



The influence of anthropopression on the water environment in the area of Landscape-Nature Protected Complex "Żabie Doły" (Upper Silesia)

Jacek NOWAK¹, Sylwia LUTYŃSKA²

¹ Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Geologii Stosowanej, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, tel.: 237 29 44, fax: 237 22 90, e-mail: jacek.nowak@polsl.pl

² Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Geologii Stosowanej ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, tel.: 237 19 27, fax: 237 22 90, e-mail: sylwia.lutynska@polsl.pl

Abstract

In this paper the contamination degree of water from reservoirs and streams located in the area of Landscape-Nature Protected Complex "Żabie Doły" was determined. Contemporary water chemistry was formed as a result of long-term exploitation of zinc and lead ores and the current activity of the Orzeł Biały SA company. The physicochemical analysis of water indicated a high degree of anthropopression. In the part of analyzed reservoirs and streams extremely low pH value of water and elevated concentrations of sulfates and metals such as zinc, lead, iron and cadmium were observed.

Keywords: water contamination, anthropopression, lead-zinc ore, Żabie Doły

Streszczenie

Wpływ antropopresji na środowisko wodne obszaru Zespołu Przyrodniczo-Krajobrazowego Żabie Doły (Górny Śląsk)

W artykule określono stopień zanieczyszczenia zbiorników wodnych oraz cieków zlokalizowanych na obszarze Zespołu Krajobrazowo-Przyrodniczego Żabie Doły. W wyniku m.in. długotrwałej eksploatacji złóż cynkowo-ołowiowych oraz współczesnej działalności zakładu Orzeł Biały S.A. ukształtował się obecny chemizm wód. Przeprowadzona analiza fizykochemiczna wód wskazała na wysoki stopień antropopresji. W części analizowanych zbiorników i cieków odnotowano skrajnie kwaśny odczyn wód oraz ponadnormatywne wysokie stężenia siarczanów oraz metali m.in. cynku, ołowiu, żelaza i kadmu.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie wód, antropopresja, złoża rud cynku i ołowiu, Żabie Doły

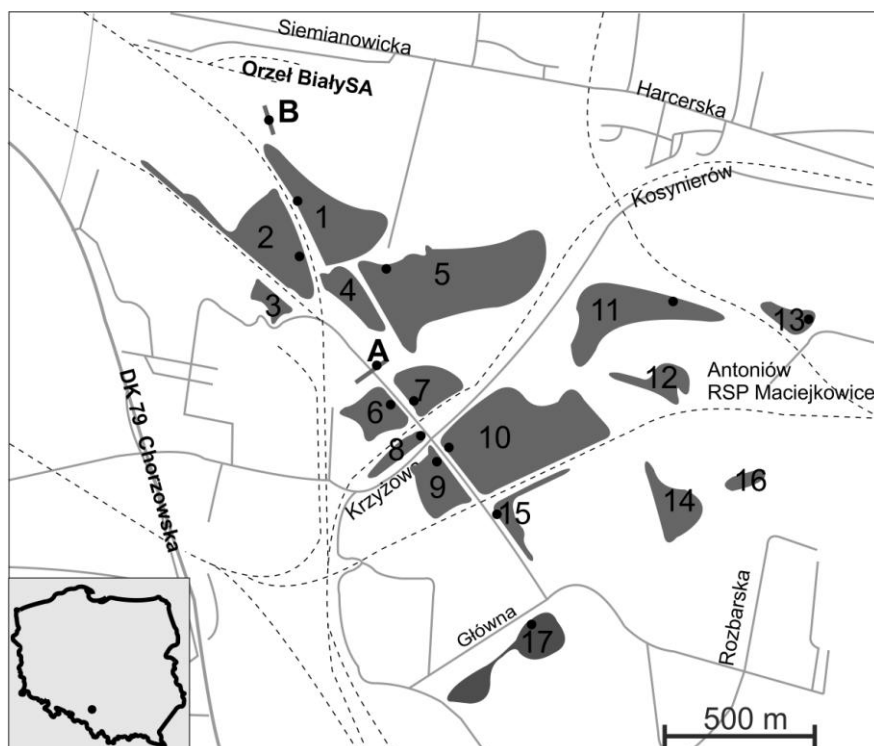
1. Wstęp

Zespół Krajobrazowo-Przyrodniczy Żabie Doły utworzony został rozporządzeniem Wojewody Katowickiego w 1997 roku dla ochrony siedlisk cennych gatunków fauny, głównie ptactwa wodnego [1, 2]. Analizowane zbiorniki wodne powstały w wyniku działalności człowieka. Są one pozostałościami po dawnej, sięgającej średniowiecza, eksploatacji rud cynku i ołowiu prowadzonej zarówno metodami odkrywkowymi jak i za pomocą płytkich wyrobisk. Niecki i zapadliska powstałe po zaniechaniu eksploatacji wypełnione zostały wodami opadowymi oraz gruntowymi. Do powstania zbiorników wodnych przyczyniła się również intensywna eksploatacja zalegających w utworach karbońskich pokładów węgla kamiennego, prowadząca do osiadań terenu. Powstałe w ten sposób zbiorniki wodne wykorzystywane były do celów technologicznych przez założoną w połowie XIX wieku kopalnię cynku i ołowiu (najpierw Bleischarley Grube, potem ZGH Orzeł Biały). Wody największego zbiornika wykorzystywane były do flotacji urobku, zaś odpad poflotacyjny odprowadzany był do osadników i gromadzony na zwalowskach. Działalność ta zakończyła się w 1990 roku wraz z zakończeniem wydobywania [3].

Chemizm wód zbiorników i cieków formowany był wskutek długotrwałej eksploatacji rud cynku i ołowiu oraz działalności zakładu Orzeł Biały S.A. Celem niniejszej pracy jest określenie stopnia zanieczyszczenia zbiorników wodnych i cieków zlokalizowanych na obszarze Zespołu Krajobrazowo-Przyrodniczego Żabie Doły.

2. Lokalizacja

Obszar badań zlokalizowany jest na Górnym Śląsku na granicy miast: Chorzowa, Bytomia i Piekar Śląskich. Od północy ograniczają go Zakład Orzeł Biały S.A oraz droga DK 94, od zachodu droga DK 79 oraz zabudowa osiedla Arki Bożka, od południa stacja PKP Chorzów Stary oraz zabudowa osiedla Maciejkowice, natomiast od wschodu ul. Kluczborska w Chorzowie. (Rys. 2.1). Geograficznie badany obszar należy do Płaskowyżu Bytomskiego. Badany teren poprzecinany jest licznymi nasypami kolejowymi, drogami gruntowymi, zwałowiskami itp. Od strony południowo - wschodniej do zbiorników przylegają pola uprawne [4].



Rys. 2.1. Lokalizacja obszaru badań

- 1-17 - numery zbiorników
- A, B - analizowane ciek
- - punkty poboru próbek

3. Budowa geologiczna, hydrogeologia i hydrografia

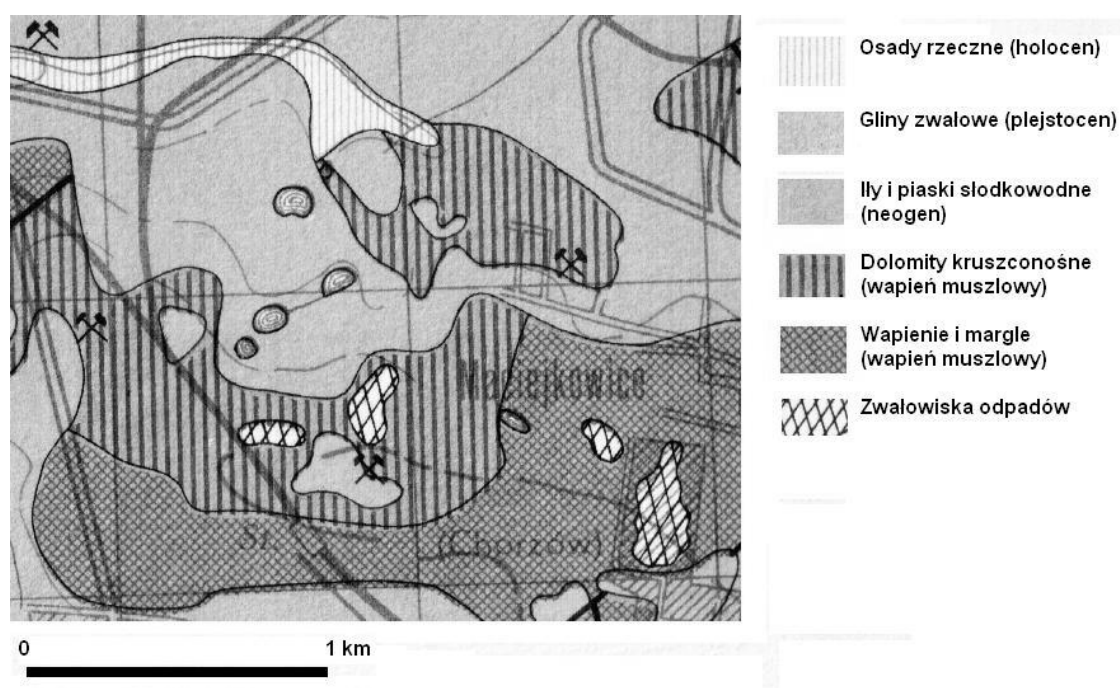
Analizowany obszar zbudowany jest z utworów mezozoicznych – triasowych skał węglanowych, głównie dolomitów kruszczośnych. Na znacznej części obszaru skały te przykryte są osadami: głównie plejstoceńskimi glinami zwałowymi a w mniejszym stopniu łałami i piaskami słodkowodnymi neogenu (Rys. 3.1) [5, 6, 7].

Zespół Przyrodniczo - Krajobrazowy "Żabie Doły" znajduje się na granicy dwóch obszarów zlewniowych, w strefie wododziałowej Wisły i Odry. Część północno-zachodnia analizowanego obszaru odwadniana jest przez rzekę Bytomkę i jej lewobrzeżny dopływ - Potok Graniczny (Rów Graniczny).

Według podziału hydrogeologicznego Polski [8] analizowany obszar należy do regionu śląsko-krakowskiego (XII), do subregionu triasu śląskiego (XIII1) oraz do rejonu gliwickiego (XIII1B) i bytomskiego (XIII1C). Zgodnie z podziałem Polski na Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd), obszar należy do jednostek nr 130 i 132.

Na badanym obszarze użytkowe poziomy wodonośne występują w obrębie trzech pięter: czwartorzędowego, triasowego i karbońskiego. W czwartorzędzie występuje lokalnie jeden poziom wodonośny, mogący pozostawać w więzi hydraulicznej z poziomem triasu środkowego. Najszerszy zasięg w jednostce ma poziom węglanowy triasu środkowego i dolnego. W obrębie karbonu występują wody zasolone. Lokalnie, w stropie karbonu występują wody słodkie, co jest skutkiem łączności hydraulicznej triasu i karbonu.

W obrębie obszaru badań wydzielono jeden Główny Zbiornik Wód Podziemnych - GZWP 329 Bytom. Jest on zbiornikiem triasowym, w którym głównymi poziomami wodonośnymi są poziomy wapienia i retu rozdzielone marglistymi utworami dolnej części warstw gogolińskich. Na skutek redukcji miąższości oraz sztucznie wywołanych połączeń hydraulicznych, warstwy te utraciły swój izolacyjny charakter i traktuje się je jako jeden kompleks wodonośny zwany serią węglanową triasu. Kolektorem wód są wapienie i zdolomityzowane wapienie z przewarstwieniami margli. Poziom jest zasilany bezpośrednio opadami oraz pośrednio poprzez przesiąkanie z innych warstw. Zbiornik wód podziemnych jest narażony na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu - średnia i niska miejscami jakość wód podziemnych spowodowana jest głównie wysokimi stężeniami żelaza, strontu i baru [9].



Rys. 3.1. Budowa geologiczna obszaru badań (wg. [10]).

4. Metodyka

9 października 2013 r. pobrano próbki wód z 12 zbiorników (nr 1, 2, 5-11, 13, 15, 17) oraz dwóch cieków (A, B) zlokalizowanych w obrębie Zespołu Krajobrazowo-Przyrodniczego Żabie Doły (Rys.3.1). Pozostałe zbiorniki usytuowane w granicach obszaru badań (nr 3, 4, 12, 14, 16) nie zostały opróbowane z uwagi na ograniczony dostęp do ich linii brzegowej, część z nich uległa naturalnemu osuszeniu. Próbkę wód zostały pobrane z głębokości ok. 30 cm, za pomocą ręcznej pompki perystaltycznej, podłączonej do prasy filtracyjnej (wyposażonej w filtr ϕ 0.45 μ m). W próbkach wód oznaczone zostały w warunkach terenowych, przy wykorzystaniu wielofunkcyjnego urządzenia firmy ELMETRON – CX-742: wartość pH, potencjał utleniająco - redukcyjny (Eh) oraz przewodnictwo właściwe (cond). Oznaczenia kationów: (Na^+ , K^+), anionów: (Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^-) oraz metali (Pb, Zn, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn) przeprowadzone zostały w laboratorium Instytutu Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej, przy użyciu fotometru przenośnego LF 205 Slandi oraz spektrometru emisyjnego ICP-AES Jobin-Yvon 2000.

5. Dyskusja wyników

Uzyskane wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 5.1 oraz na rysunku 5.1. Większość analizowanych próbek wód cechuje się pH w granicach 6-8. Wartości pH wód zbiornika nr 1 oraz cieku B, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie Zakładu Orzeł Biały S.A., wyraźnie odbiegają od pozostałych i wynoszą odpowiednio 1,93 pH oraz 1,71 pH. Tak niskie wartości odczynu mogą być związane z infiltracją do wód produktów wietrzenia siarczków ołowiu i cynku obecnych na zwałowiskach tworzących obwałowania zbiorników. Proces wietrzenia siarczków prowadzi do formowania zjawiska drenażu kwaśnych wód (AMD - Acid Mine Drainage) i w efekcie do zakwaszenia wód zbiorników. Zjawisko AMD występuje powszechnie na obszarach związanych z eksploatacją rud jak również węgla kamiennego i brunatnego [11].

Obok odczynu ważnym czynnikiem określającym warunki fizyczno-chemiczne w wodach jest potencjał utleniająco-redukcyjny (Eh). Większość próbek wód charakteryzuje się niskim potencjałem oscylującym w granicach od 120,8 mV (zbiornik nr 13) do 190,7 mV (zbiornik nr 11). W wodach zbiornika nr 1 i cieku A obserwuje się relatywnie wysoką wartość potencjału – 502 mV w przypadku zbiornika nr 1 i 514,9 mV w przypadku cieku B.

Przewodność elektrolityczna właściwa (PEW) jest obok odczynu najczęściej mierzonym parametrem wód, który koreluje się z ilością substancji rozpuszczonych w wodzie. Analizowane wody cechują wysokie wartości przewodnictwa mieszczące się w granicach od 0,4957 mS/m (zbiornik nr 11) przez 10,616 mS/m (zbiornik nr 1) do aż 19,455 mS/m (ciek B). Parametr ten wykazuje wyraźne zróżnicowanie w zależności od lokalizacji badanych zbiorników. Najwyższe wartości odnotowano w najbardziej na północ wysuniętym cieku B oraz w zbiorniku 1, z kolei najniższe wartości (poniżej 1 lub nieznacznie powyżej 1 mS/m) w części centralnej (zbiorniki nr 8, 9, 10, 11, 13).

Charakterystyczną cechą większości badanych wód są wysokie zawartości siarczanów dochodzące do 9768 mg/l (zbiornik nr 1) i 11394 mg/l (ciek B). Jedynie w przypadku trzech zbiorników: nr 10, 11 i 13 stężenia siarczanów nie przekraczają 250 mg/l, będącej wartością graniczną dla II klasy czystości wód powierzchniowych [12]. Na podstawie analizy zawartości siarczanów w próbkach wód można zaobserwować strefowe zmiany stężeń tego parametru. Zbiorniki w północno-zachodniej części badanego obszaru charakteryzują się wyższą zawartością jonu siarczanowego (w każdym przypadku powyżej tysiąca mg/l, w zbiorniku nr 1 najbardziej wysuniętym na północ - 9768 mg/l). Z kolei zbiorniki zlokalizowane w południowo-wschodniej części wykazały niższe zawartości (do około tysiąca mg/l lub znacznie poniżej).

Wyjątek stanowił zbiornik nr 17 w „Dolinie Górnika”, w którym odnotowana zawartość siarczanów wynosiła 1614 mg/l. Według niepotwierdzonych ustnych relacji wpływ na to mogły mieć awaryjne zrzuty wód kopalnianych. Wydaje się, że główne źródła zanieczyszczeń wód siarczanami znajdują się w rejonie północnym, zaś nasyp linii kolejowej biegnący wzdłuż ul. Kosynierów stanowi barierę ograniczającą możliwość migracji zanieczyszczeń do zbiorników położonych w części południowo-wschodniej.

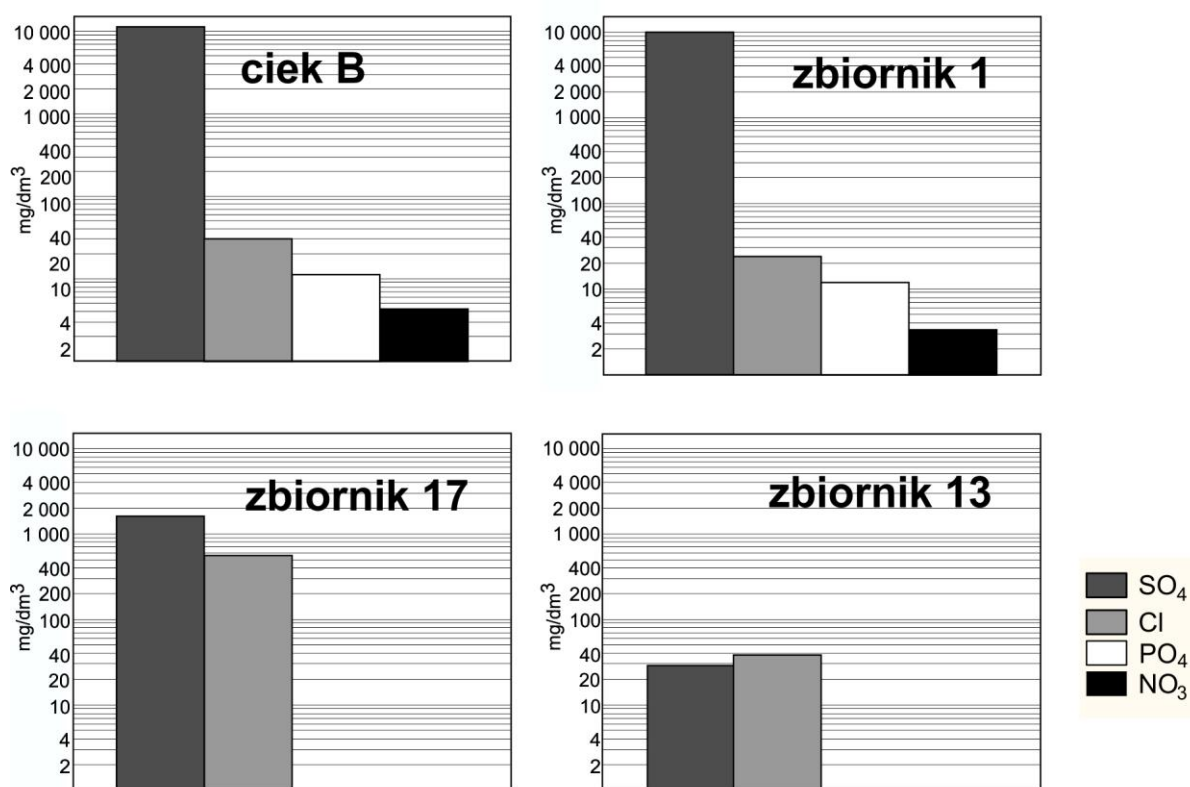
Większość analizowanych próbek wód cechują niskie stężenia chlorków w zakresie od 15,4 mg/l (zbiorniki nr 2) do 63,9 mg/l (zbiornik nr 10). Tylko wody zlokalizowanych na południu zbiorników nr 15 i 17 charakteryzują się zawartością chlorków powyżej 300 mg/l (wartość graniczna dla II klasy czystości wód powierzchniowych) [12]. Analizując zawartości chlorków w poszczególnych zbiornikach zauważa się tendencję do ich spadku w kierunku północnym.

Niewielkie zawartości jonu azotanowego wykazały zbiorniki zlokalizowane w zachodniej i północnej części badanego obszaru. Pomierzone stężenia azotanów nie przekraczały wartości granicznej - 5 mg/l - dla II klasy czystości wód powierzchniowych [12]. Zbiorniki zlokalizowane w południowo-wschodniej części, w tym przylegające do terenów uprawnych Rolniczej Spółdzielni Produkcyjnej Maciejkowice, wolne były od tego składnika. Można więc założyć, że gospodarka nawozowa na terenach rolniczych prowadzona jest w sposób racjonalny i nie wpływa negatywnie na jakość wód Zespołu Przyrodniczo-Krajobrazowego „Żabie Doły”. Uwagę zwraca natomiast względnie wysoka (w porównaniu do innych zbiorników) zawartość azotanów w cieku B i zasilanym przez ten ciek zbiorniku nr 1.

Tabela 5.1. Parametry fizykochemiczne wód analizowanych zbiorników oraz cieków.

Nr zbiornika		1	2	5	6	7	8	9
Parametr								
pH		1,934	6,453	6,519	7,293	7,381	7,418	7,896
Eh	[mV]	502	129,3	159,1	154,1	169,1	158,2	146,2
cond	[mS]	10,616	3,734	2,997	1,998	2,005	1,011	1,2805
SO ₄ ²⁻	[mg/l]	9768	4571	2842	1412	1513	303	608
Cl ⁻		24	15,4	35	54,1	48	43,2	60,1
PO ₄ ³⁻		12	<3	<3	<3	<3	<3	5,8
NO ₃ ⁻		3,4	<0,5	1,8	1,4	1,6	1,3	1,8
Na ⁺		33	31	20	28	27	32	36
K ⁺		5,5	6,7	3,5	4,4	4,2	5,2	6
Pb		ppm	0,94	0,11	0,055	0,03	0,02	0,04
Zn	55		30,2	15	10,5	9,5	11	10
Cd	0,05		ppo	0,02	0,009	0,009	0,008	0,007
Cu	0,015		0,022	0,055	0,03	0,029	0,011	0,022
Ni	0,02		0,03	0,01	0,009	0,008	0,009	ppo
Fe	9,5		10,5	3,4	2,5	2	1,9	1,8
Mn	1,1		1,55	0,89	0,8	0,55	0,88	0,75
Nr zbiornika		10	11	13	15	17	ciek A	ciek B
Parametr								
pH		7,406	7,271	6,492	8,156	7,277	6,865	1,709
Eh	[mV]	151,8	190,7	120,8	132,3	180,3	170,5	513,9
cond	[mS]	0,8087	0,4957	0,6631	3,461	3,239	2,173	19,455
SO ₄ ²⁻	[mg/l]	191	89	29	1023	1614	1693	11394
Cl ⁻		63,9	27	38,8	424	562	48	30,4
PO ₄ ³⁻		<3	<3	<3	<3	<3	<3	11,2
NO ₃ ⁻		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,3
Na ⁺		38	29	29	68	59	25	18
K ⁺		6,5	6,3	4,5	8,5	5,5	1,5	2,5
Pb		ppm	ppo	ppo	ppo	0,06	0,04	0,089
Zn	5,5		8,5	6,5	12,5	9,5	55,3	70,2
Cd	ppo		ppo	0,008	ppo	ppo	ppo	0,06
Cu	0,01		0,03	ppo	ppo	ppo	ppo	0,02
Ni	ppo		0,008	ppo	0,008	ppo	0,009	0,03
Fe	1,1		1,1	1,5	1,5	1,4	5,5	15,5
Mn	0,89		0,65	0,55	0,71	0,32	1,2	1,5

ppo – poniżej progu oznaczalności



Rys. 5.1. Rozkład stężeń SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , NO_3^- w wodach wybranych zbiorników oraz cieków.

Obecność fosforanów stwierdzono w cieku B oraz zasilanym przez niego zbiorniku nr 1, a także w zbiorniku nr 9. Wartości te przekraczają wartość graniczną dla II klasy czystości wód powierzchniowych wynoszącą 0,31 mg/l [12]. W wodach pozostałych zbiorników nie odnotowano stężenia tego składnika na poziomie przekraczającym wartość progu oznaczalności aparatury pomiarowej (3 mg/l).

Stężenia sodu, wynoszące od 18 mg/l (ciek B) do 68 mg/l (zbiornik nr 15) i potasu wahające się w granicach od 1,5 mg/l (ciek A) do 8,5 mg/l (zbiornik nr 15) odpowiadają typowym stężeniom spotykanym w wodach powierzchniowych [13]. Najwyższe stężenia tych składników odnotowano w zbiornikach nr 15 i 17.

Spośród badanych metali najwyższe zawartości w wodach wykazał cynk. Jego zawartość w cieku B wynosiła 70 ppm, zaś w zbiornikach 1 i 2 odpowiednio 55 i 30 ppm. Zawartość cynku w zbiornikach położonych w południowej części obszaru badań wahała się od 10 do 15 ppm, zaś najniższa (poniżej 10 ppm) stwierdzona została w zbiornikach zlokalizowanych na południowym wschodzie. Źródłem cynku mogą być zarówno stare zwałowiska odpadów jak i skały podłoża, w których występowały rudy cynku i ołowiu. We wszystkich analizowanych próbkach wód zaobserwowano ponadnormatywne stężenia cynku znacznie przekraczające wartość graniczną dla II klasy czystości wód powierzchniowych, wynoszącą 1 mg/l [12].

Podobnie jak w przypadku cynku przedstawia się rozkład stężeń ołowiu. Najwyższe jego zawartości stwierdzono w zbiorniku nr 1 (0,94 ppm), zbiorniku nr 2 (0,11 ppm) oraz w cieku B (0,099 ppm). Są to zbiorniki najbardziej wysunięte na północ, przylegające do starych zwałowisk odpadów oraz do terenu Zakładu Orzeł Biały SA. W zbiornikach zlokalizowanych w centralnej części obszaru badań zawartość ołowiu wynosiła poniżej 0,1 ppm, zaś w zbiornikach nr 10, 11 i 12, usytuowanych na południowym wschodzie wynosiła poniżej granicy oznaczalności (0,01 ppm). We wszystkich próbkach w których stwierdzono zawartość ołowiu przekroczone zostało maksymalne dopuszczalne stężenie dla wód powierzchniowych wynoszące 0,007 ppm [12].

Również w przypadku żelaza najwyższe koncentracje odnotowano w cieku B (15,5 ppm) oraz najbardziej na północ wysuniętych zbiornikach 1 i 2 (9,5 oraz 10,5 ppm). W pozostałych zbiornikach zawartość żelaza była

wyraźnie niższa (najniższe wartości odnotowano na południowym wschodzie badanego obszaru). Podobne zależności stwierdzono w przypadku manganu.

W północnej części Żabich Dołów najwyższe zawartości wykazały także: nikiel (ciek B – 0,03 ppm, zbiornik nr 1 – 0,02 ppm, zbiornik nr 2 – 0,03 ppm) oraz kadm (ciek B – 0,06 ppm, zbiornik nr 1 – 0,05 ppm, zbiornik nr 5 – 0,02 ppm). Zawartość niklu przekraczała maksymalne dopuszczalne stężenie dla wód powierzchniowych wynoszące 0,02 mg/l [12]. W pozostałych zbiornikach metale te występowały w stężeniach nie przekraczających 0,01 ppm lub nie stwierdzono ich wcale.

Stężenia miedzi w zbiornikach zlokalizowanych na północy i zachodzie badanego obszaru wahają się w granicach od 0,015 do wartości 0,055 ppm, nieznacznie przekraczającej wartością graniczną dla II klasy czystości wód powierzchniowych, wynoszącą 0,05 ppm [12]. Zawartość miedzi w zbiornikach w południowo – wschodniej części obszaru wynosiła poniżej granicy detekcji aparatury pomiarowej (0,009 ppm).

6. Podsumowanie

Obecny stan chemiczny zbiorników wodnych Zespołu Krajobrazowego Żabie Doły ukształtował się pod wpływem wielu czynników tak współczesnych jak i historycznych. Należy tu wymienić długotrwałą eksploatację złóż cynkowo-ołowiowych oraz przeróbkę ich rud, współczesną działalność zakładu Orzeł Biały SA, oddziaływanie Rolniczej Spółdzielni Produkcyjnej „Maciejkowice”, Kopalni Węgla Kamiennego Barbara Chorzów, a także samochodowych i kolejowych szlaków komunikacyjnych.

Eksploatacja rud cynku i ołowiu doprowadziła do uformowania części zbiorników, jak również do powstania zwałowisk odpadów w północnej części „Żabich Dołów”. Zwałowiska te mogą stanowić potencjalne źródło zanieczyszczenia zbiorników wodnych oraz cieków. Zwłaszcza ciek wodny „B” doprowadzający wody z rejonu północnego, gdzie znajdują się zwałowiska odpadów oraz teren zakładu Orzeł Biały SA, wykazał bardzo wysokie zawartości siarczanów, fosforanów oraz azotanów a także cynku, żelaza i kadmu. Podobnie wysokie zawartości stwierdzono w zbiorniku nr 1, który zasilany jest przez ciek B.

Analiza zmian koncentracji zanieczyszczeń w zbiornikach wskazuje na silne terytorialne zróżnicowanie. Obszar alimentacyjny dla większości analizowanych składników znajduje się w części północnej. Są nim prawdopodobnie dawne zwałowiska odpadów oraz tereny Zakładu Orzeł Biały SA. Przemawia za tym zbliżony skład wód cieku B oraz zasilanego przez ten ciek zbiornika nr 1. Wody z rejonu badań odprowadzane są w kierunku zachodnim ciekami A, wypływającym ze zbiornika nr 7. Nasyp kolejowy oraz ul. Kosynierów stanowią pewnego rodzaju barierę ograniczającą przepływ wód. Prawdopodobnie dlatego zbiorniki w południowo – wschodniej części badanego obszaru cechują się mniejszym stopniem zanieczyszczenia.

W celu ochrony Zespołu Przyrodniczo-Krajobrazowego Żabie Doły należy podjąć działania zmierzające do ograniczenia napływu zanieczyszczeń z kierunku północnego. Działania te powinny polegać na szczegółowym rozpoznaniu źródeł i próbie ich odizolowania.

Z uwagi na przekroczenie wielu wskaźników, zwłaszcza zawartości metali, wody w zbiornikach Zespołu Przyrodniczo-Krajobrazowego nie spełniają norm jakościowych dla wód powierzchniowych. Z uwagi na powyższe celowe wydaje się przeprowadzenie badań koncentracji metali ciężkich w poszczególnych poziomach troficznych występujących w zbiornikach.

Literatura

1. Cempulik P.: Ścieżka dydaktyczna po zespole przyrodniczo-krajobrazowym Żabie Doły, Wydawnictwo Progres, Sosnowiec 2000
2. Kompała A, Błońska A, Woźniak G.: Vegetation of the “Żabie Doły” Area (Bytom) Covering the Wastelands of Zinc-Lead Industry, Archives of Environmental Protection, vol. 30, No. 3, pp. 59-76, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze 2004
3. Grzegorek G. (red.): Encyklopedia Chorzowa, Wydawnictwo Prasa i Książka, Katowice 2009
4. Cabała S.: Walory przyrodnicze Chorzowa, Zeszyty Chorzowskie, tom II, Chorzów 1998, s. 68-85

5. Czaja S., Rzętała M.: Zmiany użytkowania ziemi i powierzchniowej sieci hydrograficznej na obszarze miasta Chorzowa od końca XVIII wieku do czasów współczesnych, Zeszyty Chorzowskie, tom II, Chorzów 1998, s. 23-36
 6. Nowak J.: Obiekty geoturystyczne Chorzowa, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Górnictwo, z. 280, s. 157—166, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007
 7. Stanienda K, Nowak J, Kukielka T.: Fazy mineralne w triasowych skałach węglanowych rejonu Chorzowa, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 28, Zeszyt 3, s. 71-91, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2012
 8. Paczyński B.: Atlas hydrogeologiczny Polski, 1:500000, Cz.I, System zwykłych wód podziemnych, Wyd. PAE S.A, Warszawa 1993
 9. Kleczkowski A. (red.): Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Skala 1:500000, Wyd.Inst.Hydr. i Geol. Inż. AGH, Kraków 1990
 10. Wyczółkowski J.: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Zabrze, 1957
 11. Labus K., Skoczyńska S.: Origin of sulphates in the post-mining lakes in the eastern part of Muskau Arch (Polish-German borderland), Geological Quarterly, 57, No. 3, pp. 561-566, Warszawa 2013
 12. Dziennik Ustaw 2014, poz. 1482; Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych.
 13. Witczak S, Adamczyk A.: Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania, Tom I, II, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1995
-