

Izabela BOJAKOWSKA, Gertruda SOKOŁOWSKA
Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

ZMIANY W ZAWARTOŚCI KADMU, CYNKU I OŁOWIU W OSADACH RZEK GÓRNEGO ŚLĄSKA W LATACH 1991-2000

Streszczenie. Dziesięcioletnie badania osadów rzecznych, prowadzone w 21 punktach obserwacyjnych zlokalizowanych na rzekach Górnego Śląska, wykazały, że mimo znacznego obniżania się zawartości kadmu, ołowiu i cynku w próbkach pobieranych z Białej, Brynicy, Chechła, Małej Panwi, Przemszy oraz z Wisły, znacznie przewyższają one dopuszczalne ze względów ekotoksykologicznych zawartości tych pierwiastków w osadach.

CHANGES OF CADMIUM, ZINC AND LEAD CONTENT IN RIVER SEDIMENTS FROM THE UPPER SILESIA AREA IN 1991-2000

Summary. Last decade of studies of alluvial deposits, realised in 21 control points located in rivers of the Upper Silesia region, have indicated that in spite of decreasing tendency the content of cadmium, lead and zinc in samples taken from sediments of the rivers: Biała, Brynica, Chechło, Mała Panew, Przemsza and Vistula, exceeds significantly the accepted ecotoxicologically volumes of these elements in accumulates.

Wstęp

Skład chemiczny osadów wodnych bardzo dobrze charakteryzuje stan zanieczyszczenia środowiska wód powierzchniowych, ponieważ większość uruchomionych do środowiska metali ciężkich, zarówno w efekcie naturalnych procesów, jak i na skutek działalności gospodarczej człowieka, zatrzymywana jest w osadach. Zanieczyszczone osady stanowią zagrożenie zarówno dla ekosystemów wodnych, jak i przyległych lądowych; ujemne oddziaływanie na organizmy żyjące w zanieczyszczonym osadzie lub w pobliżu dna oraz na ludzi i dzikie zwierzęta, w efekcie spożywania ryb lub krabów, pochodzących z miejsc, gdzie zalegają takie osady, zostało szeroko udokumentowane [2], [3], [8], [4].

Zawartość pierwiastków śladowych w osadach wód powierzchniowych na obszarach nieuprzemysłowionych jest uwarunkowana przede wszystkim budową litologiczną danej zlewni oraz przebiegiem procesów wietrzenia skał. Na większości obszaru Polski, przykrytej utworami czwartorzędowymi mediana zawartości kadmu w osadach wodnych wynosi $<0,5$ ppm, ołowiu - 11 ppm, a cynku - 73 ppm [5]. Jedynie na obszarach występowania kompleksów skalnych wzbogaconych w pierwiastki śladowe, np. na terenach triasowych dolomitów kruszonośnych w rejonie Tarnowskich Gór czy Bolesławca, zawartość kadmu, ołowiu i cynku w środowisku jest naturalnie znacznie podwyższona [6].

Eksploatacji i przetwórstwu górnośląskich złóż rud cynku i ołowiu, wydobywanych początkowo dla ołowiu i srebra, a później dla cynku, a także i kadmu, oraz zastosowaniu tych metali i ich związków w przemyśle towarzyszy uruchamianie do środowiska olbrzymich ilości Zn, Pb i Cd, z których część trafia do wód powierzchniowych i zostaje zatrzymana w osadach.

Metodyka i zakres badań

Badania geochemiczne osadów wodnych prowadzone w latach 1991-2000 na terenie Polski miały na celu kontrolowanie zawartości metali ciężkich w osadach tworzących się współcześnie w rzekach, a także obserwację zmian ich koncentracji w czasie.

Na Górnym Śląsku zlokalizowanych jest 21 punktów obserwacyjnych z ogólnopolskiej sieci geochemicznego monitoringu osadów wodnych. Próbkę drobnopłynnych osadów przybrzeżnych, gromadzących się poniżej poziomu wody, pobierane były do badań w okresach letnich, w strefach brzegowych rzek. W próbkach osadów rzecznych, po rozтворzeniu kwasowym, oznaczano zawartość kadmu, cynku i ołowiu przy użyciu spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem plazmowym. Oznaczenia zawartości pierwiastków w osadach rzecznych zostały wykonane we frakcji ziarnowej $<0,2$ mm.

Wyniki badań i dyskusja

W osadach rzek Górnego Śląska zawartości kadmu, ołowiu i cynku występowały w bardzo szerokim zakresie stężeń (tabela 1). Kadm w osadach rzek wykrywano od zawartości niższych niż $<0,5$ ppm do 543 ppm. Bardzo wysokie zawartości kadmu, przekraczające

100 ppm, odnotowywano w osadach Przemszy w Chełmku i Jeleniu, Wisły w Oświęcimiu oraz Małej Panwi w Krupskim Młynie. Średnia geometryczna zawartość kadmu w próbkach osadów zbadanych w latach 1991-2000 wynosiła 3,5 ppm, podczas gdy średnia geometryczna w osadach wszystkich rzek Polski, badanych w tych latach w ramach monitoringu, była na poziomie wartości tła geochemicznego ($<0,5$ ppm) [1], [5]. Średnią zawartość kadmu w aluwjach Górnego Śląska, obliczoną dla okresu 1991-2000 w poszczególnych punktach obserwacyjnych, niższą od 1 ppm stwierdzono jedynie w osadach prawych dopływów Wisły: Skawie, Sole i Iłownicy oraz Wisły w Goczałkowicach. Dopuszczalna, ze względów ekotoksykologicznych, zawartość kadmu w osadach, wyznaczona za pomocą statystycznej korelacji między zawartością zanieczyszczeń a obserwowanymi szkodliwymi efektami biologicznymi, wynosi 0,7 ppm; przy zawartości $> 4,2$ ppm szkodliwe wpływy na organizmy wodne są często obserwowane [7].

Tabela 1
Średnie zawartości kadmu, cynku i ołowiu w osadach rzecznych

Lp.	Numer	Rzeka	Lokalizacja	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
1	233	Biała	Kaniów	6,8	151	650
2	234	Brynica	Sosnowiec	14,9	303	6420
3	342	Bierawka	Bierawa	2,8	26	333
4	250	Chechło	Mętków	30,5	509	1926
5	237	Gostynia	Bojszowy	3,6	38	726
6	255	Iłownica	Czechowice-Dziedzice	0,7	29	189
7	214	Kłodnica	Kłodnica	2,0	66	330
8	215	Mała Panew	Krupski Młyn	118,4	148	1655
9	94	Odra	Chałupki	1,7	74	681
10	224	Odra	Kozle	1,8	42	767
11	239	Odra	Racibórz	1,8	36	872
12	348	Olza	Olza	1,1	24	245
13	344	Olza	Cieszyn	1,9	39	300
14	88	Przemsza	Chełmek	91,1	300	3733
15	240	Przemsza	Jeleń	88	322	3200
16	242	Pszczynka	Korzenica	1,7	18	227
17	243	Ruda	Turze	1,0	17	147
18	89	Sola	Oświęcim	$<0,5$	11	60
19	87	Skawa	Zator	$<0,5$	25	77
20	343	Wisła	Oświęcim	66,3	268	2718
21	350	Wisła	Goczałkowice	0,6	19	113

Zawartość ołowiu w badanych osadach mieściła się w przedziale od 5 do 1360 ppm. Zawartości ołowiu, przekraczające 500 ppm, odnotowywano w osadach Przemszy w Chełmku i Jeleniu oraz Chechła w Mętkowie. Średnia geometryczna zawartość ołowiu we wszystkich zbadanych próbkach osadów pobranych na obszarze Górnego Śląska w latach 1991-2000 wynosiła 60 ppm, podczas gdy dla wszystkich rzek Polski, badanych w ramach monitoringu,

była zbliżona do wartości tła geochemicznego i wynosiła kilkanaście ppm. Średnią zawartość ołowiu w osadach wyższą od 30 ppm stwierdzono w Przemszy, Odrze, Białej, Brynicy, Chechle, Wiśle, Małej Panwi i Gostyni. Dopuszczalna ze względów ekotoksykologicznych zawartość ołowiu w osadach nie przekracza 30 ppm; przy zawartości ołowiu powyżej 112 ppm szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne jest często obserwowane [7].

Cynk w badanych osadach występował w zakresie od 220 do 10 300 ppm. Zawartość cynku, rzędu kilku tysięcy ppm, odnotowywano w osadach Przemszy w Chełmku i Jeleniu, Brynicy, Wisły w Oświęcimiu oraz Chechła w Mętkowie. Średnia geometryczna zawartość cynku we wszystkich zbadanych próbkach osadów pobranych na obszarze Górnego Śląska w latach 1991-2000 wynosiła 495 ppm, podczas gdy w osadach niezanieczyszczonych rzek nie przekracza ona kilkudziesięciu ppm [5]. Średnią zawartość cynku w osadach na omawianym terenie, obliczoną dla okresu 1991-2000 w poszczególnych punktach obserwacyjnych, nie przekraczającą 300 ppm (dopuszczalna zawartość ze względów ekotoksykologicznych) stwierdzono jedynie w osadach Skawy, Soły, Pszczynki, Rudy, Olzy i Wisły w Gozałkowicach.

Podsumowanie

Dziesięcioletnie badania osadów rzecznych Górnego Śląska wykazały, że mimo znacznego obniżania się zawartości kadmu, ołowiu i cynku w próbkach pobieranych z Białej, Brynicy, Chechła, Małej Panwi, Przemszy oraz z Wisły, znacznie przewyższają one dopuszczalne ze względów ekotoksykologicznych zawartości tych pierwiastków w osadach. Wysokie zawartości kadmu, ołowiu i cynku w osadach rzek Górnego Śląska wskazują, na ich wyraźny związek z działalnością przemysłu wydobywczego i przetwarzaniem rud cynku i ołowiu. Na terenie Polski, w miejscach gdzie osady rzek są znacznie zanieczyszczone kadmem, ołowiem czy cynkiem (Wieprz, Warta, Jeziorka, Bystrzyca w woj. lubelskim), nigdzie nie odnotowywano tak wysokich zawartości kadmu, ołowiu i cynku, mimo szerokiego wykorzystywania tych metali i ich związków w produkcji przemysłowej.

Na podstawie prowadzonych obserwacji wyraźnie zaznacza się spadek zawartości tych metali w osadach rzek Górnego Śląska w latach 1991-2000.

LITERATURA

1. Bojakowska I. Sokołowska G., Gliwicz T.: Wyniki monitoringu geochemicznego osadów wodnych Polski w latach 1998 - 1999. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 2000.
2. Calmano W., Förstner U.: Sediments and toxic substances. Springer, Berlin 1995.
3. Hansen P.: Bioassays on sediment toxicity. In *Sediments and toxic substances*. Springer, Berlin 1996, p. 179-196.
4. Kudo A., Turner R.: Mercury contamination of Minamata Bay: Historical overview and progress towards recovery. In: *Mercury contaminated sites*. Springer, Berlin 1999, p.143-158.
5. Lis J., Pasieczna A.: Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000. Państw. Inst. Geolog., Warszawa 1995.
6. Lis J., Pasieczna A.: Anomalie geochemiczne Pb-Zn-Cd w glebach na Górnym Śląsku. *Przeg. Geolog.* T. 45, nr 2, 1997, s.182-189.
7. MacDonald D.: Approach to the Assessment of sediment quality in Florida Coastal Waters. Vol. 1 - Development and evaluation of sediment quality assessment guidelines, 1994.
8. Reichardt W.: Ecotoxicity of certain heavy metals affecting bacteria-mediated biogeochemical pathways in sediments. In *Sediments and toxic substances*, Springer, Berlin 1996, p. 159-178.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Rózkowski

Abstract

Exploitation and processing of zinc and lead ores in the Upper Silesia area as well as application of these metals and their compounds in the industry are accompanied by an input of huge amounts of zinc, lead and cadmium to natural environment. Geochemical studies of river sediments, realised in the Poland area from 1991 after order of the Inspection of Environment Protection, focused on control of content of heavy metals and of some harmful organic compounds within recent fluvial sediments as well as on observation of their fluctuations in time. In discussed area are located 21 control points, belonging to the national net of

geochemical monitoring of water deposits. In sediment samples, after acid digestion, were determined – among other elements – a content of cadmium, zinc and lead using the Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry method. Cadmium content in river sediments was determined in a range from $<0,5$ ppm to 543 ppm and its very high amounts, above 100 ppm, were detected in deposits from the Przemsza river at Chełmek and Jeleń, from the Vistula river at Oświęcim and from the Mała Panew river at Krupski Młyn. Values lower than 1 ppm, equal to the average cadmium content in deposits from the studied area, calculated for 1991-2000 interval from individual control points, were noticed in sediments of right tributaries of Vistula such as Skawa, Soła and Iłownica rivers and from Vistula at Goczałkowice. Lead content in analysed sediments locates within 5-1360 ppm. Values above 500 ppm were detected in samples from the Przemsza river at Chełmek and Jeleń and from the Chechło river at Mętków. Zinc content ranges from 220 ppm to 10300 ppm and values of several thousands ppm were noticed in sediments from the Brynica and the Vistula rivers, from the Przemsza river at Chełmek and Jeleń, and the Chechło river at Mętków.

Decade of studies of fluvial deposits evidenced that in spite of distinct content decrease of cadmium, lead and zinc the samples taken from the rivers: Biała, Brynica, Chechło, Mała Panew, Przemsza and Vistula, are characterised with values significantly higher than those ones ecotoxicologically accepted in similar sediments. High content of cadmium, lead and zinc, noticed in deposits from the Upper Silesian rivers, indicated their relation with exploitation activity and processing of lead and zinc ores. In the Poland area, outside the Upper Silesia region, such high content values were unknown also in places where fluvial sediments are seriously contaminated with these three elements (e.g. the rivers: Wieprz, Warta, Jeziorka, Bystrzyca in the Lublin district), although these metals and their compounds are widely used in the industrial technologies.

Obtained results evidenced a significant content decrease of discussed three metals in sediments from the Upper Silesian rivers during the last decade (1991-2000).