

4

WPLYW REGULACJI KORYTA GÓRNEJ ODRY NA AKUMULACJĘ OSADÓW ZANIECZYSZCZONYCH METALAMI CIĘŻKIMI

Dariusz Ciszewski

Abstrakt: Badania zawartości metali ciężkich przeprowadzono w profilach osadów pozakorytowych w dolinie górnej Odry. Wskutek skracania biegu rzeki począwszy od końca XVIII wieku, nastąpiło wcięcie się jej koryta w równinę zalewową o około 3 m. Procesowi temu towarzyszyła przyspieszona akumulacja erodowanych osadów przy brzegach rzeki. Okres ich akumulacji był zbieżny z intensywną industrializacją zlewni górnej Odry i zanieczyszczeniem rzeki metalami ciężkimi, a akumulowane osady także zostały zanieczyszczone metalami ciężkimi. Osady te w górnym biegu Odry tworzą strefy o szerokości kilku-, kilkudziesięciu metrów ciągnące się wzdłuż obu brzegów rzeki. Miąższość tych osadów dochodzi do 4 m. Stanowią one wtórne źródło zanieczyszczenia rzeki metalami ciężkimi.

Słowa kluczowe: osady fluwialne, zanieczyszczenie osadów, metale ciężkie, regulacja rzek

1. Wprowadzenie

Przestrzenne zróżnicowanie akumulacji aluwii zanieczyszczonych metalami ciężkimi w dnie doliny jest uzależnione od morfologii równiny zalewowej, ilości transportowanych przez rzekę osadów oraz ich zanieczyszczenia. W dolinach nizinnych rzek aluwialnych, w których tempo depozycji osadów jest stosunkowo wolne, koncentracje metali są mało zróżnicowane na znacznej powierzchni równiny zalewowej [Bradley, 1989; Bradley, Cox, 1990; Martin, 1996, 2000]. Natomiast w dolinach rzek o dużej energii, transportujących okruchy minerałów rud metali, najwyższe koncentracje metali występują przy brzegu koryta [Marron, 1989]. Ponadto zanieczyszczenie osadów rzek

swobodnie migrujących w poprzek równiny zalewowej może zmieniać się wielokrotnie, korespondując z poziomem zanieczyszczenia rzeki w czasie ich depozycji [Lewin i in., 1977].

Regulacja koryta rzeki w zasadniczy sposób zmienia natężenie i przestrzenne zróżnicowanie akumulacji aluwioów. Często powoduje ona zwiększenie spadku rzeki prowadzące do wzmożonej erozji dna, a erodowane osady są akumulowane w przybrzeżnej części równiny zalewowej. Z kolei, skutkiem przeciwerozyjnej zabudowy brzegów jest pozioma stabilizacja koryta, która powoduje znaczące ograniczenie dostawy materiału pochodzącego z erozji osadów równiny aluwialnej [Van Urk, Smit, 1989; Kesel, 2003; Łajczak, 2003]. Regulacja koryta górnej Odry również spowodowała znaczące zmiany natężenia i przestrzennego zróżnicowania akumulacji aluwioów [Czajka, 2004]. Zabiegi te zbiegły się w czasie z przyspieszoną industrializacją zlewni, której skutkiem było znaczące zanieczyszczenie akumulowanych w tym czasie osadów. W pracy scharakteryzowano akumulowane w tym czasie osady pozakorytowe i ich zanieczyszczenie metalami ciężkimi.

2. Teren badań

Współczesny przebieg koryta górnej Odry na obszarze Kotliny Raciborskiej jest wynikiem prac regulacyjnych prowadzonych już od końca XVIII wieku. W wyniku wieloetapowego przecinania zakoli rzeki za pomocą sztucznie wykonywanych przekopów, długość koryta rzeki została tu zmniejszona aż o 36%, a jego spadek wzrósł o 37,5%, z 0,5 do 0,8 m/km [Czajka, 2005]. Szerokość koryta przedregulacyjnego wahała się od 70 do 150 m. W wyniku regulacji zostało ono zwężone, zgodnie z ustaleniami protokołu bogumińskiego z 1819 roku, do 61 m [Born, 1948]. Zwężanie koryta prowadzono, budując system opasek oraz ostróg. Wykonano także kanał ulgi w rejonie Raciborza oraz stopień piętrzący i służę w Koźlu. Prace regulacyjne prowadzone są również współcześnie. Między innymi po powodzi z 1997 roku odbudowana została znaczna część zniszczonej zabudowy brzegów. Aktualnie prace przy budowie umocnień brzegów, ostróg i obwałowań prowadzone są w ramach budowy zbiornika Racibórz oraz polderu Buków.

Intensywna industrializacja była związana z eksploatacją węgla kamiennego na obszarze zarówno zachodniej części Zagłębia Górnośląskiego, jak i Zagłębia Ostrawsko-Karwińskiego. Wydobycie węgla determinowało rozwój hutnictwa i przemysłu maszynowego, które są głównymi źródłami zanieczyszczenia osadów rzecznych metalami ciężkimi. Początki wydobycia węgla przypadają na czas około 1770 roku, jednak najszybszy wzrost jego wydobycia przypadał na lata 1850-1870, kiedy wyniósł około 500% [Popiołek, 1954]. Kulminacja procesów industrializacji przypadła po roku 1880 i trwała aż do wybuchu I wojny światowej [Kłossowski i in., 1996]. Gwałtownemu rozwojowi przemysłu nie towarzyszyły adekwatne zabiegi z zakresu ochrony środowiska. Oczyszczalnie ścieków zaczęto budować na szeroką

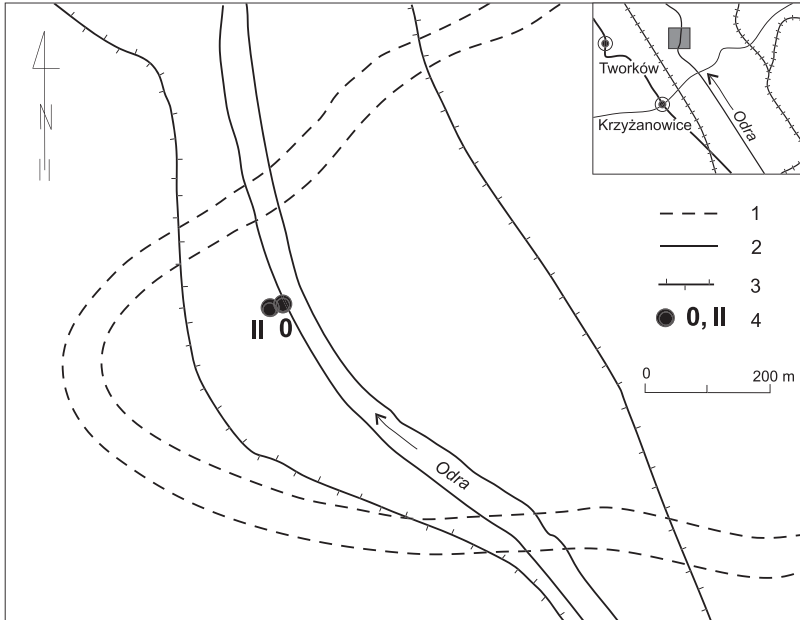
skalę dopiero w latach 20. XX wieku. Powszechną praktyką, kontynuowaną także po II wojnie światowej, było zrzucanie ścieków, w tym wód dołowych transportujących miał węglowy, do wód powierzchniowych. W małych ciekach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego ścieki przemysłowe stanowiły nawet 70% ich przepływu, a w większych 20-30% [Czaja, 2005]. Gwałtowny wzrost produkcji przemysłowej miał miejsce również w latach 50. i 60. XX wieku zarówno w Polsce, jak i na terenie Czechosłowacji.

3. Metoda badań

Analizie poddano profile osadów pozakorytowych usytuowane w górnym biegu Odry w miejscowościach Krzyżanowice, około 6 km poniżej ujścia Olzy, i Grzegorzowice, około 10 km poniżej Raciborza. Próbkę pobierano z warstw osadów miąższości kilku-kilkunastu centymetrów, w zależności od ich naturalnego warstwowania albo z każdej warstwy (Grzegorzowice), albo wraz z warstwami sąsiednimi, uśredniając próbkę (Krzyżanowice). W wybranych próbkach analizowano skład granulometryczny, a następnie określono wartości 16, 50 i 84 percentyla rozkładu uziarnienia i obliczono średnią średnicę ziarna. W osadach frakcji $<0,063$ mm oznaczone zostały koncentracje cynku i ołowiu. Straty prażenia (SP) oznaczono w temperaturze 550°C.

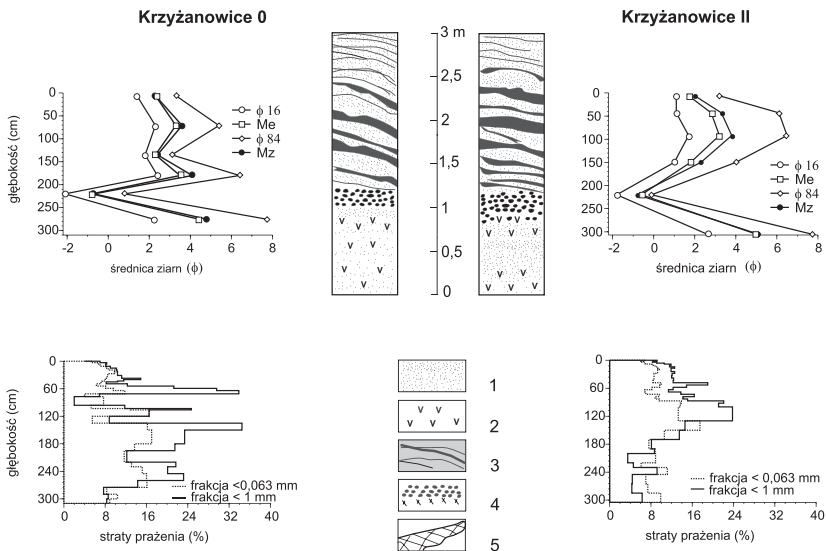
4. Wyniki badań

W Krzyżanowicach zbadano dwa profile usytuowane przy brzegu koryta wykopanego w 1850 roku, przecinającego zakole dawnego koryta (ryc. 4.1). Profile KR 0 i KR II znajdowały się w odległości 4 m od siebie w wykonanym wykopie, umożliwiającym prześledzenie wyraźnie widocznych warstw osadów. Odzwierciedleniem widocznego makroskopowo zróżnicowania osadów są zmiany wartości SP, średniej średnicy ziarna, mediany oraz 16 i 84 percentyla rozkładu uziarnienia (ryc. 4.2). W wykopie warstwy są nachylone w kierunku brzegu. Większość z nich, zwłaszcza w dolnej części profilu, szybko wyklinowuje się i można je obserwować na długości nie większej niż 2-3 metry. W części stropowej warstwy osadów piaszczysto-pylastych mają generalnie mniejszą miąższość niż niżej leżące warstwy o miąższości przeciętnie kilkunastu centymetrów. W przypowierzchniowej części profilu o miąższości około 0,5 m zaznacza się stały, chociaż niewielki spadek wartości SP od około 12 do 8%. Maksymalne wartości SP występują na głębokości 1-2 m i dochodzą do 35%. Na głębokości 2 m występują płaskie otoczaki o średnicy kilku centymetrów okrywające żwiry o średnicy 1-2 cm. Poniżej występują żwiry z coraz większym udziałem drobniejszych frakcji. Warstwa ta ma miąższość około 30 cm. Pod żwirami w obu profilach występują muły barwy ciemnoszarej lub prawie czarnej, z dużym udziałem frakcji pylasto-ilastych. Cechują je wysokie wartości SP, szczególnie



Ryc. 4.1. Lokalizacja badanych profili w Krzyżanowicach. 1 – bieg rzeki do 1850 roku; 2 – współczesny bieg rzeki; 3 – wał przeciwpowodziowy; 4 – usytuowanie badanych profili.

Fig. 4.1. Sampling sites at Krzyżanowice. 1 – river course before 1850; 2 – contemporary river course; 3 – flood embankment; 4 – location of investigated profiles.



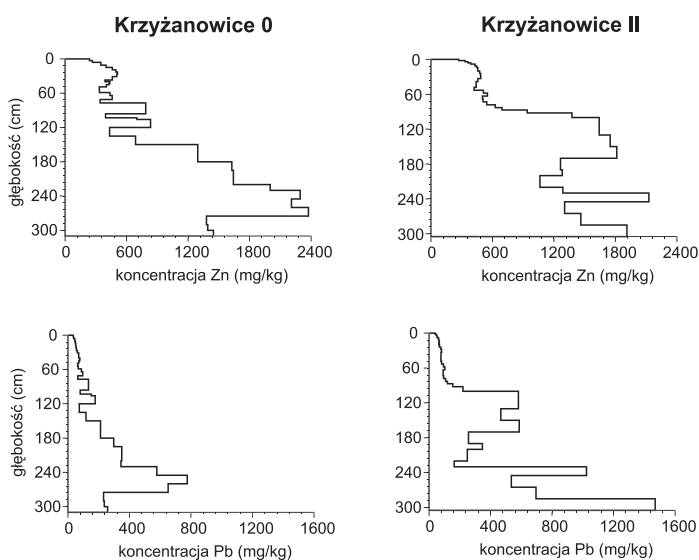
Ryc. 4.2. Litologia badanych profili w Krzyżanowicach oraz charakterystyczne średnice ziarna i straty prażenia w próbkach z tych profili. 1 – piaski; 2 – pyły; 3 – warstwy organiczne; 4 – żwiry; d16, d50, d84 – wartości 16, 50 i 84 procentyla rozkładu uziarnienia; Mz – średnia średnica ziarna.

Fig. 4.2. Lithology, characteristic grain size and losses on ignition in the sampled profiles at Krzyżanowice. 1 – sands; 2 – silts; 3 – organic layers; 4 – gravels; d16, d50, d84 – 16th, 50th and 84th percentiles of grain-size distribution, Mz – mean grain size.

w profilu znajdującym się przy brzegu. Znaczący wpływ na wysoką wartość SP ma obecność cząstek miazgu węglowego. Makroskopowo stanowiła ona w niektórych próbkach ponad 50% ilości ziarn frakcji 0,1-0,3 mm.

Stosunkowo duże rozmiary żwirów oraz charakterystyczne zróżnicowanie ich wielkości w 30-centymetrowej warstwie wskazują, że stanowią one fragment bruku korytowego. Bruk ten musiał powstać po wykonaniu przekopu, a więc po 1850 roku; wobec tego wyżej leżące osady warstwowane są młodsze od tej daty. Natomiast zawartość miazgu węglowego w osadach bruku korytowego i występujących bezpośrednio pod nim tylko w profilu przy brzegu, może być efektem wtórnego wzbogacenia wskutek wmycia przez infiltrujące zanieczyszczone wody. Jakkolwiek osady warstwowane w obu profilach były akumulowane w podobnym okresie, przebieg warstw wskazuje jednak, że najstarsze osady zalegają na żwirach, w spągu profilu oddalonego od brzegu.

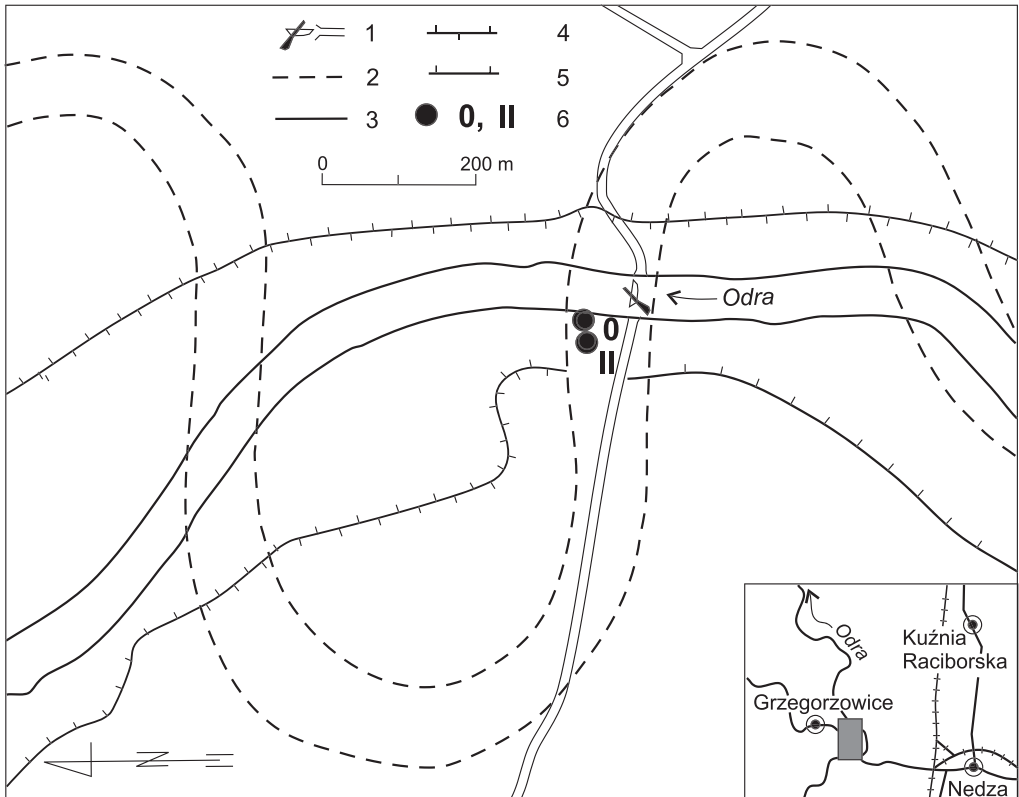
W badanych profilach bardzo wyraźnie widoczne jest duże zróżnicowanie koncentracji cynku i ołowiu (ryc. 4.3). Maksymalne koncentracje tych metali stwierdzono w warstwie osadów występującej bezpośrednio pod żwirami bruku korytowego. Różnica koncentracji ołowiu w tej warstwie i w żwirach jest aż pięciokrotna 4 m od brzegu i tylko dwukrotna przy brzegu. Natomiast różnice koncentracji cynku są w obu profilach podobne. Drugą charakterystyczną cechą jest występowanie wyraźnego maksimum koncentracji tych pierwiastków w warstwie 100-170 cm w profilu oddalonym 4 m od brzegu. Bliżej brzegu maksimum koncentracji tych pierwiastków występuje niżej, w warstwie 150-190 cm, a przebieg warstw wskazuje, że są to osady równowiekowe. Charakterystyczny jest także pik koncentracji cynku w równowiekowych osadach w obu profilach na głębokości 0-50 cm.



Ryc. 4.3. Koncentracje cynku i ołowiu w profilach z Krzyżanowic.

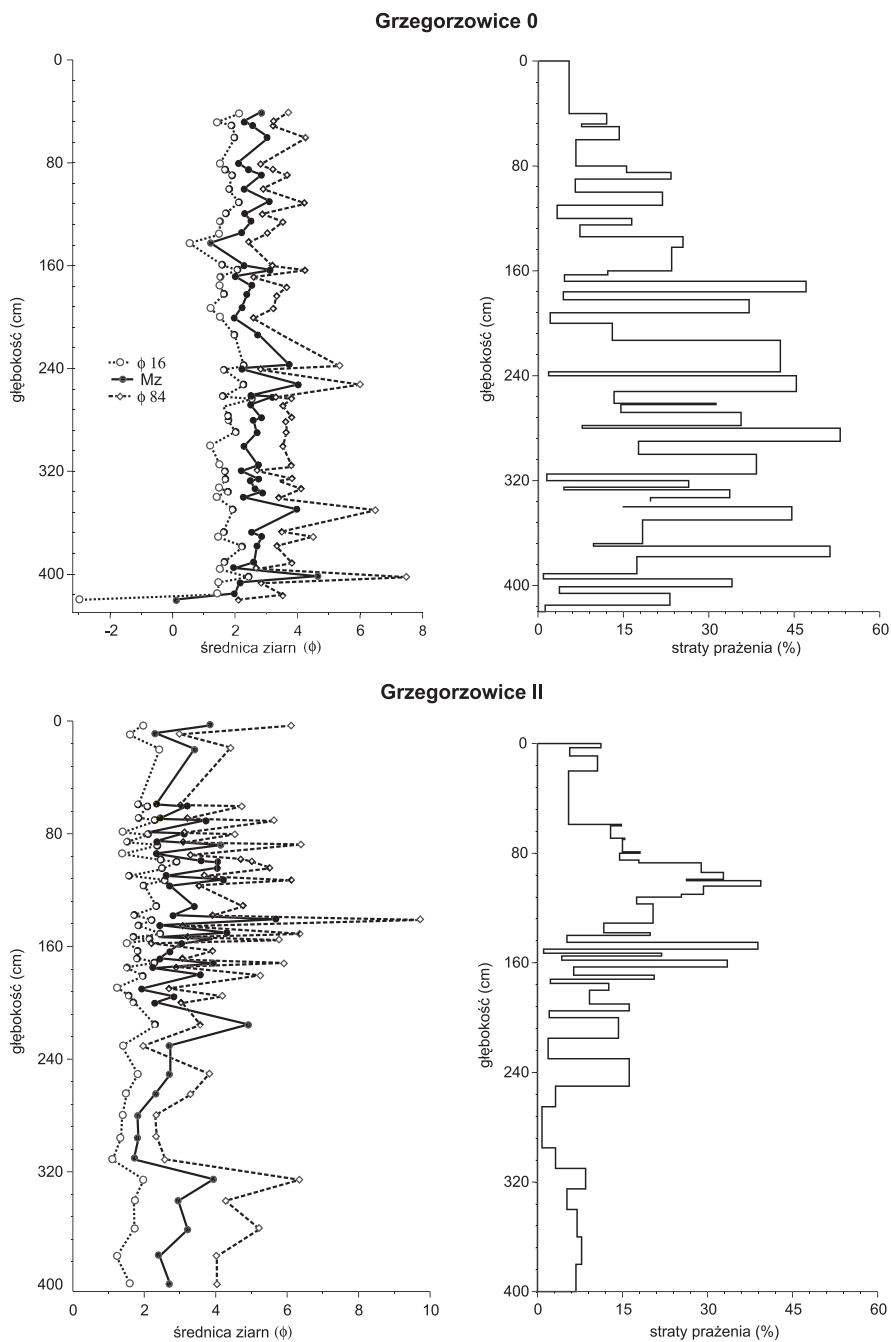
Fig. 4.3. Zinc and lead concentrations in the sampled profiles at Krzyżanowice.

W Grzegorzowicach bieg rzeki skrócono o 2 km przez odcięcie zakola w 1820 roku. Dwa badane profile są usytuowane w sąsiedztwie współczesnego brzegu rzeki w miejscu, w którym przebiegało koryto z XVIII wieku (ryc. 4.4). Krawędź koryta z XVIII w. i utworzonego później przekopu są niewidoczne. Jednak dzięki prowadzonym wspólnie pracom regulacyjnym, w rozkopanym brzegu rzeki zaobserwowano fragmenty XIX-wiecznej opaski brzegowej około 2 m poniżej współczesnej powierzchni równiny zalewowej. Jeszcze głębiej, o około 2 m, widoczna była warstwa żwirów dawnej łachy korytowej, które napotkane zostały także w spągu obu profili. W profilach tych, oddalonych 2 i 20 m od brzegu rzeki, odsłaniają się osady wyraźnie warstwowane, na przemian jasne i piaszczyste oraz czarne, piaszczysto-pylaste, o dużej zawartości substancji organicznej, bardzo podobne do obserwowanych w Krzyżanowicach. Różnice średniej średnicy ziarna pomiędzy sąsiadującymi ze sobą warstwami wynoszą nawet 2ϕ , przeważnie jednak nie przekraczają $0,5\phi$ i są znacznie większe w większej odległości od brzegu (ryc. 4.5). Znacznie bardziej zróżnicowane w badanych warstwach są wartości SP.



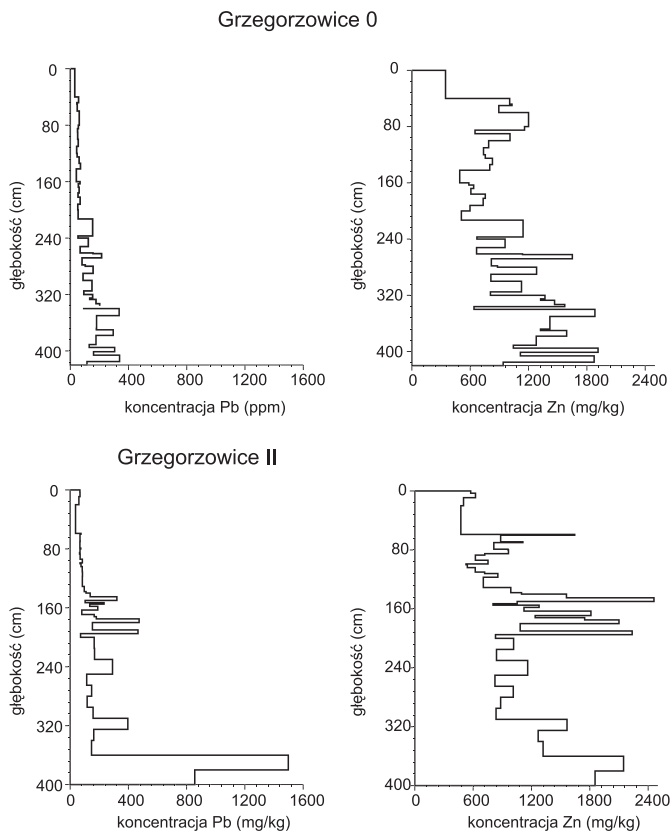
Ryc. 4.4. Lokalizacja badanych profili w Grzegorzowicach. 1 – prom, droga; 2 – bieg rzeki do 1820 roku; 3 – współczesny bieg rzeki; 4 – wał przeciwpowodziowy; 5 – skarpa terasy; 6 – usytuowanie badanych profili.

Fig. 4.4. Sampling sites at Grzegorzowice. 1 – ferry, road; 2 – river course before 1820; 3 – contemporary river course; 4 – flood embankment; 5 – terrace escarpment; 6 – location of investigated profiles.



Ryc. 4.5. Charakterystyczne średnice ziarna i straty prażenia w próbkach z badanych profili w Grzegorzowicach. Mz – średnia średnica ziarna; d16, d84 – wartości 16 i 84 percentyla rozkładu uziarnienia.

Fig. 4.5. Characteristic grain size and losses on ignition in the sampled profiles at Grzegorzowice. Mz – mean grain size; d16, d84 – 16th and 84th percentiles of grain-size distribution.



Ryc. 4.6. Koncentracje cynku i ołowiu w profilach z Grzegorzowic.

Fig. 4.6. Zinc and lead concentrations in the sampled profiles at Grzegorzowice.

Są one wyraźnie wyższe w profilu położonym bliżej brzegu, przekraczając w niektórych warstwach nawet 50%. Wysokie wartości SP, rzędu 20-50%, występują na głębokości większej niż 1,5 m przy brzegu rzeki. W profilu oddalonym od brzegu podobnie wysokie wartości SP, w granicach 15-40%, występują płycej, na głębokości 0,5-2 m. W profilu przy brzegu miąższość warstw akumulowanych osadów nie jest wyraźnie zróżnicowana z głębokością, natomiast w profilu oddalonym od brzegu jest ona wyraźnie mniejsza w warstwie osadów na głębokości 0,5-2 m.

Koncentracje cynku są podobne do obserwowanych w Krzyżanowicach, natomiast koncentracje ołowiu są przeważnie 2-3-krotnie niższe, z wyjątkiem spągowej warstwy profilu oddalonego od brzegu (ryc. 4.6). Podobnie jak w Krzyżanowicach, koncentracje ołowiu maleją ku powierzchni. Ich spadek nie jest jednostajny; wartości koncentracji różnią się między sąsiadującymi ze sobą warstwami jasnymi, w których są niższe, i ciemnymi, w których są znacznie wyższe. Ponadto, koncentracje ołowiu wyższe niż 100 ppm kończą się nagle na głębokości około 2 m w profilu położonym przy brzegu i na głębokości 1,5 m w profilu bardziej od niego oddalonym. Powyżej, koncentracje

tego pierwiastka są już bardziej wyrównane i niższe, przeważnie wahając się w granicach 4-6-krotnych wartości tła geochemicznego. Generalnie, zróżnicowanie koncentracji cynku zarówno pomiędzy warstwami, jak i wraz ze wzrostem głębokości jest podobne. Stosunkowo wysokie koncentracje cynku obserwuje się jednak nie tylko w spągu profili, ale także na głębokości 0,5-1,5 m przy brzegu i 0,6-1,8 m w profilu oddalonym od brzegu.

5. Dyskusja i wnioski

Zarówno w Grzegorzowicach, jak i w Krzyżanowicach zanieczyszczenie osadów akumulowanych przy brzegach współczesnej Odry co najmniej kilkakrotnie przekracza wartości naturalne, które w osadach piaszczystych wynoszą około 40 ppm cynku i 15 ppm ołowiu. Można więc uznać, że miąższość tych zanieczyszczonych osadów waha się w granicach 3-4 m. Ślady opaski brzegowej znalezione w Grzegorzowicach, a także różnica szerokości koryta przedregulacyjnego i współczesnego wynosząca nawet 50%, pozwalają stwierdzić zwężenie koryta w tym odcinku od połowy XIX wieku od kilkunastu do 30-40 metrów wzdłuż obu brzegów rzeki. Przyczyną tego było wcięcie się koryta Odry niewątpliwie spowodowane skracaniem biegu rzeki począwszy od końca XVIII wieku. Wielkość tego wcięcia można na podstawie wysokości położenia żwirów korytowych ocenić na około 3 m. Objętość osadów erodowanych z dna rzeki była więc znaczna, a tempo ich akumulacji wzdłuż brzegów koryta było związane z natężeniem erozji jego dna. Przyspieszona akumulacja osadów wzdłuż brzegów rzeki mogła być wymuszona istnieniem bardziej lub mniej regularnie występujących ostróg. Żwiry i bruk korytowy występujące w spągu profili oraz bliskość koryta sugerują, że badane osady były akumulowane w czasie wezbrań na ustabilizowanych osadach korytowych, chociaż od czasu odcięcia poszczególnych zakoli do stabilizacji deponowanych osadów mogło minąć więcej niż kilkanaście lat. Niewątpliwie istotnym czynnikiem stabilizującym takie osady jest roślinność, chociaż szybka akumulacja także wpływa na przyspieszenie ich stabilizacji. Sprzyjającym czynnikiem jest także pogłębianie się koryta, którego skutkiem jest obniżanie się średnich stanów wody i coraz rzadziej występująca możliwość erozji zgromadzonych przy brzegu osadów.

Miąższość zanieczyszczonych osadów akumulowanych w górnym biegu Odry jest wyjątkowo duża w porównaniu z miąższością takich osadów w dolinie środkowej i dolnej Odry [Ciszewski, 2006] lub górnej Wisły [Macklin, Klimek, 1992]. Kluczowym czynnikiem jest tutaj znaczna wielkość pogłębienia się koryta, której odzwierciedleniem jest wyjątkowo duża sedymentacja charakterystyczna dla rzek transportujących osady pochodzące z eksploatacji i przeróbki rud metali [por. James, 1989; Knighton, 1991]. Ponieważ znaczne wcięcie się rzeki oraz intensywny transport osadów dennych występuje w górnym biegu Odry również dziś [Czajka, 2004], można sądzić, że osady zanieczyszczone o podobnej miąższości mogą występować w tym odcinku w strefie o szerokości dochodzącej do kilkudziesięciu metrów wzdłuż obu brzegów rzeki.

Występowanie zanieczyszczonych osadów w brzegach rzeki jest źródłem bezpośredniego zagrożenia dla jej wód wskutek wtórnego uruchamiania zawartych w aluwialnych metalach. Szczególnie narażone na to są odcinki rzek wciętych w równinę aluwialną. Pogłębienie się koryta i towarzyszące mu obniżenie się zwierciadła wód umożliwia rozkład materii organicznej i przyspieszone utlenianie związków metali, powodując ich mobilizację [Hudson-Edwards i in., 1998]. W badanych profilach istnieją objawy takich zmian diagenetycznych. Może na nie wskazywać wyższa zawartość materii organicznej przy brzegu rzeki, będąca skutkiem infiltracji zanieczyszczonych wód, a także bardzo wysokie koncentracje ołowiu i cynku w spągu osadów znajdujących się w większej odległości od brzegu rzeki. Prawdopodobnie są one skutkiem częstych wahań poziomu wody oraz przemieszczania tych metali wraz z wielokrotnie w ciągu roku infiltrującymi w czasie wezbrań wodami gruntowymi. Infiltracji wód rzecznych w osady brzegowe sprzyja obecność łatwo przepuszczalnych żwirów.

Piśmiennictwo

- Born A., 1948: Regulacja Odry i rozbudowa urządzeń technicznych. [w:] A. Grodek, M. Kielczewska-Zalewska, A. Zierhoffer (red.), *Monografia Odry*, Instytut Zachodni, Poznań, 419-553.
- Bradley S. B., 1989: Incorporation of metalliferous sediments from historic mining into river floodplains. *GeoJournal*, **19**, 5-14.
- Bradley S. B., Cox J. J., 1990: The significance of the floodplain to the cycling of metals in the River Derwent catchment, UK. *Science of the Total Environment*, **97/98**, 441-454.
- Ciszewski D., 2006: Wpływ regulacji koryta Odry na akumulację osadów zanieczyszczonych metalami ciężkimi: zróżnicowanie, zmiany w czasie, zagrożenie środowiskowe. *Studia Naturae*, **52**, 1-176, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Czaja S., 2005: Changes in river discharge structure and regime in mining-industrial-urban areas. *Regional Environmental Change*, **5**, 18-26.
- Czajka A., 2004: Transport i sedymentacja materiału unoszonego w korycie Odry w Kotlinie Raciborskiej. [w:] H. Szymańska, S. Cwojdzński, L. Poprawski (red), *Geologiczne i środowiskowe problemy gospodarowania i ochrony doliny górnej i środkowej Odry*. Państwowy Instytut Geologiczny, Wrocław, 71-82.
- Czajka A., 2005: Sedymentacja osadów przykorytowych rzek uregulowanych na przykładzie górnej Odry i górnej Wisły. [w:] A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz (red.), *Współczesna ewolucja rzeźby Polski*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 85-90.
- Hudson-Edwards K. A., Macklin M. G., Curtis C. D., Vaughan D. J., 1998: Chemical remobilization of contaminant metals within floodplain sediments in an incising river system: implications for dating and chemostratigraphy. *Earth Surface Processes and Landforms*, **23**, 671-684.
- James A. J., 1989: Sustained storage and transport of hydraulic gold mining sediment in the Bear River, California. *Annals of the Association of American Geographers*, **79**, 570-592.

- Kesel R. H., 2003: Human modifications to the sediment regime of the Lower Mississippi River flood plain. *Geomorphology*, **56**, 325-334.
- Kłossowski F., Runge J., Prokop R., 1996: Cechy struktury przestrzenno-funkcjonalnej województwa katowickiego i ostrawsko-karwińskiego regionu przemysłowego. *Czasopismo Geograficzne*, **67**, 345-364.
- Knighton A. D., 1991: Channel bed adjustment along mine-affected rivers of northeast Tasmania. *Geomorphology*, **4**, 205-219.
- Lewin J., Davies B. E., Wolfenden P. J., 1977: Interactions between channel change and historic mining sediment. [w:] K. J. Gregory (red.), *River channel changes*, Wiley, Chichester, 353-367.
- Łajczak A., 2003: Contemporary transport of suspended material and its deposition in the Vistula River, Poland. *Hydrobiologia*, **494**, 43-49.
- Macklin, M. G., Klimek, K., 1992: Dispersal, storage and transformation of metal-contaminated alluvium in the upper Vistula basin, southwest Poland. *Applied Geography*, **12**, 7-30.
- Marron D.C., 1989: Physical and chemical characteristics of a metal-contaminated overbank deposit, west-central South Dakota, USA. *Earth Surface Processes and Landforms*, **14**, 419-432.
- Martin C. W., 1997: Heavy metal concentrations in floodplain surface soils, Lahn River, Germany. *Environmental Geology*, **30**, 119-125.
- Martin C. W., 2000: Heavy metal trends in floodplain sediments and valley fill, River Lahn, Germany. *Catena*, **39**, 53-68.
- Popiołek K., 1954: *Rozwój kapitalistycznego przemysłu na Śląsku 1850-1914*. Drukarnia Dzielowa, Wrocław.
- Van Urk G., Smit H., 1989: The lower Rhine geomorphological changes. [w:] G. E. Petts (red.), *Historical change of large alluvial rivers: western Europe*. Wiley, Chichester, 167-182.

Impact of the upper Odra River channelization on the accumulation of sediment-associated heavy metals

Summary

The pollution of overbank sediments by heavy metals has been investigated in the upper Odra River valley, southern Poland. Two profiles of overbank sediments were sampled at Krzyżanowice, several kilometres from Polish-Czech border, and two others at Grzegorzowice, several kilometres downstream. As a result of channelization works carried out since the end of the 18th century, the river channel has incised by about 3 m into its alluvial plain. Remnants of former bank lining were observed about 2 m below the present ground surface. At the same time, bar gravels and pavement of the 19th-century river bed occurred at the depth of 3-4 m and were excavated in all the sampled profiles. Channel incision was accompanied by rapid sediment accumulation, mainly along the channel banks. Now, the overbank sediments comprise a series of relatively thick layers of bright sandy sediments intercalated with fine and dark, sand-silt layers rich in organic matter. The dark layers are usually more polluted by zinc and lead than the neighbouring bright ones. Intensive industrialization of the upper Odra River catchment during the period of accumulation of the investigated overbank sediments caused their pollution. Zinc and lead concentrations exceed background values up to several tens of times and are markedly higher at the bottom than at the top of the profiles. Presently, the polluted sediments in the upper Odra River valley occur in several to several tens of metres wide zones along both river banks. The sediments, 3-4 m thick on average, become a large, secondary source of pollution of the Odra River waters. The heavy metals can be mobilized as water level in the river fluctuates.