednostka	Granica oznaczalności	Zbiornik Dzieckowice		Wody powierzchniowe regionu śląsko-krakowskiego ¹⁾	Wody Polski ²⁾	Stężenie dla kat. A1 ³⁾		Największe dopuszczalne stężenie ⁴⁾
			mediana	zakres			zalecane	dopuszczalne	
Ag	µg/dm ³	0,05	<0,05	<0,05					10
Al	µg/dm ³	0,5	10,5	6–23,8	200s	100			
As	µg/dm ³	2	<2	<2			10	50	10
B	µg/dm ³	10	37	33–42	90	40	1000	1000	1000
Ba	µg/dm ³	1	36	32–39	82	54		100	
Ca	mg/dm ³	0,1	29,4	26,1–32,3	85	83			
Cd	µg/dm ³	0,2	<0,2	<0,2	<3	<3	1	5	5
Cl	mg/dm ³	2	13	12–21			200	250	
Co	µg/dm ³	0,2	0,2	<0,2–0,5	<5	<5			
Cr	µg/dm ³	3	<3	<3	<5	<5		50	50
Cu	µg/dm ³	0,5	0,8	0,6–2,4	5	<5	20	50	2000
Fe	mg/dm ³	0,01	<0,01	<0,01–0,03	1	0,52	0,1	0,3	
K	mg/dm ³	0,1	2,6	2,0–4,0	8	5			
Li	µg/dm ³	0,5	2,4	2,2–2,6	20	<20			
Mg	mg/dm ³	0,1	4,6	4,4–5,0	13	11,6			125
Mn	µg/dm ³	1	6	1–48	213	102	50	50	
Mo	µg/dm ³	0,05	0,26	0,24–0,43					
Na	mg/dm ³	0,5	8,4	8,3–9,2	21	14			
Ni	µg/dm ³	1	<1	<1–2	<8	<8		50	20
P	mg/dm ³	0,05	<0,05	<0,05	0,26	0,16			
Pb	µg/dm ³	0,2	<0,2	<0,2				50	25
Rb	µg/dm ³	0,5	1,6	1,5–1,9					
Sb	µg/dm ³	0,05	0,15	0,14–0,20					5
SiO ₂	mg/dm ³	0,1	0,5	0,4–1,3	11,7	12,5			
SO ₄	mg/dm ³	3	29	28–33	81	56	150	250	
Sr	µg/dm ³	3	150	141–192	253	243			
Ti	µg/dm ³	2	<2	<2					
Tl	µg/dm ³	0,05	<0,05	<0,05					
U	µg/dm ³	0,05	0,08	0,07–0,12					
Zn	µg/dm ³	3	<3	<3	86	33	500	3000	

¹⁾ Lis, Pasieczna, 1995b; ²⁾ Lis, Pasieczna, 1995a; ³⁾ Rozporządzenie..., 2002; ⁴⁾ Rozporządzenie..., 2007

niane Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP). W wodach Zbiornika Dzieckowice i Przemszy stwierdzono odpowiednio: 37 i 445 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ boru, 13 i 449 mg/dm^3 chloru, 2,6 i 16 mg/dm^3 potasu, 2,4 i 46,4 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ litu, 4,6 i 51,4 mg/dm^3 magnezu, 8,4 i 247,8 mg/dm^3 sodu, 1,6 i 63,3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ rubidu, 29 i 259 mg/dm^3 siarczanów, 150 i 784 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ strontu oraz 0,08 i 0,65 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ uranu (Pasieczna i in., 2010). Podobne zróżnicowanie występuje również w przypadku arsenu (fig. 2), wapnia, kobaltu, molibdenu, talu i cynku.

Również wody potoku Imielinka opływającego zbiornik od strony południowo-zachodniej zawierają znaczne ilości boru (168 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), chloru (47 mg/dm^3), sodu (33 mg/dm^3), rubidu (9,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) oraz fosforanów (0,60 mg/dm^3), co związane jest ze zrzutem ścieków bytowych z pobliskiego Imielina. Wody Imielinki wzbogacone są również w cynk (3–242 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), co wiązać można z dostarczaniem tego metalu przez dopływy ścieków z rejonu zakładów metalowych i szybu KWK Ziemowit w Cisowcu, a także z innych ognisk zanieczyszczeń. W Zbiorniku Dzieckowice wody są znacznie mniej zanieczyszczone i zawierają przeciętnie <0,05 mg/dm^3 fosforanów oraz <3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ cynku (tab. 1).

Mineralizacja wód zbiornika jest znacznie mniejsza niż wód pobliskich cieków. Świadczy o tym przewodność elektryczna właściwa (EC) nie przekraczająca 0,29 mS/cm, podczas gdy w wodach Przemszy zawiera się ona w granicach 1,65–2,31 (mS/cm), a w wodach potoku Imielinka wynosi 0,52–1,04 (mS/cm).

Ze względu na odczyn (7,7–9,0) wody zbiornika wymagają typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, a w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym oraz dezynfekcji (ozonowania, chlorowania końcowego).

Zawartości wszystkich oznaczonych pierwiastków i związków w wodach zbiornika mieszczą się w granicach stężeń określonych dla kategorii A1 jakości wód, wymagających jedynie prostego uzdatniania fizycznego (filtracji i dezynfekcji). Jest to istotne z punktu widzenia wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe przeznaczone do spożycia przez ludzi w związku z funkcją jaką pełni zbiornik w górnośląskim systemie wodnogospodarczym. O dobrej jakości wód świadczy brak przekroczeń dopuszczalnych stężeń substancji chemicznych w wodach przeznaczonych do spożycia przez ludzi (tab. 1).

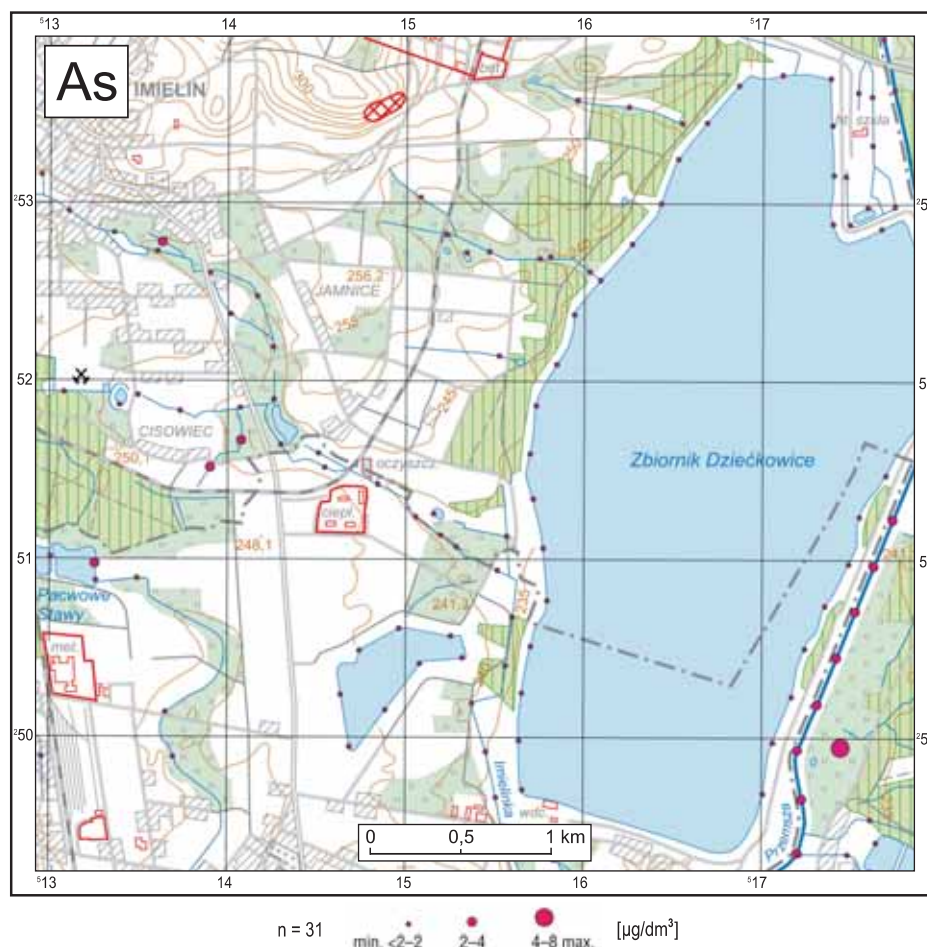


Fig. 2. Zawartość arsenu w wodach Zbiornika Dzieckowice

Arsenic content in water of the Dzieckowice artificial reservoir

Tabela 2

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków chemicznych w osadach Zbiornika Dzieńkowice
 Statistical parameters of chemical elements in sediments of the Dzieńkowice artificial reservoir

Pierwiastek	Jednostka	Granica oznaczalności	Zbiornik Dzieńkowice		Tło geochemiczne		
			mediana	zakres	osady wód powierzchniowych regionu śląsko-krakowskiego ¹⁾	osady wód powierzchniowych Polski ²⁾	osady strumieniowe Europy ³⁾
Ag	mg/kg	1	<1	<1	1	<1	
Al	%	0,01	0,06	0,04–0,17			10,4
As	mg/kg	5	<5	<5–6	6	<5	6
Ba	mg/kg	1	9	5–27	98	54	87,5
Ca	%	0,01	0,04	0,01–48	0,71	0,86	2,44
Cd	mg/kg	1	<1	<1	2,5	<0,5	0,29
Co	mg/kg	1	<1	<1–2	4	3	8
Cr	mg/kg	1	2	<1–3	9	5	22
Cu	mg/kg	1	1	<1–2	15	7	15
Fe	%	0,01	0,14	0,06–0,27	1,07	0,80	1,97
Hg	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,05	0,04
Mg	%	0,01	0,01	<0,01–0,09	0,13	0,11	0,72
Mn	mg/kg	10	22	<10–126	292	274	453
Ni	mg/kg	2	<2	<2–4	11	6	17
P	%	0,005	<0,005	<0,005–0,008	0,066	0,059	0,056
Pb	mg/kg	5	<5	<5–31	59	13	14
S	%	0,005	0,006	<0,005–0,067	0,052	0,040	0,050
Sr	mg/kg	1	3	1–10	24	20	124
Ti	mg/kg	1	55	15–145	42	30	3800
V	mg/kg	1	3	1–5	12	7	29
Zn	mg/kg	1	12	1–82	259	62	60

¹⁾Lis, Pasieczna, 1995b; ²⁾Lis, Pasieczna, 1995a; ³⁾Salminen, red., 2005

Dane uzyskane przez autorów dowodzą dobrej jakości badanych wód (kat. A1) i potwierdzają wyniki innych opracowań (Strzezińska, 2003; Raport..., 2004; Ocena..., 2010). Analizy przeprowadzone w wieloletnim okresie 1978–1997 (Bok i in., 2004) wykazały tendencję systematycznej poprawy jakości wód, które w badanym okresie charakteryzowały się dobrą jakością, nieznacznie tylko przekraczając wartości niektórych wskaźników (m.in. BZT₅, Mn, Fe) dla I klasy czystości wód.

Osady zbiornika wyróżniają się bardzo małymi zawartościami prawie wszystkich analizowanych pierwiastków, które są znacznie mniejsze niż wartości lokalnego tła geochemicznego w osadach wód powierzchniowych regionu śląsko-krakowskiego (tab. 2), a także w osadach Przemszy i Imielinki. W porównaniu z osadami z terenu Polski i osadami strumieniowymi Europy badane osady odznaczają się wyjątkową czystością. Zawartości srebra, rtęci i kadmu są poniżej granicy oznaczalności stosowanej metody analitycznej.

W stosunku do tła regionalnego obszaru śląsko-krakowskiego zanotowano jedynie nieco podwyższone zawartości tytanu (tab. 2), co można wiązać z geogenicznym pochodzeniem tego pierwiastka.

Dla porównania warto przytoczyć zawartości poszczególnych składników w osadach zbiornika i przepływającej obok Przemszy; wynoszą one odpowiednio: <5 i 30 mg/kg arsenu, <1 i 23 mg/kg kadmu, 2 i 62 mg/kg chromu, 1 i 125 mg/kg miedzi, 0,14 i 3,06% żelaza, <0,05 i 0,87 mg/kg rtęci, <2 i 30 mg/kg niklu, <5 i 924 mg/kg ołowiu oraz 12 i 3412 mg/kg cynku. Przytoczone kontrasty zawartości dobrze ilustruje mapa zawartości chromu (fig. 3).

Badane osady zbiornika składają się głównie z piaszczystego materiału jego podłoża (Pasieczna, i in., 2010; Biel, 2009) oraz substancji dostarczanych przez bezpośrednie wpływy powierzchniowe do misy zbiornika i transportowanych wraz z wodami Soły i Skawy. Małe zawartości wszystkich badanych składników świadczą o nieznacznym zanie-

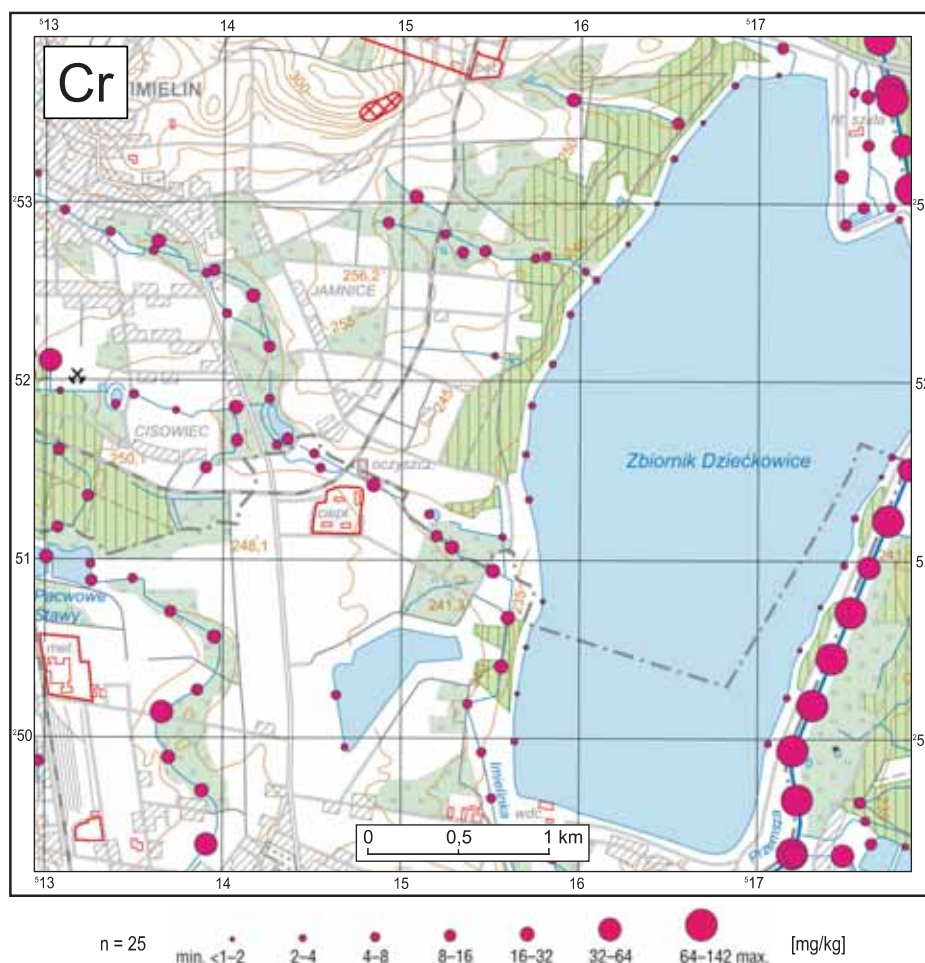


Fig. 3. Zawartość chromu w osadach Zbiornika Dzieckowice

Chromium content in sediments of the Dzieckowice artificial reservoir

czyszczeniu środowisk powierzchniowych w zlewniach tych rzek. Zaś osady Przemszy pochodzą z jej dolnego biegu, gdzie kumulują się zanieczyszczenia z całej rozległej zlewni. Przemsza odwadnia najbardziej uprzemysłowioną i zurbanizowaną część GOP. Na obszarze zlewni znajdują się liczne składowiska odpadów górnictwa węglowego oraz zakłady hutnictwa żelaza i stali, a odprowadzane do niej ścieki zawierają metale, tlenki żelaza, glinu, wapnia, magnezu, siarkę, oleje, cyjanki i szereg innych substancji. W górnej części

zlewni Przemszy i jej dopływów znajduje się kilkaset punktów zrzutu ścieków (w tym ścieki komunalne z największych miast regionu). Dopływ zanieczyszczeń z tak licznych ognisk powoduje silną degradację chemiczną osadów na badanym odcinku rzeki.

Osady Zbiornika Dzieckowice są uboższe w badane pierwiastki również w porównaniu z osadami Imielinki, w których zaznacza się niewielki wpływ zanieczyszczeń antropogenicznych.

WNIOSKI

1. Ze względu na wyjątkową lokalizację oraz sposób zasilania Zbiornik Dzieckowice stanowi bardzo ważne ogniwo systemu zaopatrzenia ludności Śląska w wodę przeznaczoną do spożycia. Badania stanu chemicznego wód wskazują, że wyróżniają się one bardzo małymi zawartościami oznaczanych składników, w których zakresie są bardzo dobrej jakości i spełniają wymagania normatywne dla wód pitnych.

2. Utrzymywanie dobrego stanu wód na przestrzeni przeszło 30 lat funkcjonowania obiektu świadczy o skuteczności założeń projektowych inwestycji i trafności decyzji jej realizacji.

3. Osady zbiornika odznaczają się wyjątkowo małymi zawartościami metali ciężkich oraz innych pierwiastków i nie stwarzają zagrożeń dla utrzymania dobrej jakości jego wód.

LITERATURA

- BIEL A., 2009 — Charakterystyka geochemiczna osadów i wód Zbiornika Dzieńkowice (Jeziora Imielińskiego). Materiały X Konferencji „Analityka w służbie hydrogeologii, geologii i ochrony środowiska”, Warszawa 21–22 października 2009 r.
- BIERNAT S., KRYSOWSKA M., 1955 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Oświęcim. Inst. Geol., Warszawa.
- BOK M., JANKOWSKI A., MICHALSKI G., RZĘTAŁA M., 2004 — Zbiornik Dzieńkowice. Charakterystyka fizycznogeograficzna i rola w górnośląskim systemie wodnospodarczym. Polskie Towarzystwo Geograficzne. Komisja Hydrologiczna, Warszawa.
- KONDRACKI J., 2000 — Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995a — Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995b — Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OCENA stanu sanitarno-epidemiologicznego województwa śląskiego w roku 2010. Internet: www.wsse.katowice.pl.
- PASIECZNA A., BIEL A., PAULO A., 2010 — Szczegółowa Mapa Geochemiczna Górnego Śląska 1:25 000, ark. Imielin. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RAPORT o jakości wód powierzchniowych wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia w województwie śląskim w 2004 r. Internet: www.katowice.pios.gov.pl.
- 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.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. nr 61, poz. 417.
- SALMINEN R. (red.), 2005 — Geochemical atlas of Europe. Part 1. Geological Survey of Finland. Espoo.
- SCHEMAT systemu wodnego PUW HKW, 2012. Internet: <http://puwhkw.pl/>.
- STACHOWICZ K., CZERNOCH M., 1991 — Jakość wody oraz produkcja pierwotna w Zbiorniku Dzieńkowice. Internet: www.os.not.pl.
- STRZEMIŃSKA K., 2003 — Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1:50 000, ark. Oświęcim (970). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SUMMARY

Contents of heavy metals and other elements in the water and sediments were studied in the Dzieńkowice artificial reservoir, used as a reservoir of drinking water for the Katowice agglomeration (Fig. 1). The reservoir was created in an open cast mine after extraction of filling sands. It is recharged by water transported from the river system through the pump station.

Sediments and water samples were collected from the reservoir's shore. The distance between sampling sites was about 250 m. Specific electrical conductivity (EC) and acidity (pH) of water were measured on site. Concentration of Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V and Zn in sediments was determined by the ICP-AES method, and Hg content was measured using the CV-AAS method, following hot aqua regia digestion. Determinations of B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO₂, SO₄, Sr, Ti and Zn in water samples were performed by the ICP-AES method and contents of Ag, Al, As, Cd, Cl, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl and U were analysed by the ICP-MS method.

Geochemical studies have indicated small contents of all elements in the water so it can be classified as very good quality water, fulfilling current guideline values established for drinking water in Poland (Tab. 1). The contents of the elements are much smaller than their geochemical background values in the surface water of the Silesian-Cracow region (Lis, Pasieczna, 1995b).

Attention has been drawn to the contrast in average contents of elements (expressed as median values) in unpolluted water of the Dzieńkowice reservoir and water of the Przemsza River collecting mine water discharged from the Upper Silesian Industrial Region. The following average contents were noted in water of the Dzieńkowice reservoir and Przemsza River, respectively: 37 and 445 µg/dm³ of boron, 13 and 449 mg/dm³ of chlorine, 2.6 and 16 mg/dm³ of potassium, 2.4 and 46.4 µg/dm³ of lithium, 4.6 and 51.4 mg/dm³ of magnesium, 8.4 and 247.8 mg/dm³ of sodium, 1.6 and 63.3 µg/dm³ of rubidium, 29 and 259 mg/dm³ of sulphates, 150 and 784 µg/dm³ of strontium and 0.08 and 0.65 µg/dm³ of uranium. A similar trend also occurs in the case of arsenic (Fig. 2), calcium, cobalt, molybdenum, thallium and zinc. The reservoir water is characterised by average pH 8.2 and electric conductivity 0.25 mS/cm.

Sediments of the Dzieńkowice reservoir contain small amounts of all the analysed elements and do not endanger the maintenance of good water quality.

The contents of the analysed elements in sediments are much below the regional geochemical background values of the Silesian-Cracow region (Tab. 2), so any components released cannot be hazardous to the water quality. The average contents (median) of elements in sediments are as follow: <5 mg/kg of arsenic, <1 mg/kg of cadmium, 2 mg/kg of chromium, 1 mg/kg of copper, 0.14% of iron, <0.05 mg/kg of mercury, <2 mg/kg of nickel, <5 mg/kg of lead and

12 mg/kg of zinc. The important factor affecting these contents is lithological composition of geological background (mainly sandy deposits).

The differences in the contents of the individual elements in sediments of the Dzieńkowice reservoir and sediments of

the Przemsza River are well illustrated in the map of chromium distribution ([Fig. 3](#)).

The results of geochemical studies prove a good water condition over the past 30 years of operation of the reservoir and its facilities.