

NIEKTÓRE METALE CIĘŻKIE W WODZIE I OSADACH DENNYCH RZEKI PRZEMSZY

ANTONI DERYŁO¹, MACIEJ KOSTECKI², PIOTR SZILMAN³

¹Akademia Medyczna w Lublinie, Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii, ul. Akademicka 13,
20-950 Lublin,

² Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polska Akademia Nauk, ul. M. Skłodowskiej-Curie 34,
41-819 Zabrze,

³Śląska Akademia Medyczna, Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii, ul. Medyków 17, Blok C,
Katowice-Ligota

Keywords: heavy metals, bottom sediments

SELECTED HEAVY METALS IN WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE PRZEMSZY RIVER (VOJ. SILESIA)

From June to December 1999 investigations on determination of heavy metals in water and bottom sediments of the Przemsza River concentration were carried out.

In the headwaters, the average concentration of metals was: 0.05 mg Fe/dm³, 0.028 mg Mn/dm³, 0.001 mg Cu/dm³, 0.046 mg Zn/dm³, 0.0003 mg Cd/dm³, 0.008 mg Pb/dm³, 16.5 mg Mg/dm³. In the down-water-course the concentration of metals was increased: 0.23 mg Fe/dm³, 0.142 mg Mn/dm³, 0.003 mg Cu/dm³, 0.190 mg Zn/dm³, 0.0005 mg Cd/dm³, 0.006 mg Pb/dm³, 45.6 mg Mg/dm³.

Concentrations of heavy metals in the bottom sediments of the head waters was: 4122.8 mg Fe/kg, 1195.3 mg Mn/kg, 7.78 mg Cu/kg, 172.74 mg Zn/kg, 3.25 mg Cd/kg, 277.78 mg Pb/kg, 3293 mg Mg/kg. In the dawn-water-course these values were: 14303.8 mg Fe/kg, 425.7 mg Mn/kg, 117.6 mg Cu/kg, 2998.7 mg Zn/kg, 32.73 Cd/kg, 456.5 mg Pb/kg, and 6202.4 mg Mg/kg.

The contents of heavy metals in bottom sediments dependent on the concentrations in the rivers water. During the course of the river the concentrations in water and bottom sediment are increased. It is indicative showing for anthropogenic character of these pollutants.

Streszczenie

Od czerwca do grudnia 1999 r. prowadzono badania nad zawartością metali ciężkich w wodzie i osadach dennych rzeki Przemszy, w celu uzyskania tła dla prowadzonych równolegle badań hydrobiologicznych.

W wodzie rzeki, w górnym jej biegu średnie stężenie poszczególnych metali wynosiło: 0,05 mg Fe/dm³, 0,028 mg Mn/dm³, 0,001 mg Cu/dm³, 0,046 mg Zn/dm³, 0,0 mg Cd/dm³, 0,008 mg Pb/dm³, oraz 16,5 mg Mg/dm³. W dolnym biegu rzeki wartości te były wyraźnie

większe i wynosiły odpowiednio: 0,23 mg Fe/dm³, 0,142 mg Mn/dm³, 0,003 mg Cu/dm³, 0,190 mg Zn/dm³, 0,0005 mg Cd/dm³, 0,006 mg Pb/dm³ oraz 45,6 mg Mg/dm³.

Stężenie metali w osadach dennych na stanowisku w górnym biegu rzeki wynosiło: 4122,8 mg Fe/kg, 1195,3 mg Mn/kg, 7,78 mg Cu/kg, 172,74 mg Zn/kg, 3,25 mg Cd/kg, 277,78 mg Pb/kg oraz 3293 mg Mg/kg. W dolnym biegu rzeki wartości te były wyraźnie większe i wynosiły odpowiednio: 14303,8 mg Fe/kg, 425,7 mg Mn/kg, 117,6 mg Cu/kg, 2998,7 mg Zn/kg, 32,73 mg Cd/kg, 456,5 mg Pb/kg oraz 6202,4 mg Mg/kg.

Stwierdzono, że o zawartości metali ciężkich w osadach dennych rzeki Przemszy decyduje ich zawartość w wodzie tej rzeki, do której doprowadzone są ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi. Z biegiem rzeki wzrasta zarówno stężenie metali w wodzie, jak i w osadach dennych. Wskazuje to wyraźnie na antropogeniczny charakter tych zanieczyszczeń.

WPROWADZENIE

Działalność gospodarcza człowieka powoduje zmiany wskaźników fizyczno-chemicznych jakości wody w ekosystemach wodnych [1, 4–6]. Znajduje to wyraz w zmianach składu gatunkowego i liczebności organizmów roślinnych i zwierzęcych [4, 8, 12].

Wraz ze ściekami przemysłowymi i bytowo-gospodarczymi oraz jako zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, szczególnie na gęsto zaludnionych terenach uprzemysłowionych, do wód powierzchniowych wprowadzane są m.in. metale ciężkie [5, 7, 9, 13]. Ponieważ związki chemiczne niektórych metali wykazują właściwości toksyczne, w przypadku gromadzenia się ich w osadach dennych mogą one oddziaływać szkodliwie na faunę denną [3, 7, 11, 12].

Wzbogacanie osadów dennych rzek i zbiorników wodnych w metale ciężkie następuje w wyniku przechodzenia form rozpuszczalnych w formy nierozpuszczalne, wytrącane następnie z wody, a także jako wynik sorpcji metali na cząstkach zawieszin. Zawiesiny zawierające niekiedy znaczne stężenia zanieczyszczeń sedymentując, tworzą osady denne. Intensywność tych procesów zależy od stężenia metali w wodzie, odczynu wody, potencjału redox [1, 7, 9]. Ich skutkiem są niekorzystne zmiany warunków środowiskowych niszy ekologicznych, wpływające na zmianę liczebności oraz składu gatunkowego zespołów organizmów zasiedlających ekosystem.

Rzeka Przemsza jest odbiornikiem zasolonych wód kopalnianych oraz ścieków przemysłowych i komunalnych. Jest to typowy dla Górnego Śląska sposób zanieczyszczenia rzeki [14]. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad stopniem zanieczyszczenia wody i osadów dennych rzeki Przemszy, przeprowadzonych od czerwca do grudnia 1999 r.

Celem badań było uzyskanie tła hydrochemicznego dla wykonywanych jednocześnie badań hydrobiologicznych.

METODYKA BADAŃ

W wodzie i osadach dennych oznaczano całkowitą ilość następujących metali ciężkich: żelaza (Fe), manganu (Mn), miedzi (Cu), cynku (Zn), kadmu (Cd) i ołowiu (Pb).

Stężenia metali badano w wodzie i osadach dennych na czterech stanowiskach pomiarowych, uwzględniających górny, średni i dolny bieg rzeki. W okresie prowadzenia badań, tj. od czerwca do grudnia 1999 r. próby wody i osadów dennych pobierano sześciokrotnie, z czterech stanowisk przedstawionych na rys. 1.

Stanowisko 1 – w Wojkowicach; rzeka Czarna Przemsza poniżej ujęcia wodnego w Przeczycach, pod mostem. Szerokość ciek w tym miejscu około 8–10 m. Brzegi wysoko obwałowane i dodatkowo wzmocnione betonowymi płytami. Wolny przepływ wody, wzdłuż brzegu występuje wodna roślinność naczyniowa.

Stanowisko 2 – w Będzinie. Brzegi koryta obudowane betonowymi ścianami. Szerokość koryta 5–8 m. Nurt powolny.

Stanowisko 3 – w centrum Mysłowic, przed mostem na trasie Mysłowice – Jaworzno. Szerokość lustra wody około 25–30 m. Nurt powolny. Wzdłuż brzegi obwałowania z łupka węglowego. Brzegi bez roślinności, obrzeże zdezastowane.

Stanowisko 4 – w miejscowości Jeleń, obok mostu drogowego łączącego trakty komunikacyjne między Mysłowicami, Jaworzniem i Chrzanowem. Koryto posiada wysokie obwałowanie i brzeg wzmocniony kamienną obudową. Szerokość koryta 12–15 m. Nurt powolny.

Próby wody pobierano czerpaczem Patalasa, próby osadów dennych czerpaczem Eckmanna. Analizy wykonywano metodą emisyjnej spektrofotometrii plazmowej (ESP). Wyniki stężeń metali w wodzie podano w mg/dm^3 , a w przypadku osadu przeliczono na kilogram suchej masy.

WYNIKI

Zakres zmian stężeń metali ciężkich w wodzie rzeki Przemszy przedstawiono w tabeli 1, a stężenia metali w osadach dennych rzeki, na tych samych stanowiskach pomiarowych, przedstawiono w tabeli 2.

PODSUMOWANIE

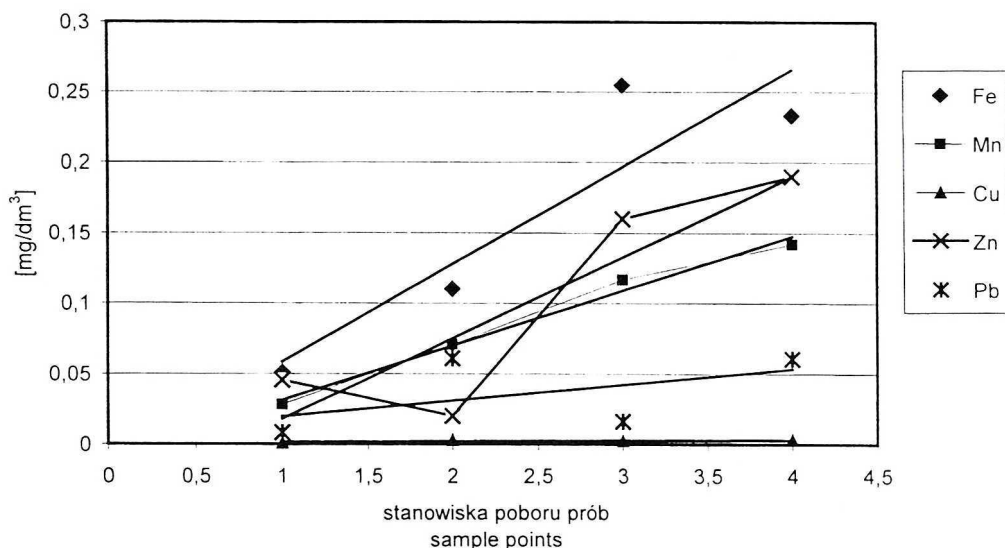
Istotnym elementem procesu samooczyszczania, a jednocześnie procesem, w wyniku którego do osadów dennych wprowadzane są metale ciężkie, jest proces sedymentacji zawiesin, zarówno zawiesin wnoszonych do zbiornika z wodami cieków, opadających z powietrza, jak i zawiesin powstających w zbiorniku, w wyniku procesów produkcji [7, 15]. Jest on zależny od rodzaju zawiesiny, czasu jej opadalności oraz od szybkości liniowej przepływu wody [3, 9]. Czynniki te wpływają na sposób osadzania się na dnie zawiesin, tworzących warstwę osadów dennych. Osady denne, stanowiące „archiwum” zbiornika, posiadają strukturę i skład będący wypadkową

Tab. 1. Stężenia metali ciężkich w wodzie rzeki Przemszy, VI–XII 1999 r.
The heavy metals concentrations of Przemsza River

Lp.	Wskaźnik Indicator	Jednostki Units	Stanowiska poboru prób Sample points							
			Nr 1 – Wojkowice		Nr 2 – Będzin		Nr 3 – Mysłowice		Nr 4 – Jeleń	
			Zakres Range	Średnia Average	Zakres Range	Średnia Average	Zakres Range	Średnia Average	Zakres Range	Średnia Average
1	Żelazo (Fe) Iron	mg Fe/dm ³	0,011–0,168	0,05	0,012–0,324	0,11	0,002–0,487	0,25	0,206–0,459	0,23
2	Mangan (Mn) Manganese	mg Mn/dm ³	0,014–0,055	0,028	0,013–0,136	0,071	0,033–0,278	0,117	0,041–0,325	0,142
3	Miedź (Cu) Copper	mg Cu/dm ³	Nw	0,001	0,0–0,008	0,003	0,005–0,008	0,002	0,002–0,01	0,003
4	Cynk (Zn) Zincum	mg Zn/dm ³	0,005–0,095	0,046	0,012–0,032	0,020	0,058–0,327	0,155	0,07–0,384	0,190
5	Kadm (Cd) Cadmium	mg Cd/dm ³	Nw	0,0	Nw	0,0	0,001–0,003	0,0007	0,01–0,02	0,0005
6	Ołów (Pb) Lead	mg Pb/dm ³	0,002–0,014	0,008	0,004–0,024	0,006	0,003–0,043	0,017	0,005–0,017	0,006
7	Magnez (Mg) Magnesium	mg Mg/dm ³	12–20,8	16,5	15,4–32,0	24,8	24,9–63,8	45,08	25,0–61,8	45,61

Tab. 2. Stężenia metali ciężkich w osadach dennych rzeki Przemszy w 1999 r. – wartości średnie
 The heavy metals concentrations in the bottom sediments of Przemsza River 1999 – average values

Lp.	Wskaźnik Indicator	Jednostki Units	Stanowiska poboru prób Sampling points			
			Nr 1 – Wojkowice	Nr 2 – Będzin	Nr 3 – Mysłowice	Nr 4 – Jeleni
1	Fe	mg/kg	4122,8	6549,4	10928,3	14303,8
2	Mn	mg/kg	1195,3	899,16	591,4	425,69
3	Cu	mg/kg	7,78	42,52	87,72	117,61
4	Zn	mg/kg	172,74	1224,4	1991,6	2998,7
5	Cd	mg/kg	3,25	13,39	22,52	32,73
6	Pb	mg/kg	277,78	250,00	297,33	456,54
7	Mg	mg/kg	3293,09	2224,72	3149,8	6202,45



Rys. 2. Stężenia metali ciężkich w wodzie rzeki Przemszy (1999 r.) – wartości średnie – trend zmian

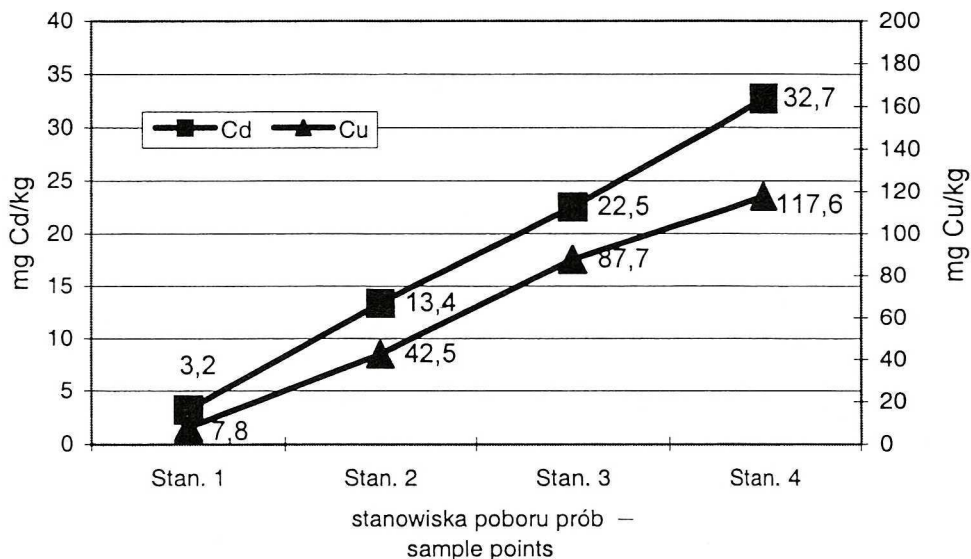
Heavy metals concentrations of Przemsza River water – average values – tendency of changes

ww. czynników. W skład zawiesin wchodzi m.in. metale ciężkie zaadsorbowane na ich powierzchni oraz wbudowane w biomase fito- i zooplanktonu [7, 9].

O zawartości metali ciężkich w osadach dennych rzeki Przemszy decyduje ich stężenie w wodzie tej rzeki.

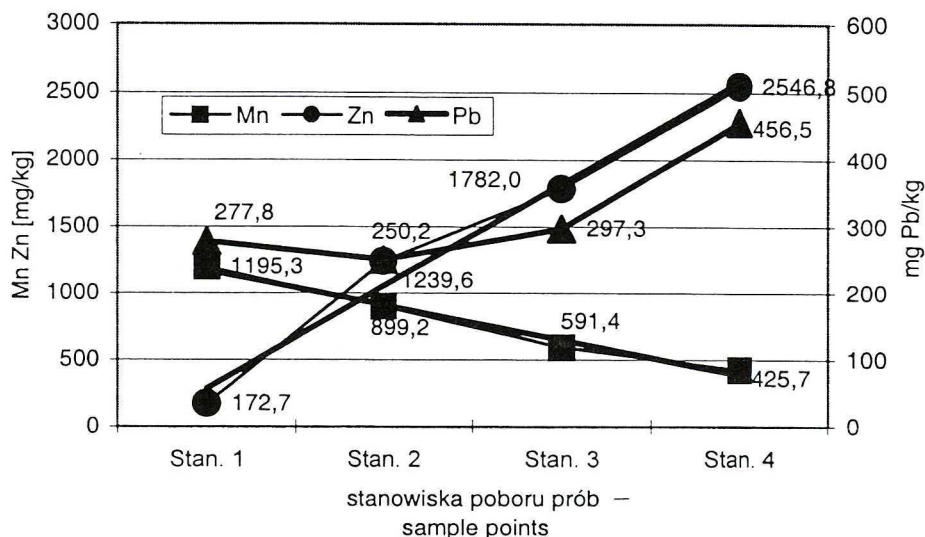
Widoczna jest tendencja wzrostowa stężeń metali w wodzie rzeki. Wyjątek stanowi miedź, której zawartość w wodzie jest na całej długości rzeki na granicy czułości metody oznaczania.

Przez system obu rzek źródłowych rzeka Przemsza odbiera ścieki z niemal całej tej zlewni rzeki Wisły, która znajduje się na obszarze GOP [14].



Rys. 3. Stężenia kadmu (Cd) i miedzi (Cu) w osadach dennych rzeki Przemszy w 1999 r. Wartości średnie – trend zmian

Concentrations of cadmium (Cd) and copper (Cu) in Przemsza River bottom sediments. Average values – tendency of changes



Rys. 4. Stężenia manganu (Mn), cynku (Zn) i ołowiu (Pb) w osadach dennych rzeki Przemszy w 1999 r. Wartości średnie – trend zmian

Concentrations of Mn, Zn, Pb in the bottom sediments of Przemsza River 1999. Average values – tendency of changes

Przeprowadzone badania wykazały, że w badanej rzece metale ciężkie przemierzając się z wodą przechodzą stopniowo do osadów dennych. Ich zawartość zarówno w wodzie, jak i w osadach wzrasta z biegiem rzeki.

Wysokie stężenia żelaza, stanowiącego w zakresie metali czynnik dominujący, mogą sprzyjać tworzeniu trwałych form powiązań metali z jego amorficznymi tlenkami, a zatem o znaczącej roli tego metalu (pochodzenia antropogenicznego) w procesie przechodzenia zanieczyszczeń z wody do osadów dennych [3, 7, 15].

Wieloletnie, systematyczne zanieczyszczanie rzeki ściekami przemysłowymi i wodami kopalnianymi znalazło wyraz w zawartości metali ciężkich w osadach dennych. Stopień zanieczyszczenia osadów dennych rzeki jest znaczny [1, 5, 6, 10]. W związku z toksycznymi właściwościami takich metali, jak ołów, kadm, miedź, wzrastające z biegiem rzeki zanieczyszczenie osadów stwarza coraz gorsze warunki bytowania i może niekorzystnie oddziaływać na zespoły organizmów.

LITERATURA

- [1] Augustyniak S.: *Monitoring zanieczyszczeń wód płynących*, Archiwum Ochrony Środowiska, **22**, 1–2, 37–43 (1996).
- [2] Bubicz M., L. Kozak, M. Mikos, Z. Warda.: *Zawartość Co, Cu, Zn, Mn i Fe w wodzie, mule dennym i roślinach pochodzących ze środkowego biegu rzeki Wieprz*, Mat. Konf. „Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi i siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa”, 1989, 107–113, IUNG Puławy.
- [3] Calmano W., U. Forster: *Chemical Extraction of Heavy Metal in Polluted River Sediments in Central Europe*, The Science of the Total Environment, **28** (1983).
- [4] Deryło A., M. Kostecki, P. Szilman: *Wybrane wskaźniki fizyczno-chemiczne jakości wody rzeki Przemszy (woj. śląskie) na przestrzeni lat 1979–1999*, Archiwum Ochrony Środowiska, **27**, 4, 89–117 (2001).
- [5] Deryło A., L. Narloch, P. Szilman: *Zawartość metali w wodzie przeznaczonej do celów konsumpcyjnych, w zbiorniku zaporowym w Przeczycach na terenie Górnego Śląska*, Ann. Acad. Med. Siles, **26**, 29–35 (1992).
- [6] Deryło A., L. Narloch, P. Szilman: *Fizykochemiczna ocena jakości wody potoku Bobrek*, Konf. Narodowej Fundacji Gospodarki Wodnej, Ustroń 23–25 października (1996).
- [7] Helios-Rybicka E.: *Rola minerałów ilastych w wiązaniu metali ciężkich przez osady rzeczne górnej Wisły*, Zeszyty Naukowe AGH, Geologia **32**, 1986.
- [8] Kostecki M.: *Metale ciężkie w osadach dennych zbiorników zaporowych Hydrowęzła rzeki Kłodnicy (Dzierżno Duże, Dzierżno Małe, Pławniowice)*, Konf. Nauk. Odra 2000, Karpacz – czerwiec 2000.
- [9] Kostecki M.: *Zawiesina jako element zanieczyszczeń antropogenicznego ekosystemu wodnego na przykładzie zbiornika zaporowego Dzierżno Duże*, Archiwum Ochrony Środowiska, **26**, 4, 75–94 (2000).
- [10] Kostecki M., A. Domurad, E. Kowalski, J. Kozłowski: *Badania limnologiczne zbiornika zaporowego Dzierżno Małe. Część III. Metale ciężkie w osadach dennych zbiornika*, Archiwum Ochrony Środowiska, **24**, 2, 73–81 (1998).
- [11] Kostecki M., E. Kowalski, A. Domurad, J. Kozłowski: *Limnologiczne badania zbiornika zaporowego Dzierżno Duże. Określenie stopnia skażenia wody i osadów dennych w aspekcie procesów samooczyszczania*, Prace IPIS PAN, 1997–1998 (niepublikowane).

- [12] Kostecki M., E. Kowalski, A. Domurad, J. Kozłowski, B. Zych: *Ocena stopnia skażenia wody i osadów dennych systemu transportu wodnego Kłodnica–Kanał Gliwicki*, Prace IPIS PAN, 1999–2000. Raport końcowy – Etap I (niepublikowane).
- [13] Kostecki M., M. Leśniak, M. Stenzel: *Metale ciężkie w opadach atmosferycznych na terenie wyrobiska popiaskowego KPP „Szcakowa” oraz zbiornika retencyjnego „Dzieckowice”*, Archiwum Ochrony Środowiska, 18, 1–2, s. 93–103, tab. 7, poz. bibl. 10, (1993).
- [14] Leś-Rogoż A.: *Charakterystyka hydrograficzna GOP*, Biuletyn GOP, nr 54, Warszawa 1962.
- [15] Tessier A., P.G.C. Campbell, M. Bisson: *Trace Metal Speciation in the Yamashe and St. Francois River (Quebec)*, Canadian Journal of Earth Sciences, 1980.

Wpłynęło: 23 marca 2001, zaakceptowano do druku: 30 maja 2001.