

większa od powodzi z 1998 r o 61 % (1100 mln m³), przy tym udział wód pochodzących z topniejącego śniegu wyniósł około 20 %.

Katastrofa powodziowa w listopadzie 1998 r. spowodowała na Zakarpaciu szkody ocenione na 810 mln hrywien, natomiast powódź w marcu 2001 r. 317 mln hrywien (*Naukowo ekspertnyj...* 2001). Duże straty zanotowano też na obszarach chronionych. Przykładem może być Park Narodowy Synewyr, w którym powódź dokonała dużych zmian w środowisku i w infrastrukturze technicznej, a także w zasobach przyrody żywej.

Powtarzające się na Zakarpaciu powodzie jeszcze raz potwierdzają tezę, że ignorancja odnośnie do wymogów zabezpieczenia technicznego środowiska przed wysokimi wezbraniami wód w czasie ulewnych deszczów, stwarza realne zagrożenie bezpieczeństwa państwa. Jest rzeczą oczywistą, że straty materialne spowodowane przez powodzie, znacznie przekraczają koszty, które byłyby niezbędne dla wprowadzenia systemu przeciwpowodziowego na tym terenie. Dlatego konieczne jest prowadzenie odpowiedniej gospodarki leśnej w górach oraz potrzebnych inwestycji technicznych w dolinach rzek.

2.4. Transport zanieczyszczeń w czasie powodzi w 1997 roku w dolinie Odry Transport of pollutants during the flood of 1997 in the Odra River valley

Dariusz Ciszewski

Powódź z 1997 roku w dorzeczu Odry skupiła na sobie nie tylko uwagę opinii publicznej, ale także służb ochrony środowiska i naukowców różnych dziedzin badających uruchamianie, transport i akumulację zanieczyszczeń na zalanych obszarach. Podjęciu licznych badań jakości wód i osadów w trakcie powodzi sprzyjał wyjątkowo długi, ok. 6-tygodniowy, okres przechodzenia dwóch fal powodziowych niemal od źródeł do ujścia Odry. Także po powodzi przeprowadzono tak dużą, jak chyba nigdy dotąd, ilość badań zanieczyszczenia pozostawionych przez rzekę osadów, gleb oraz opadających wód i zastoisk powodziowych.

Długotrwałe deszcze poprzedzające przejście fali kulminacyjnej w dolinie Odry spowodowały zmywanie zanieczyszczeń z powierzchni zlewni, szczególnie z obszarów zurbanizowanych i z pól w górnej części zlewni Odry. Wzbierające wody Odry spowodowały intensywną erozję jej koryta w rejonie Raciborza, Krapkowic i Opola. Skutkiem było ich silne zmętnienie. Maksymalne zawartości zawiesiny w wodzie Odry w Opolu dochodziły do 350 mg/l i były najwyższe z zanotowanych w całym jej biegu. Również wysokie były zawartości żelaza, maksymalnie 11 mg/l, przekraczając normy przewidziane dla III klasy czystości wód. W czasie przechodzenia fali powodziowej stwierdzono także ponadnormatywne zawartości azotu azotynowego i fosforu ogólnego. Bardzo niekorzystne były także, w początkowej fazie powodzi, wartości BZT₅ (biologicznego zapotrzebowania na tlen) i ChZT (chemicznego zapotrzebowania na tlen), wskazujące na duże spadki zawartości tlenu w wodzie. Wśród metali ciężkich przekroczone były okresowo dopuszczalne normy zawartości Cr i Zn, a maksymalne stężenia Cu, Cr, Zn i Pb były dwa razy wyższe niż wartości średnie (tab. 2.1). Generalnie jednak wzrost stężeń tych pierwiastków w stosunku do obserwowanych przed powodzią był niewielki z powodu znacznego rozcieńczenia wód fali powodziowej.

W Opolu po przejściu pierwszej fali powodziowej nastąpiło zmniejszenie zawartości tlenu do poziomu 4,1 mg/l, a potem ponowny wzrost do poziomu notowanego przed powodzią, ok. 6,5 mg/l. Po przejściu drugiej fali, pod koniec lipca, zaznaczył się wzrost stężenia chlorków, siarczanów, substancji rozpuszczonych, azotu amonowego, fosforu, bakterii kałowych (miano Coli) oraz Cu i Pb. Jakkolwiek wody powodziowe Odry w górnym jej biegu były w całości pozaklasowe, jednak wiele składników, jak np. chlorki, siarczany i substancje rozpuszczone i natlenienie mieściło się w I lub II klasie czystości. Po przejściu powodzi generalnie zanotowano zmniejszenie zasolenia oraz poprawę jakości wód w stosunku do stanu sprzed powodzi z wyjątkiem azotanów i fosforanów.

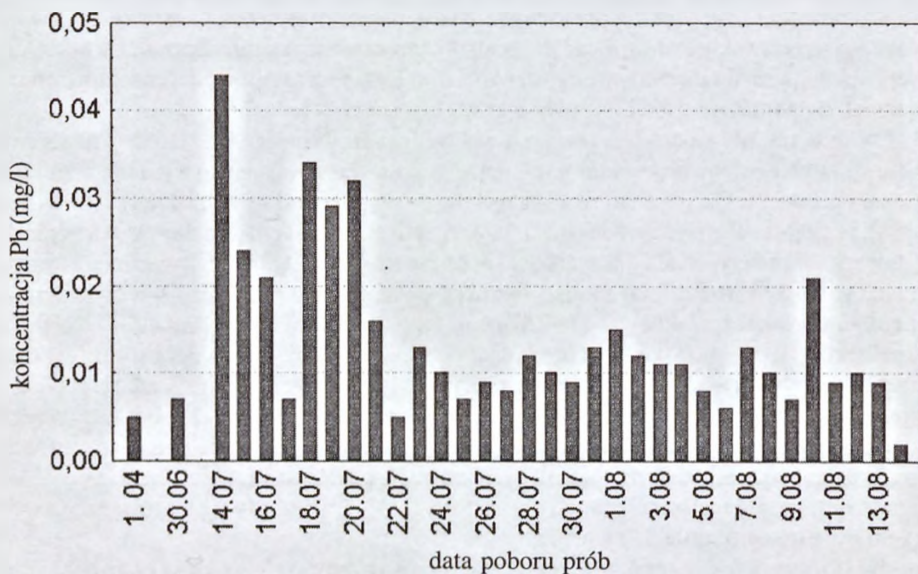
Wraz z przemieszczaniem się fali powodziowej w dół rzeki następowało zalewanie znajdujących się w dnach doliny wysypisk śmieci (np. w Opolu i Masłowicach koło Wrocławia), oczyszczalni ścieków, składowisk odpadów przemysłowych (np. po byłej hucie w Siechnicach), stacji paliw itp. W wielu miejscach np. w Nowej Soli, z powodu unieruchomienia oczyszczalni, ścieki bytowe trafiały wprost do rzeki bez oczyszczania. Spowodowało to silniejsze niż w górnym biegu zanieczyszczenie wód powodziowych, szczególnie w okresie bezpośrednio poprzedzającym nadejście pierwszej fali powodzi. Przede wszystkim pogorszeniu uległo natlenienie wód, nastąpił wzrost zawartości związków biogennych oraz pogorszył się stan sanitarny rzeki. Wyrazem tego był gwałtowny wzrost ChZT-Cr, np. w Oławie z 27,55 mg O₂/l przed powodzią do 107 mg O₂/l w czasie powodzi (Walewski 1997). Po powodzi, w sierpniu i wrześniu, zaobserwowano ogólny spadek wartości tych wskaźników. Natomiast w okresie październik–listopad stężenia wróciły do wartości notowanych w I połowie 1997 roku. Efektem powodzi było kilkukrotnie wyższe skażenie bakteriologiczne wód niż przed powodzią. Stan ten utrzymywał się na terenie województwa wrocławskiego do końca 1997 roku. Mimo znacznego zanieczyszczenia wód Odry i jej dopływów na terenie województwa wrocławskiego, w czasie powodzi zawartość metali ciężkich była niska i mieściła się cały czas w I klasie czystości wód.

Wraz z przepływającą falą powodziową wzdłuż środkowego biegu Odry, na terenie województw legnickiego, zielonogórskiego i gorzowskiego nastąpiło wyraźne pogorszenie jakości wód w zakresie wielu wskaźników do tej pory zadowalających (Mendelczuk 1998). Nastąpiło obniżenie zawartości tlenu rozpuszczonego i to poniżej 4 mg/l, tj. granicy uważanej za bezpieczną dla życia organizmów wodnych. Największy wzrost zawartości azotu azotynowego miał miejsce w pierwszym okresie powodzi i był związany ze spadkiem zawartości tlenu w wodzie. Również znacząco wzrosły stężenia Pb w stosunku do okresu sprzed powodzi. Było to związane ze spływaniem wody z pól i splukiwaniem strefy międzywala w zanieczyszczonym tym pierwiastkiem rejonie huty miedzi w Głogowie. Zmiany zawartości tego pierwiastka w czasie powodzi (ryc. 2.3) są charakterystycznym przypadkiem uruchamiania i transportu także dla innych substancji przemysłowych wraz z wodami powodziowymi. Koncentracje pozostałych metali ciężkich, a także fenoli, detergentów oraz substancji organicznych nie zwiększyły się istotnie. Związany z tym był brak zmian BZT₅ i ChZT.

W dolnym biegu Odry, poniżej ujścia Warty, fala powodziowa była bardziej spłaszczona i prędkość jej spływu była mniejsza. Związany z tym był spadek koncentracji transportowanej zawiesiny, a jej maksymalna zanotowana wartość, 64 mg/l wystąpiła około 3 tygodnie przed maksymalnym przepływem wody (Lehman i in. 1999). Dzięki jednak znacznemu przepływowi, w ciągu miesiąca spłynęło około 65 tys. ton materiału

zawiesinowego pochodzącego z obszaru zlewni oraz wyłukanego z basenów międzyostrogowych koryta rzeki. Również maksymalne koncentracje Cd, Cr, Ni, As i Zn w zawiesinie poprzedziły wystąpienie szczytu fali wezbraniowej. Natomiast maksymalne koncentracje Pb, Cu i Cr były wprost proporcjonalnie związane z wielkością przepływu. Z kolei, stężenia rozpuszczonych metali w wodzie wzrastały od 11 lipca i zmniejszały się po przejściu fali wezbraniowej.

W czasie przechodzenia fali powodziowej wzdłuż całej doliny Odry utworzyły się rozlewiska o dużej powierzchni. W niektórych z nich woda stagnowała nawet kilka miesięcy, a jej skład chemiczny ulegał z czasem zmianie. W początkowym okresie większość stagnujących wód miała dobre natlenienie, przeważnie w granicach 6–18 mg O₂/l, chociaż w niektórych z nich położonych np. w rejonie wysypiska śmieci w Maścicach było ono od początku niskie, ok. 0,5 mg O₂/l (Ocena... 1998). W miarę upływu czasu następowało stopniowe odtlenianie wód oraz ogólne pogorszenie się stanu ich czystości. Na przykład w Książu Małym i w Kozanowie we Wrocławiu nastąpiło pogorszenie stanu czystości z klasy I do wartości nie odpowiadających normom. Szczególnie wzrastały stężenia związków fosforu i azotu azotynowego. Natomiast koncentracje metali ciężkich i detergentów znajdowały się przeważnie w granicach I klasy czystości, a wiele z pierwiastków występowało nawet w ilościach poniżej progu wykrywalności. Ponadto na postępujący z czasem wzrost zanieczyszczenia rozlewisk w wielu miejscach miał wpływ także spływ wód gruntowych i powierzchniowych z okolicznych pól, zmywający nawozy i deponowane przez falę powodziową zanieczyszczenia. Wysokie wartości mia-



Ryc. 2.3. Zmiany koncentracji Pb w wodzie w czasie powodzi na Odrze w 1997 roku w Cigacicach (wg Mendelczuk 1998, zmienione).

Changes in the concentration of Pb in the Odra River waters at Cigacic during flood in 1997 (according to Mendelczuk, modified).

na Coli w wielu rozlewiskach w województwie wrocławskim wystąpiły pod koniec lipca, a później następowała stopniowa poprawa stanu sanitarnego rozlewisk. Generalnie w rozlewiskach podwyższone były przede wszystkim stężenia związków organicznych i biogennych wynikające z długiego zalegania wód i gnicia materii roślinnej, traw, roślin na polach uprawnych lub poszycia leśnego powodując warunki beztlenowe. Niektóre gatunki drzew, jak np. olsza czarna lub pojedyncze osobniki innych gatunków nie wytrzymały tych warunków i obumierały. W ten sposób rozlewiska powodowały większe straty wśród szaty roślinnej niż samo przejście fali powodziowej.

W czasie powodzi do Morza Bałtyckiego z rzeką Odrą wpłynęło ok. 1/3 rocznej dostawy związków azotowych, materii organicznej, Zn i Cu i ok. 1/10 rocznego ładunku fosforu, związków fenolowych, Ni, As, Cr, Pb i Cd w porównaniu z rokiem 1996. Ładunek azotanów wahał się w granicach 275-389 t/dobę i był wyższy 6,1 – 8,6 razy od ładunku niesionego przed powodzią (ok. 45 t/dobę). Transportowany ładunek fosforanów wynosił ok. 46-130 t/dobę i był wyższy 6,2 – 17,6 razy niż przed powodzią (7,4 t/dobę) (Müller, Wessels 1998).

Tabela 2.1.

Koncentracje metali ciężkich w wodach Odry w Opolu w czasie powodzi w 1997 roku (wg *Zmiany...* 1998)
Concentrations of heavy metals in the Odra waters in Opole during the flood in 1997 (after *Zmiany...* 1998)

Metal	Koncentracje mg/l		
	Min.	Śr.	Max.
Cu	0,004	0,016	0,033
Cr	0,004	0,011	0,023
Zn	0,072	0,132	0,296
Pb	0,014	0,024	0,044

2.5. Akumulacja metali ciężkich w osadach powodzi z 1997 roku

Accumulation of heavy metals in the flood sediments of 1997

Dariusz Ciszewski

Fala powodziowa, która przeszła przez całą dolinę Odry w 1997 roku, akumulowała osady o bardzo zróżnicowanej miąższości wahającej się najczęściej od kilku do kilkadziesiąt centymetrów w odległości nie przekraczającej kilkadziesiąt metrów od brzegu. W basenach międzyostrogowych miąższość osadów była wyższa, dochodząc miejscami w środkowym biegu do 2 metrów. W Kotlinie Raciborskiej, gdzie energia fali powodziowej była największa, na równinie zalewowej obserwowano lokalnie wały piaszczyste o miąższości dochodzącej do 1 m i długości kilkadziesiąt metrów. W tym odcinku, na obszarze 300 ha akumulowana została warstwa osadów o miąższości wahającej się przeważnie od 0,5 do ok. 10 cm (Walewski 1997). Znacznie mniej osadów, głównie drobnoziarnistych zostało akumulowanych w dolnym biegu Odry. Ich warstwa na równinie zalewowej przeważnie wahała się w granicach 1–2 mm, nie obserwowano również akumulacji wałów brzegowych.