

4. Wpływ rozlewnych deszczów na przyrodę i krajobraz obszarów chronionych

Effect of abundant rainfall on the nature and landscape of protected areas

Tatiana Andrijenko-Maljuk, Dariusz Ciszewski, Andrzej Kalemba, Jerzy Kurzyński, Wiktor Maljuk, Barbara Mielnicka, Peter Pišút

4.1. Zanieczyszczenie osadów powodziowych metalami ciężkimi i jego potencjalny wpływ na obszary chronione w dolinie Odry

Pollution of overbank sediments with heavy metals and its potential influence on protected areas in the Odra River valley

Dariusz Ciszewski

Metale ciężkie akumulowane w czasie powodzi wraz z osadami na równinach zalewowych mogą być z nimi trwale związane przez wiele setek lat. Część z nich ulega jednak rozpuszczaniu i migracji przede wszystkim wskutek wahań poziomu wód gruntowych w czasie wezbrań. Ponadto, wymywaniu metali z osadów i przemieszczaniu ich w głąb sprzyja także zakwaszenie opadów. Uruchamianie metali i związanych z nimi osadów może być także wywołane pogłębianiem się koryta rzeki lub jego migracją boczną. Rozpuszczanie związków metali ciężkich z jednej strony skraca czas ich akumulacji w osadach powodziowych, z drugiej jednak strony rozpuszczalne formy metali są łatwo przyswajalne przez organizmy roślinne i zwierzęce. Ich kumulacja, szczególnie w organizmach zwierzęcych, stosunkowo szybko może być dla nich szkodliwa lub śmiertelna. Metale ciężkie zgromadzone głównie w osadach drobnoziarnistych, frakcji pylastej i ilastej mogą przez długi czas odzwierciedlać poziom zanieczyszczenia rzeki w okresie, kiedy były akumulowane. Zmiany koncentracji metali w profilach pionowych osadów pozakorytowych są więc efektem w różnym stopniu nakładających się na siebie zmian zanieczyszczenia rzeki w okresie ich akumulacji i zmian diagenetycznych zachodzących od momentu depozycji osadów.

Zróżnicowanie zanieczyszczenia metalami ciężkimi osadów powodziowych było badane w rejonie rezerwatu Łacha Jelcz, w odcinku rzeki położonym pomiędzy Oławą i Wrocławiem. Próbkę osadów powodziowych pobierane były z głębokości 0–5, 5–15 i 15–35 cm w 4 przekrojach przez dwie równiny zalewowe: jedną, na której znajduje się rezerwat, koło Jelcza, i drugą po przeciwnej stronie rzeki około 5 km poniżej Oławy. Równina koło Jelcza jest płaska i szeroka na około 1 km, a jej wysokość nie przekracza

2 m ponad średni poziom wody w korycie. Natomiast równina koło Oławy jest wąska, ok. 170 m szerokości, i oddzielona jest od koryta wałem piaszczystym o wysokości dochodzącej do 3,5 m. Punkty poboru prób znajdowały się w każdym przekroju w równej odległości od brzegu: 15, 35, 70 i 140 m od koryta. Badane równiny zalewowe tworzyły się od połowy XVIII wieku, kiedy Odra została w wyniku regulacji skrócona i przebiega od tej pory w tym samym miejscu. Rezerwat Łacha Jelcz obejmuje XVIII-wieczny odcinek starorzecza Odry niewypełniony osadami.

Przeciętne koncentracje cynku i ołowiu nie różnią się istotnie pomiędzy badanymi równinami zalewowymi. Obie są średnio zanieczyszczone ołowiem. Najczęstsze jego koncentracje wahają się w granicach 60–80 ppm i około 4-krotnie przekraczają wartości naturalne. Wartości maksymalne są dwukrotnie wyższe. Znacznie większe jest zanieczyszczenie badanych osadów cynkiem i przekracza przeważnie 20-krotnie wartości naturalne. Najczęściej waha się ono od 800 do 1000 ppm, chociaż w niektórych warstwach dochodzi do 1400 ppm. Średnie koncentracje metali zmieniają się wraz ze wzrostem odległości od koryta. Najniższe koncentracje ołowiu wystąpiły przy brzegu, natomiast najwyższe były w strefie wałów brzegowych w odległości 15–35 m od niego. Wraz ze wzrostem odległości od brzegu widoczny jest znaczący spadek tych wartości o około 25–30%. Natomiast koncentracje Zn są zbliżone do siebie zarówno w korycie, jak i w wałach brzegowych, a obniżają się one w odległości 35–135 m od brzegu o około 20–25%.

Koncentracje metali są również uzależnione od głębokości. Bardzo wyraźnie, najniższe zawartości ołowiu występują w warstwie powierzchniowej osadów 0–5 cm, natomiast najwyższe są w warstwie 15–35 cm. Również powierzchniowa warstwa jest najmniej zanieczyszczona cynkiem, a najwyższa jego zawartość występuje w warstwie 5–15 cm. Opisane prawidłowości potwierdza także szczegółowe rozmieszczenie koncentracji obu pierwiastków na równinie, na której znajduje się rezerwat (ryc. 4.1). Najwyraźniejsza różnica pomiędzy najmniej zanieczyszczoną warstwą powierzchniową i warstwą 15–35 cm występuje w strefie wałów przykorytowych. W miejscach tych osady przyrastają najszybciej. Koncentracje obu pierwiastków w warstwie 0–5 cm są najwyższe w najbardziej oddalonych miejscach od koryta, w których przyrost osadów jest najwolniejszy.

Występowanie najniższych zawartości cynku i ołowiu w powierzchniowej warstwie wszystkich pozostałych profili na obu równinach zalewowych jest wynikiem zmniejszenia się zanieczyszczenia Odry. Obserwowane jest ono w wyżej znajdującym się odcinku w ciągu ostatnich 10–15 lat; jest to skutkiem zamknięcia w 1990 roku zakładów chemicznych w Oławie, zrzucających ścieki zanieczyszczone związkami ołowiu, używanymi przy produkcji farb. Stosunkowo mniej wyraźne różnice koncentracji cynku niż ołowiu pomiędzy warstwami 0–5 i 5–15 cm można wiązać ze zmniejszeniem transportu tego pierwiastka z większej odległości, np. z Górnego Śląska. Różnice te są najlepiej widoczne w obszarach równiny zalewowej o najszybszej sedymentacji, tzn. takich w których co najmniej 5 cm warstwa osadów akumulowała się w ciągu 10–15 lat. W najbardziej oddalonych miejscach od koryta, w których tempo akumulacji jest przeważnie niższe niż 2–4 mm/rok (Ciszewski 2001) w warstwie 0–5 cm występują osady starsze niż kilkunastoletnie, deponowane w okresie największego zanieczyszczenia rzeki.

Głębokość, do której zanieczyszczone są osady badanych równin zalewowych, była obserwowana w 4 odkrywkach. W obu równinach odkrywki zostały wykonane w strefie wałów brzegowych do głębokości 130 cm koło Jelcza i 220 cm głębokości koło Oławy

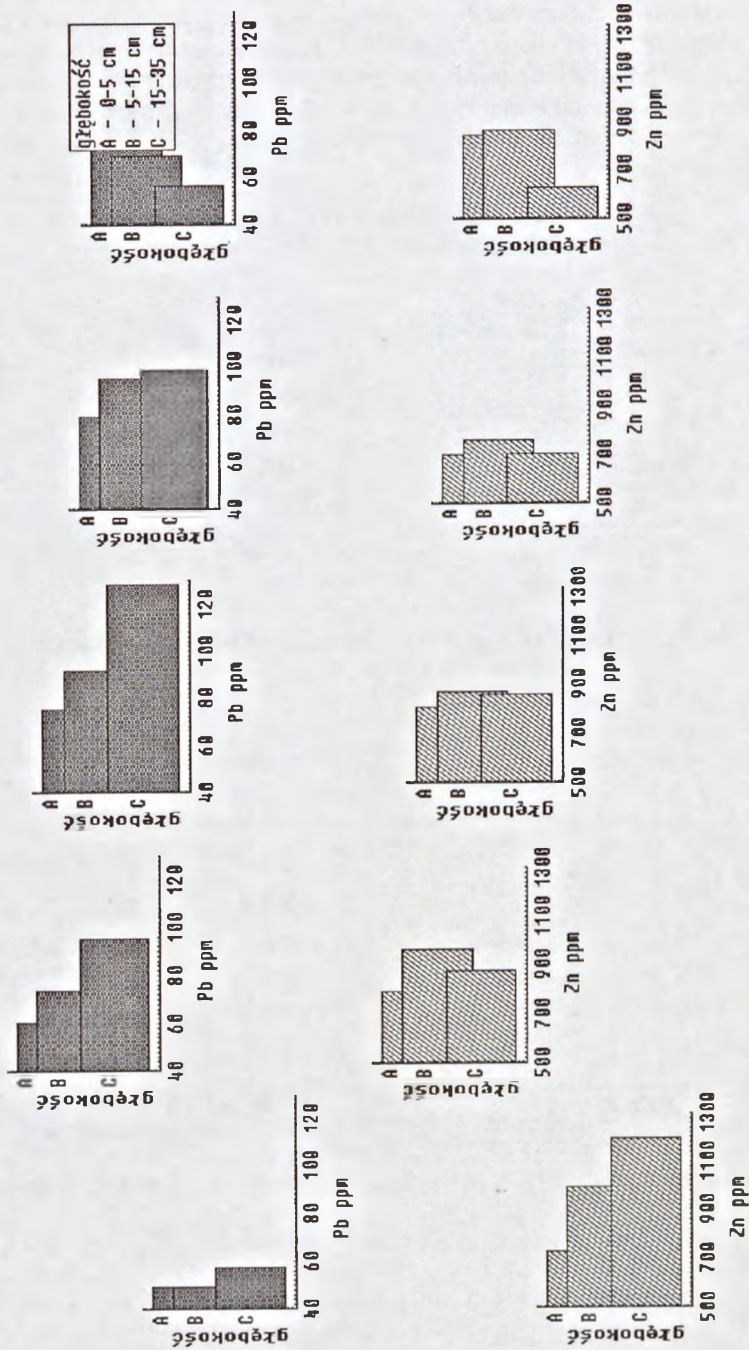
-130m od koryta

70m

35m

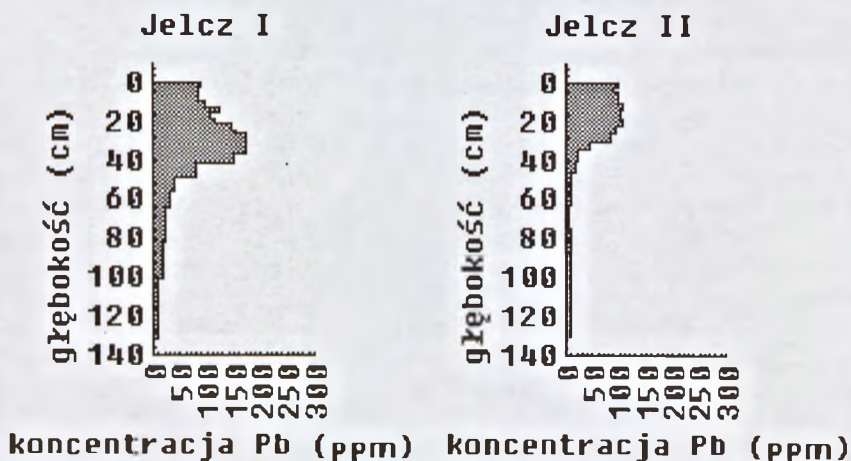
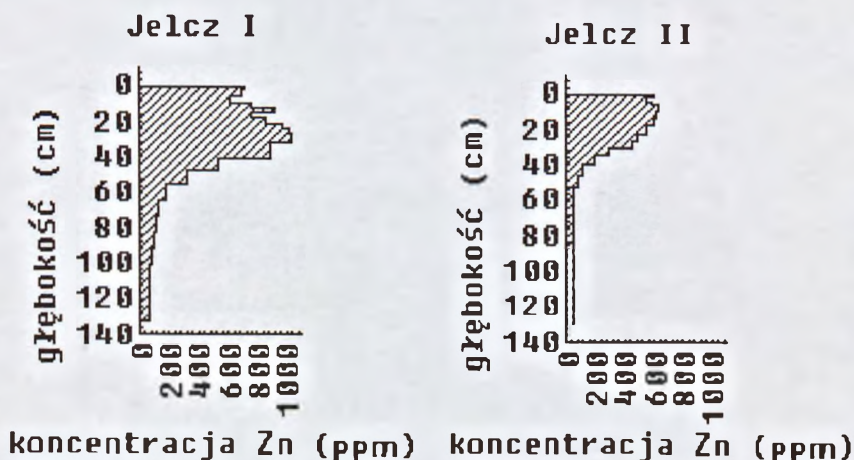
15m

koryto-



Ryc. 4.1. Zmiany koncentracji Pb i Zn wraz z odległością od koryta na równinie zalewowej Odry w rejonie rezerwatu „Łącha Jelcz”.
Changes in the concentration of Pb and Zn across the Odra flood plain at the “Łącha-Jelcz” nature reserve.

oraz w odległości 100 m od brzegu do głębokości 130 cm. Na równinie zalewowej, na której znajduje się rezerwat, w obydwóch profilach osady są znacząco zanieczyszczone cynkiem i ołowiem do głębokości 40 cm. Przy brzegu maksymalne ich koncentracje występują na głębokości 30–35 cm i są nawet 2-krotnie wyższe niż w warstwie powierzchniowej (ryc. 4.2). Różnice takie są niewidoczne w odległości 100 m od brzegu. W osadach tych brak jest wyraźnego maksimum koncentracji. W równinie koło Oławy natomiast,



Ryc. 4.2. Zmiany koncentracji Pb i Zn wraz z głębokością na równinie zalewowej Odry w rejonie rezerwatu „Łącha Jelcz”.

Changes in the concentration of Pb and Zn with depth in the Odra flood plain at of the “Łącha-Jelcz” nature reserve.

w strefie wałów brzegowych osady znacząco zanieczyszczone występują do głębokości 180 cm, a maksymalne koncentracje na głębokości około 100–140 cm. W odległości 100 m od brzegu silnie zanieczyszczona jest warstwa około 30 cm i widoczne jest maksimum koncentracji Pb na głębokości 20–30 cm.

Zmiany zawartości metali w tych profilach są podobne do obserwowanych w profilach krótkich. Duża różnica w miąższości zanieczyszczonych warstw i głębokości występowania pików koncentracji w osadach pomiędzy obydwoma równinami zalewowymi wskazuje jednak, że oprócz spadku zanieczyszczenia na rozmieszczenie pierwiastków w profilu ma wpływ ich migracja spowodowana wahaniami zwierciadła wody. Na przemieszczenie pierwiastków w najdłuższym profilu pionowym wskazują także znacząco wyższe ich maksima w osadach w Oławie niż w Jelczu. Migracji pierwiastków w tym profilu pionowym sprzyja dominujące występowanie w nim piasków przeważnie grubo- i średnioziarnistych, które ułatwiają penetrację wody w czasie podnoszenia lub obniżania się jej zwierciadła. Różnice wysokości wałów brzegowych w obu równinach zalewowych i położenie maksimum koncentracji Zn i Pb w Oławie nie może być spowodowane współczesnymi różnicami w tempie przyrostu osadów. Wał brzegowy w rejonie Oławy był w ciągu ostatnich 15 lat zalany kilkakrotnie, a największa z powodzi w 1997 roku pozostawiła osady miąższości kilkunastu cm. Maksymalna więc miąższość osadów akumulowanych w tym okresie nie jest większa niż około 30 cm. Podobne przejawy migracji wykazuje także profil przybrzeżny koło Łachy Jelcz, chociaż głębokość, na którą przemieszczone zostały badane pierwiastki jest stosunkowo niewielka. Śladów migracji pierwiastków brak jest natomiast w odległości 100 m od brzegu lub, jeżeli migracja miała miejsce, wydaje się nie mieć istotnego wpływu na koncentracje metali w profilu pionowym.

Badania przeprowadzone w rejonie rezerwatu Łacha Jelcz wskazują, że:

- jego obszar jest umiarkowanie zanieczyszczony ołowiem i znacznie bardziej cynkiem; powódzie występujące w ostatnich latach na obszarze rezerwatu akumulowały osady coraz mniej zanieczyszczone metalami ciężkimi,
- uruchamianie metali ciężkich i ich migracja w dół profilu zachodzi w piaszczystych wałach brzegowych oraz w obszarach położonych nisko, w zasięgu wahającego się wielokrotnie w ciągu roku zwierciadła wody. W wyniku tego zjawiska metale ciężkie wtórnie koncentrują się w poziomach glebowych bardziej organicznych lub z większym udziałem frakcji pylastej i ilastej. W tych poziomach mogą powstawać stężenia szkodliwe dla organizmów żywych szczególnie przy współdziałaniu innych czynników, jak np. zakwaszenie gleb.

Jakkolwiek podobne prawidłowości zróżnicowania zawartości metali odnoszą się do wszystkich obszarów chronionych w dolinie Odry, jednak z biegiem rzeki zmienia się jej zanieczyszczenie i koncentracje metali w osadach są różne. Rozpoznanie zmian zanieczyszczenia z biegiem rzeki umożliwiła analiza zawartości cynku, ołowiu, miedzi i kadmu w profilach pionowych w wybranych równinach aluwialnych usytuowanych wzdłuż biegu Odry. Profile te mają 35–75 cm głębokości i obejmują okres sedymentacji osadów wahający się prawdopodobnie od kilku do kilkudziesięciu ostatnich lat. Profile zostały zlokalizowane na terasie zalewowej o wysokości od 1,6 do 2,3 metra nad średni poziom wody w rzece, w odległości kilku metrów od brzegu rzeki.

Najmłodsze są osady pobrane w Chałupkach, przy granicy z Czechami. Niewielka ilość warstw oraz ich znaczna kilkunastocentymetrowa miąższość wskazuje, że osady te akumulowały się w czasie 6–7 ostatnich powodzi, czyli jak wskazują wahania stanów wody w posterunku hydrologicznym w Chałupkach, z pewnością po 1990 roku. Są one stosunkowo niskie i z wyjątkiem Zn, wskazują, że osady te są najmniej zanieczyszczone w stosunku do pozostałych, badanych w całym biegu rzeki (ryc. 4.3). Znacząco wyższe są koncentracje Zn w osadach w Krapkowicach; maksymalne dochodzą do 2000 ppm i należą do najwyższych w całym biegu rzeki. Natomiast koncentracje ołowiu i miedzi są niskie, chociaż nie tak bardzo jak w Chałupkach. Przyczyną wzrostu zanieczyszczenia w tym odcinku jest dostawa zanieczyszczeń dopływami Odry z Górnego Śląska, głównie rzekami Kłodnicą i Bierawką.

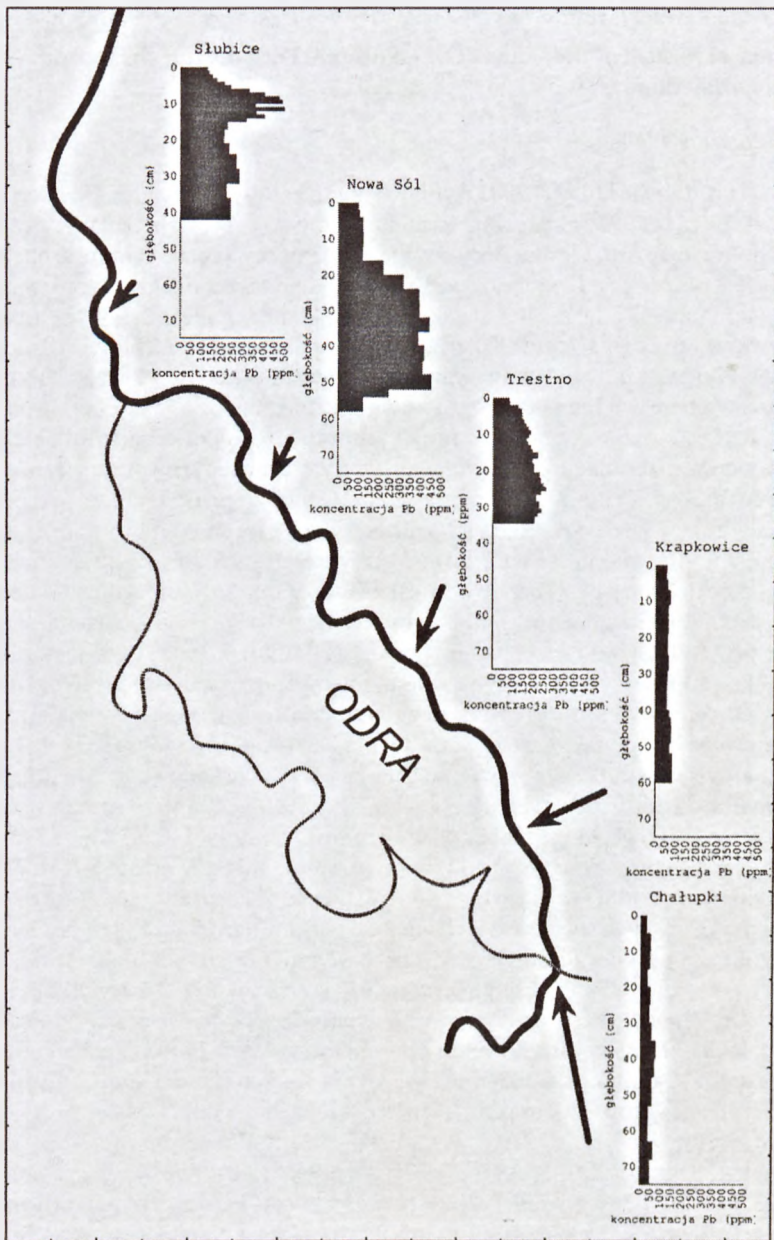
Wyższe koncentracje zarówno ołowiu jak i miedzi występują w pobliżu posterunku hydrologicznego w Trestnie. Odzwierciedlają one zanieczyszczenie Odry będące skutkiem zrzutów ścieków głównie z rejonu Oławy i Brzegu, a także z Opola. Zanieczyszczenie cynkiem utrzymuje się na podobnym poziomie jak w Krapkowicach.

W osadach Odry w Nowej Soli występują najwyższe koncentracje ołowiu i miedzi w całym biegu tej rzeki. Są one skutkiem zrzutów ścieków, a także emisji zanieczyszczonych metalami pyłów na terenie Legnickiego Okręgu Miedziowego (LOM). Wyraźne maksimum koncentracji tych pierwiastków na głębokości około 30 cm jest związane z powodziową sedymentacją osadów około 1980 roku. W okresie późniejszym dzięki budowie oczyszczalni ścieków, wprowadzeniu zamkniętego obiegu wody i budowie elektrofiltrów w zakładach zajmujących się produkcją miedzi, zanieczyszczenie na tym obszarze zmniejszyło się (Ciszewski 2001).

Skutki zanieczyszczenia na terenie LOM są widoczne także w osadach Odry w Ślubicach. Bardzo wyraźne maksimum koncentracji ołowiu i miedzi widoczne jest na głębokości 10 cm. Maksymalne koncentracje tych pierwiastków dochodzą do 400–500 ppm i są 10-krotnie wyższe niż w osadach deponowanych w górnym biegu Odry. Natomiast koncentracje Zn w środkowym jej biegu są przynajmniej w ciągu ostatnich kilkunastu lat niższe niż w jej górnym biegu.

Odra zanieczyszczona jest także w dolnym biegu, szczególnie od początku lat 70. Zanieczyszczenia transportowane z górnego i środkowego biegu akumulują się w Zalewie Szczecińskim i przyległych, okresowo zalewanych obszarach podmokłych. Zanieczyszczenie zgromadzonych tam osadów cynkiem, kadmem, ołowiem i chromem należy do najwyższych wśród osadów estuariów rzek europejskich (Callaway i in. 1998).

Generalnie ujmując, mimo że Odra wciąż należy do najbardziej zanieczyszczonych metalami rzek europejskich jej współczesne osady powodziowe jedynie w niewielu obszarach chronionych znajdujących się w dolinie rzeki – raczej lokalnie i głównie w pobliżu jej koryta – mogą mieć potencjalnie niebezpieczne koncentracje. Niewątpliwie znacznie większym problemem może wkrótce stać się kumulacja metali w osadach w ekosystemach wodno-błotnych dolnej Odry oraz jej estuarium, gdzie znajduje się Park Krajobrazowy Dolna Odra. Źródłem tych pierwiastków będą, mimo zmniejszającej się w ostatnich 10 latach ilości zanieczyszczeń transportowanych z biegiem rzeki, nie tylko ścieki i wody spływające z pól, ale wymywanie metali zgromadzonych na równinach zalewowych Odry.



Ryc. 4.3. Zmiany koncentracji Pb w osadach powodziowych w wybranych posterunkach wodowskazowych na Odrze.
 Changes in the concentration of Pb in flood sediments at selected gauging stations on the Odra River.