

mgr inż. **Sebastian Bielak**

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii Środowiska  
Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej



## ZANIECZYSZCZENIA ANTROPOGENICZNE W OSADACH DENNYCH RZEK BIEBRZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

# Co czyha na dnie?

*Jednym z najcenniejszych obiektów przyrodniczych, znajdujących się w granicach Zielonych Płuc Polski, jest Kotlina Biebrzańska, prawie w całości pokryta mokradłami i rozlewiskami utworzonymi przez wolno płynącą oraz meandrującą Biebrzę. W roku 1993 w jej granicach utworzono Biebrzański Park Narodowy, który jest obecnie największym parkiem narodowym Polski - zajmuje powierzchnię 59 223 ha, a wraz z otuliną: 126 047 ha. Dolina Biebrzy, a zwłaszcza jej Basen Dolny (południowa część parku), jest unikatową w skali Europy enklawą dla ptaków wodno-błotnych oraz drapieżnych. Światowa rola parku jest tym ważniejsza, że w chwili obecnej pozostała na świecie już tylko połowa istniejących dotychczas naturalnych mokradel.*

### Ratujmy mokradła

W Europie osuszono i zagospodarowano rolniczo znacznie więcej obszarów wodno-błotnych. Na przykład w Wielkiej Brytanii pozostało już tylko 30 proc. pierwotnego stanu bagien. Niektóre państwa, jak np. Holandia, starają się od lat 80. ubiegłego wieku odtworzyć zniszczone wcześniej mokradła, wydając przy tym ogromne pieniądze na proces ich renaturyzacji.

Najwyższa pora, aby mając na uwadze zniszczenia w środowisku naturalnym, jakie zaistniały w wysoko rozwiniętych krajach Unii Europejskiej, przestać powielać błędy innych. Dlatego, zanim także w Polsce dojdzie do tych negatywnych zjawisk, lepiej zawsze ochronić to co najcenniejsze. Profilaktyka bowiem jest zawsze najtańsza, a każde przywracanie zniszczonych ekosystemów do ich pierwotnego stanu jest bardzo kosztowne, a bardzo

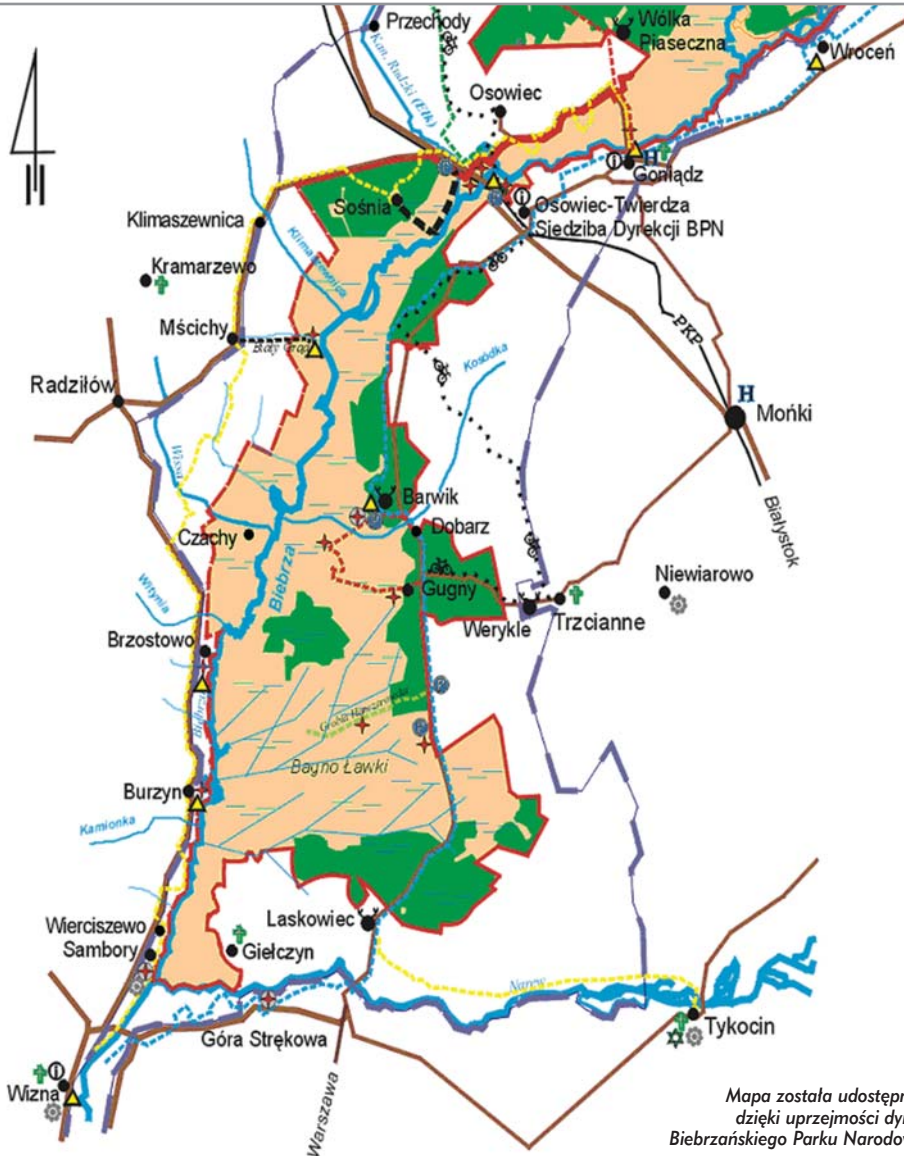
często wręcz niemożliwe do wykonania. Już w tej chwili problemy środowiskowe, występujące powszechnie w rozwiniętych gospodarczo częściach naszego kraju - np. na Śląsku - dotyczą również obszaru Zielonych Płuc Polski.

W granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego znajduje się 156,5 km koryta Biebrzy i około 107 kilometrów jej dopływów. Pomimo że pod ochroną znajduje się prawie cała długość tej rzeki (92 proc.), to jednak obszar parku narodowego obejmuje zaledwie 8 proc. powierzchni całej zlewni Biebrzy.

W efekcie, na teren chronionej przyrody przedostają się drogą wodną zanieczyszczenia, których źródła leżą poza granicami parku. W Basenie Dolnym do Biebrzy wpływa kilka rzek, m.in. Ełk (Kanał Rudzki), Klimaszewnica, Wissa oraz Kosódka niosących znaczne ilości zanieczyszczeń antropogenicznych. Największy wpływ na pogorszenie jakości wód w parku odgrywają związki organiczne oraz bakterie *Coli* typu kałowego (pisaliśmy o tym w Ekoproficie nr 3/2005), niemniej jednak niebagatelną rolę odgrywają również nadmierne ilości transportowanych wodą substancji pokarmowych, tj. azotu i fosforu (o eutrofizacji wód powierzchniowych w parku pisaliśmy w Ekoproficie nr 1/2005). W tym artykule zajmiemy się więc stanem zanieczyszczenia osadów dennych oraz ich wpływem na jakość wód powierzchniowych w parku.

### Rola osadów w środowisku wodnym

Osady denne powstają w wyniku sedymentacji na dnie cieków wodnych rozdrobnionego materiału skalnego, tj. żwiru oraz piasku, cząstek gleby wypłukanych z wyżej położonych terenów oraz zawieszin, czyli nierozpuszczalnych w wodzie substancji niesionych z nurtem rzeki. Ponadto w procesie tworzenia się osadów bardzo duże znaczenie ma opadanie na dno obumarłych organizmów żywych - głównie roślin - oraz wytrącanie się z wody substancji mineralnych, takich jak np. węgiel wapnia, wodorotlenek żelaza czy nierozpuszczalne w wodzie związki fosforu.



Osady denne są niezmiernie ważnym elementem każdego ekosystemu wodnego, bowiem uczestniczą w procesie krążenia pierwiastków w środowisku wód powierzchniowych. Dotyczy to zwłaszcza substancji pokarmowych, czyli azotu i fosforu. Skład geochemiczny osadów dennych zależy od czynników naturalnych (budowa geologiczna zlewni rzeki) oraz antropogenicznych (zanieczyszczenia przemysłowe, bytowe i rolnicze) i jest bardzo dobrym wskaźnikiem stanu czystości wód powierzchniowych, bowiem zgromadzone w osadach zanie-

czyszczenia występują zazwyczaj w większych ilościach niż w unoszącej się nad nimi wodzie.

Znaczna część zanieczyszczeń przenikających do wód powierzchniowych z otoczenia przechodzi do osadów dennych w wyniku procesu samooczyszczania się cieku. Najszybciej zjawisko to zachodzi w przypadku zanieczyszczeń charakteryzujących się małą rozpuszczalnością oraz trudno ulegające biodegradacji - np. metale ciężkie lub toksyczne związki organiczne. Podczas wezbrań wody lub w czasie powodzi zanieczyszczone osady są wypłu-

kiwane, a następnie transportowane w dół rzeki i odkładane w miejscach, gdzie dotychczas nie stwierdzano ich obecności. Takie zjawiska stwarzają dodatkowe zagrożenia dla ekosystemów wodnych i powodują, że osady dennie mogą być poważnym źródłem wtórnego zanieczyszczenia rzeki.

Osadzenie się zanieczyszczeń zawartych w wodzie na dnie cieków zmniejsza co prawda bezpośrednio zagrożenie dla organizmów żyjących w toni, ale równocześnie stwarza większe ryzyko oddziaływania na organizmy żerujące przy dnie (np. ryby karpowate) oraz na rośliny zakorzenione w osadach. Zjawisko to ma szczególnie znaczenie na zalewanych przez wody rzeczne obszarach mokradłowych, gdzie niewielkie nachylenie terenu oraz znacznie ograniczony przepływ wody minimalizują możliwości samooczyszczania się wód powierzchniowych i znajdujących się w nich osadów.

W chwili gdy takie osady zostaną poruszone (np. na skutek powodzi lub działalności człowieka), żyjące w wodzie stworzenia zostają narażone na wchłonięcie związków chemicznych, które dotychczas były unieruchomione na dnie cieku. Uważa się, że szkodliwe oddziaływanie zanieczyszczonych osadów na organizmy żyjące w nich lub w pobliżu dna, może zachodzić nawet wtedy, gdy woda znajdująca się ponad osadami nie wykazuje nadmiernego zanieczyszczenia. Szkodliwe osady mogą powodować zatrucia organizmów wodnych oraz różne choroby, np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) są powszechnie uważane za związki rakotwórcze.

Ponadto zanieczyszczone osady skutecznie eliminują z ekosystemów wodnych organizmy wymagające czystego środowiska naturalnego (np. szlachetne gatunki ryb, takie jak pstrąg czy łosoś) oraz powodują nadmierny rozwój gatunków odpornych na zanieczyszczenia (np. amury, karasie srebrzyste).

## Najważniejsze składniki osadów dennych

Ogromna różnorodność związków chemicznych, pochodzenia naturalnego lub wytworzonych sztucznie, występujących współcześnie w wodach powierzchniowych, powoduje, że skład geochemiczny osadów dennych jest również bardzo urozmaicony. Niemniej jednak można wyróżnić kilka składników, których obecność, ale przede wszystkim nadmierna ich ilość, decyduje o jakości osadów. Są to:

### 1. Składniki pokarmowe, w tym:

- a. **Azot.** Osady dennie odgrywają bardzo ważną rolę w procesie krążenia azotu w środowisku wodnym: obumarłe rośliny i zwierzęta po

opadnięciu na dno cieku ulegają mineralizacji. Zawarty w ich szczątkach azot organiczny ulega przekształceniu w azot amonowy ( $\text{NH}_4^+$ ), ten z kolei pod wpływem bakterii *Nitrosomonas* oraz *Nitrobacter* oraz w obecności tlenu ulega przekształceniu w azotany ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ). Jest to proces nityfikacji. Związki te unoszą się do toni wodnej lub też, pozostając w głębszych partiach osadów (w warunkach beztlenowych), podlegają procesowi odwrotnemu do nityfikacji, czyli tzw. denityfikacji, z udziałem takich bakterii, jak np. *Bacillus denitrificans* czy *Chromobacter denitrificans*. Azotany mogą również ulegać redukcji, w wyniku której z osadów, poprzez wodę, unosi się do atmosfery wolny azot ( $\text{N}_2$ ). Stężenie azotanów w wodzie znajdującej się powyżej osadów wpływa również na szybkość wydobywania się z dna cieku związków fosforu - pierwiastka odpowiedzialnego za eutrofizację wód. Zaobserwowano, że gdy stężenie azotanów nie przekracza  $0,1 \text{ mg N/dm}^3$ , to przenikanie fosforanów z osadów do wody przebiega bardzo intensywnie, natomiast prawie całkowicie zanika przy stężeniu ok.  $1 \text{ mg N/dm}^3$ .

- b. **Fosfor.** Osadza się na dnie cieków wodnych zarówno w postaci obumarłej materii organicznej, zawiesin mineralnych, jak i też wytrącając się z wody w postaci trudno rozpuszczalnych soli jakie tworzy z wapniem, np.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , żelazem lub glinem. Im wyższa jest zawartość w wodzie Fe, Ca i Al oraz zawiesin, tym szybciej fosfor przechodzi z wód do osadów. Zgromadzony na dnie fosfor organiczny ulega procesowi mineralizacji, a następnie znaczna jego część (już w postaci nieorganicznej) wraca z powrotem do toni wodnej jako składnik budulcowy komórek organizmów wodnych. Pewna część fosforu pozostaje jednak w osadach dennych. Najlepszym przykładem na to, że zanieczyszczone osady dennie stają się z czasem wtórnym źródłem kontaminacji wód powierzchniowych są fosforany, które szybko kumulują się w osadach, ale potem powoli przechodzą z powrotem do toni wodnej. Wpływa na to szereg czynników, głównie warunki fizykochemiczne na granicy woda-osady dennie. Zaobserwowano, że im wyższa jest temperatura wody, im niższy odczyn oraz im mniej jest tlenu rozpuszczonego w wodzie, tym fosforany szybciej opuszczają osady.

## 2. Związki organiczne

Związki organiczne, zarówno te naturalne, jak też syntetyczne, ulegają w środowisku wodnym procesowi biodegradacji, czyli rozkładu do prostych składników mineralnych pod wpływem działalności mikroorganizmów. Proces ten jest długotrwały i powoduje zużycie tlenu rozpuszczonego w wodzie oraz zgromadzonego w powierzchniowej warstwie osadów. W głębszej warstwie osadów następuje beztlenowy rozkład substancji organicznych, w wyniku czego następuje transport z osadów do wody różnych związków chemicznych. Taki strumień zanieczyszczeń składa się zazwyczaj ze związków azotu (69 proc. udziału), metanu (17 proc.) oraz dwutlenku węgla (14 proc.). Może też powstawać siarkowodor lub inne substancje lotne odpowiedzialne za nieprzyjemne zapachy, a proces wydobywania się gazów z osadów może unieść do toni wodnej drobiny osadów. Zarówno uniesione przez wodę osady, jak i część wydobywających się z nich gazów są odpowiedzialne za spadek zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie. W newralgicznych odcinkach cieku, tam gdzie przepływ wody jest bardzo mały, nad osadami dennymi mogą występować niedobory tlenu, a czasami nawet całkowity jego brak. Obecność w osadach dennych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych to jeden z głównych kryteriów decydujących o ich czystości.

## 3. Metale ciężkie

Zawartość metali ciężkich w osadach dennych to drugi, bardzo ważny czynnik wpływający na ocenę stanu zanieczyszczenia osadów. Dotyczy to zwłaszcza takich metali, jak: rtęć, ołów, kadm, chrom oraz cynk - uważanych za najbardziej toksyczne dla organizmów wodnych.

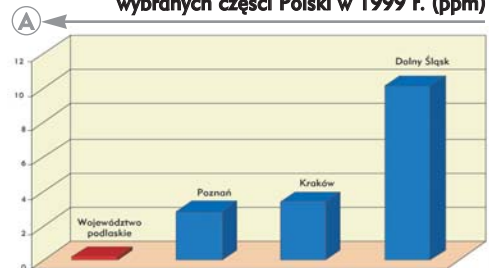
## Stan czystości osadów rzecznych regionu na tle całego kraju

Na skutek coraz intensywniejszego rozwoju gospodarczego kraju, rozbudowy infrastruktury (zwłaszcza sieci wodociągowych) oraz rozrostu osadnictwa, wzrasta w Polsce ilość wytwarzanych ścieków, które za pośrednictwem wód powierzchniowych zanieczyszczają osady dennie. W wielu regionach kraju, zwłaszcza tam gdzie od wielu lat dominującą gałęzią gospodarki jest przemysł - szczególnie ciężki - obserwuje się duże nagromadzenie zanieczyszczeń na dnie cieków.

Osady te mają często podwyższoną zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, powstających np. podczas spalania paliw w silnikach

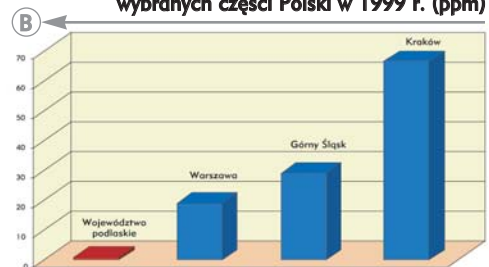
spalinowych, oraz charakteryzują się obecnością związków chemicznych będących pozostałościami po niegdyś powszechnie stosowanych w Polsce pestycydach (np. DDT). W tej negatywnej statystyce prym wiodą aglomeracje miejskie Górnego Śląska oraz duże miasta, takie jak np. Kraków, Poznań czy Warszawa.

**Stężenia maksymalne rtęci w osadach rzek wybranych części Polski w 1999 r. (ppm)**



Źródło danych: (BOJAKOWSKA i inni, 2000; WIOŚ, 2000).  
Opracowanie własne

**Stężenia maksymalne kadmu w osadach rzek wybranych części Polski w 1999 r. (ppm)**



Źródło danych: (BOJAKOWSKA i inni, 2000; WIOŚ, 2000).  
Opracowanie własne

**Stężenia maksymalne ołowiu w osadach rzek wybranych części Polski w 1999 r. (ppm)**



Źródło danych: (BOJAKOWSKA i inni, 2000; WIOŚ, 2000).  
Opracowanie własne

### Stężenia maksymalne wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych (WWA) w osadach rzek wybranych części Polski w 1999 r. (ppm)



Źródło danych: (BOJAKOWSKA i inni, 2000; WIOŚ, 2000).  
Opracowanie własne

W porównaniu do nich stan czystości osadów dennych cieków znajdujących się na obszarze województwa podlaskiego jest bardzo dobry, co najlepiej obrazują rysunki nr A-D. Na tle całego województwa jakość osadów dennych Basenu Dolnego Biebrzy pod wieloma względami nie odbiega od normy, niemniej jednak szczegółowa analiza poszczególnych parametrów pozwala zauważyć kilka niepokojących zjawisk.

### Stan czystości osadów rzecznych Basenu Dolnego Biebrzy

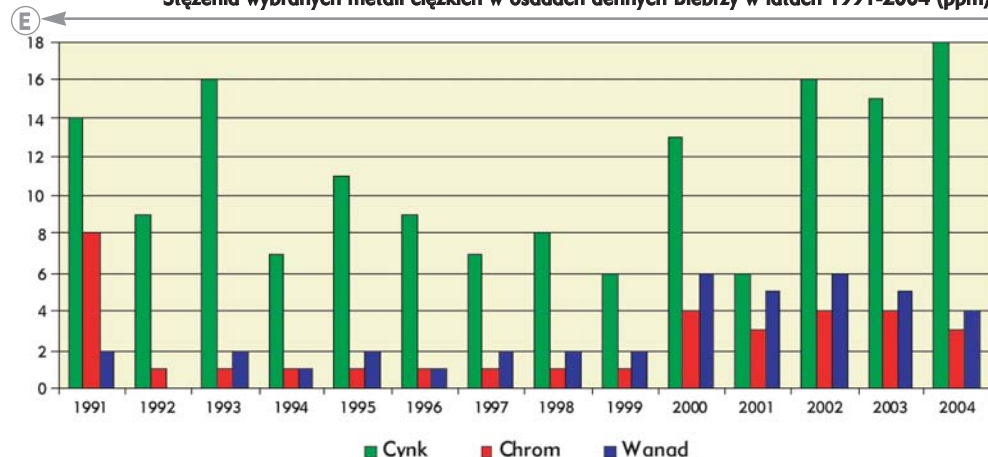
Ocenę jakości osadów rzecznych na obszarze Basenu Dolnego dokonano na podstawie kryteriów opracowanych dla warunków polskich, w oparciu

o standardy funkcjonujące w krajach Unii Europejskiej, Stanach Zjednoczonych oraz Kanadzie (Bojakowska 2001). Dane przedstawione w niniejszym artykule pochodzą z monitoringu środowiska prowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie oraz Inspekcję Ochrony Środowiska w Białymstoku. Niestety, ilość danych uzyskiwanych ze wspomnianego systemu monitoringu jest zbyt skąpa, aby móc określić jakość osadów na całym obszarze Basenu Dolnego Biebrzy, bowiem próbki pobierane są tylko w jednym punkcie pomiarowym na Biebrzy (w miejscowości Wierciszewo znajdującej się tuż przy ujściu Biebrzy do Narwi), a rzeka ta w granicach basenu płynie na odcinku o długości aż 50 km!

Ponadto pomiary wykonywane są tylko raz w roku, w lipcu bądź w sierpniu, przez co nie możemy poznać fluktuacji jakości osadów w skali całego roku. Dodatkowym źródłem danych mogą być jednak wyniki monitoringu prowadzonego na rzece Elk (dopływ Biebrzy), w punkcie pomiarowym Szymany, znajdującym się już poza granicami parku.

Pod względem zawartości metali ciężkich, składników najbardziej niepożądanych, osady Biebrzy należy uznać za czyste (I klasa jakości). Pewnym zgrzytem może być tu jednak niewielki, ale zauważalny od 2000 roku wzrost zawartości niektórych metali ciężkich, tj. chromu, wanadu oraz cynku. Szczególnie niepokojąca jest stale rosnąca

### Stężenia wybranych metali ciężkich w osadach dennych Biebrzy w latach 1991-2004 (ppm)

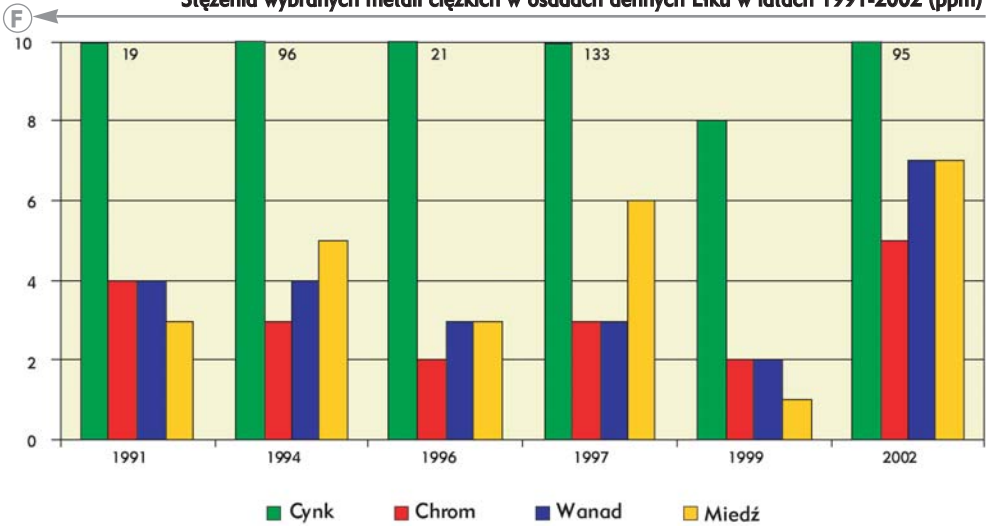


Źródło danych: Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Opracowanie własne

zawartość cynku. Jego źródłem najprawdopodobniej jest Kanał Rudzki (sztuczne przedłużenie Elku), który wpada do Biebrzy poniżej miejscowości Osowiec, bowiem stężenie tego pierwiastka w osadach Elku było w 2002 roku kilka razy większe niż

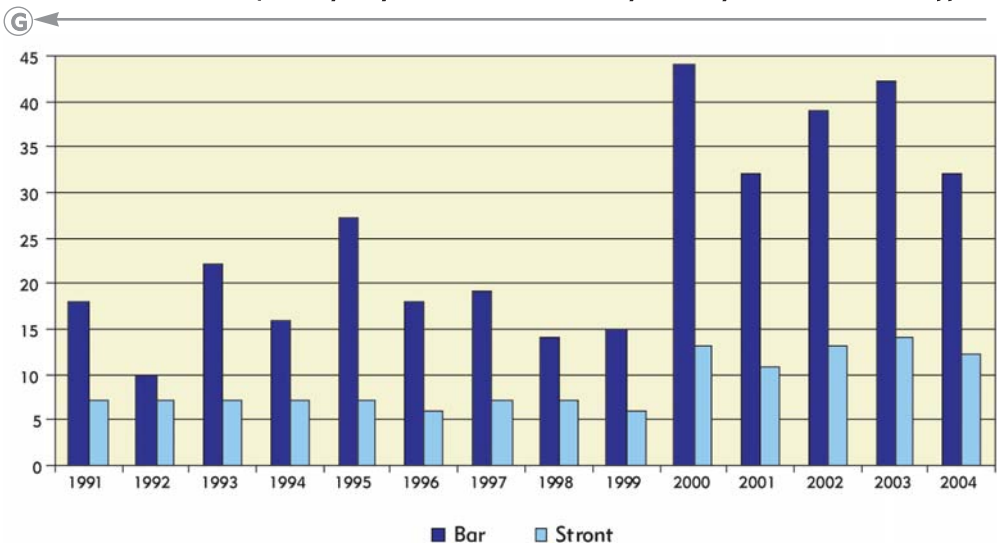
w osadach Biebrzy i wynosiło 95 ppm (w osadach Biebrzy 16 ppm). Ponadto od 2000 roku w osadach Biebrzy wyraźnie wzrosła zawartość innych metali, tj. baru (średnio o 115 proc.) oraz strontu (średnio o 86 proc.).

**Stężenia wybranych metali ciężkich w osadach dennych Elku w latach 1991-2002 (ppm)**



Źródło danych: Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Opracowanie własne

**Stężenia wybranych metali w osadach dennych Biebrzy w latach 1991-2004 (ppm)**



Źródło danych: Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Opracowanie własne

Podobną prawidłowość można zaobserwować w przypadku związków organicznych oraz związków siarki traktowanych jako substancje *konsumujące* tlen rozpuszczony w unoszącej się nad osadami wodzie. Od 2000 roku - ze szczególnym nasileniem w latach 2002-2004 - nastąpił wzrost ich ilości w osadach, a zawartość węgla organicznego wynosiła w 2002 roku aż 1,77 proc. wagowego osadów Biebrzy (17 700 ppm). Zjawisko to jest konsekwencją wysokich stężeń związków organicznych w wodzie Biebrzy oraz jej dopływów, a zwłaszcza Elku, w którego osadach zawartość węgla organicznego wynosiła w 2002 roku prawie dwa razy tyle co w osadach Biebrzy (3,38 proc. wagi próbki). Należy zatem przypuszczać, że osady denne mogą wpływać na pogorszenie jakości wody, zarówno poprzez pobieranie z niej tlenu potrzebnego do aerobowego rozkładu związków organicznych oraz np. utleniania się siarczków do siarczanów, jak też na skutek zasilania wód powierzchniowych produktami beztlenowego rozkładu związków organicznych.

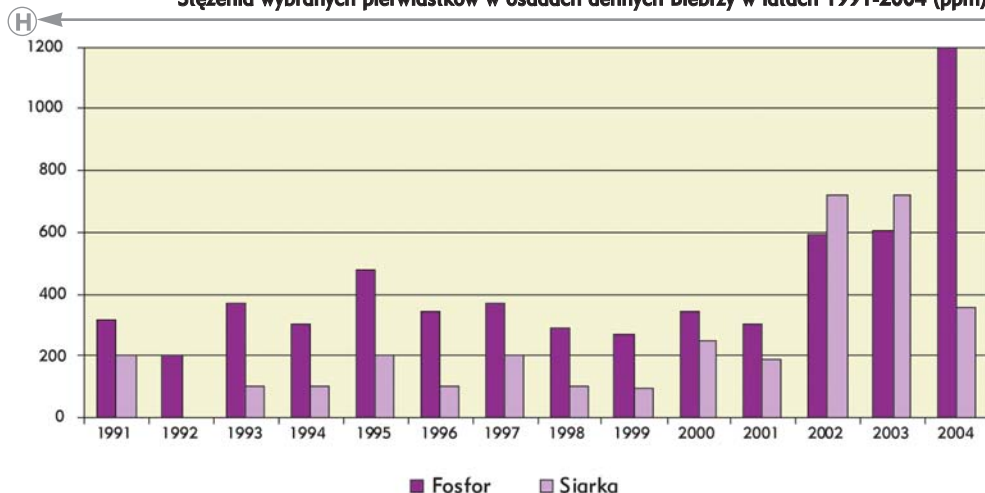
Duże ilości węgla organicznego w osadach dennych z pewnością odzwierciedlają niektóre procesy naturalne, takie jak np. sedimentacja obumarłej materii organicznej, ale mogą też wskazywać na podwyższoną zawartość syntetycznych związków organicznych pochodzących ze

ścieków. Niestety, w Polsce brak jest jakichkolwiek norm czy wytycznych, które pozwoliłyby uwzględnić powyższe czynniki w całościowej ocenie czystości osadów.

Wśród związków organicznych występujących w osadach dennych największy wpływ na ich jakość ma obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) uznawanych powszechnie za związki rakotwórcze. Pod tym względem osady denne Biebrzy również należy zakwalifikować do I klasy czystości. Wielką niewiadomą pozostaje jednak odpowiedź na pytanie jaki jest skład geochemiczny osadów na całej długości pięćdziesięciokilometrowego odcinka Biebrzy, a zwłaszcza co dzieje się poniżej ujścia Kanału Rudzkiego.

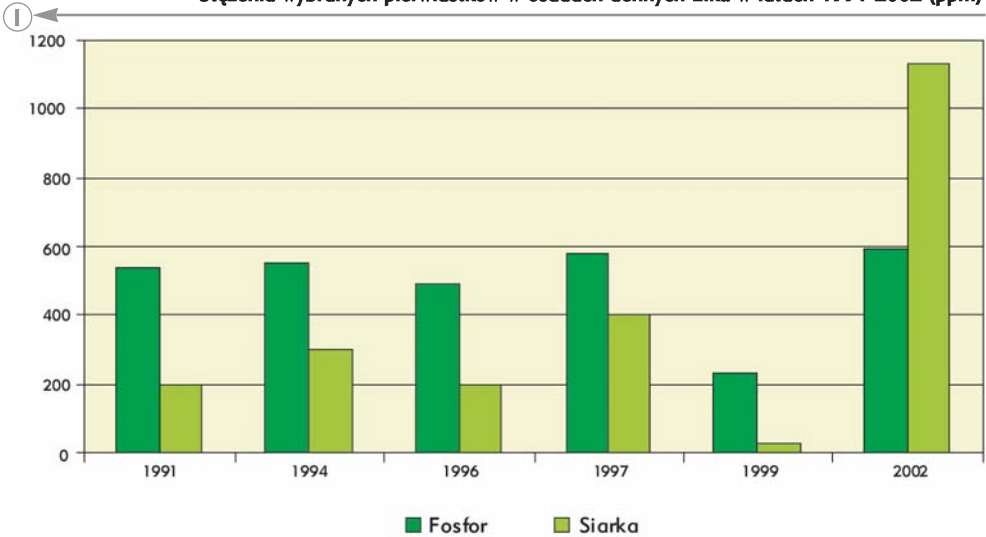
Niepokój jest uzasadniony, bowiem osady Elku były dotychczas badane na zawartość WWA tylko raz - w 1994 roku. Otrzymany wynik (146,77 ppm) zakwalifikował je do najgorszej, IV klasy jakości - osady bardzo zanieczyszczone. Stwierdzono obecność benzo(a)pirenu oraz benzo(a)fluorantenu będących związkami o działaniu silnie rakotwórczym. Ponieważ wyniki monitoringu jakości wód powierzchniowych wyraźnie pokazują, że Kanał Rudzki (Elk) jest najbardziej zanieczyszczonym dopływem Biebrzy, należy przypuszczać, że jego negatywny wpływ na jakość osadów Biebrzy również nie jest bez znaczenia.

Stężenia wybranych pierwiastków w osadach dennych Biebrzy w latach 1991-2004 (ppm)



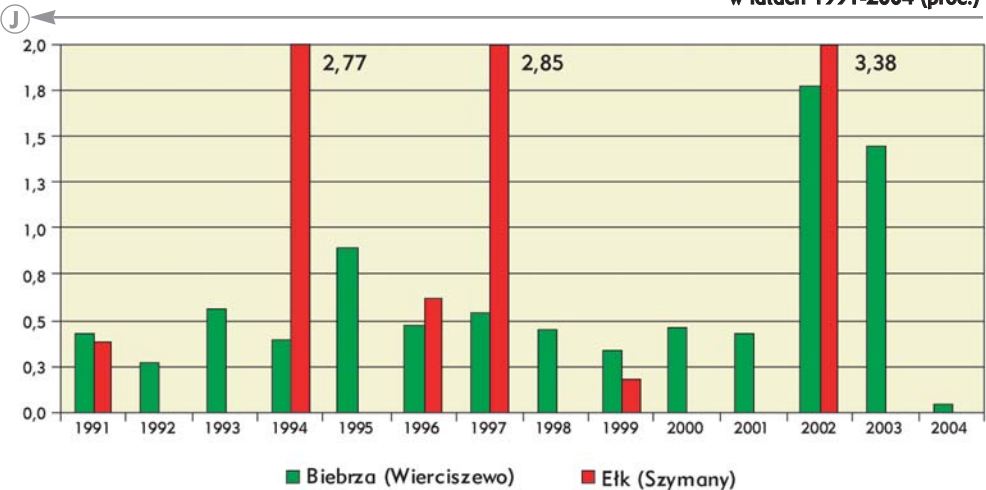
Źródło danych: Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Opracowanie własne

Stężenia wybranych pierwiastków w osadach dennych Etku w latach 1991-2002 (ppm)



Źródło danych: Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Opracowanie własne

Zawartość całkowitego węgla organicznego w osadach dennych Basenu Dolnego Biebrzy w latach 1991-2004 (proc.)



Źródło danych: Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Opracowanie własne

Ostatnim, ale bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na jakość osadów jest obecność w nich substancji pokarmowych. Badania monitoringowe prowadzone na terenie naszego kraju obejmują tylko oznaczanie fosforu w osadach, nie uwzględniając

w ogóle azotu, którego w wodach powierzchniowych Basenu Dolnego Biebrzy jest nadmiernie dużo, co pozwala przypuszczać, że również w osadach pierwiastek ten występuje w nadmiarze. Wyniki monitoringu wykazują wyraźny wzrost zawartości fosforu



w osadach dennych Biebrzy, począwszy od 2000 roku (340 ppm), aż po 2004 rok (1200 ppm).

Warto podkreślić, że badania geochemiczne osadów były prowadzone w szczycie sezonu wegetacyjnego (lipiec, sierpień), kiedy to znaczne ilości fosforu znajdującego się w rzece są wbudowane w komórki roślinności wodnej. Należy zatem przypuszczać, że w okresie jesienno-zimowym zawartość fosforu w osadach dennych jeszcze wzrasta, gdyż obumarłe organizmy, głównie rośliny, opadają na dno cieku i ulegają rozkładowi. Również w przypadku składników pokarmowych brak jest jakichkolwiek norm pozwalających ocenić jakość osadów, uwzględniając obecność w nich nadmiernej ilości biogenów.

## Podsumowanie oraz wnioski

Przeprowadzona analiza wskazuje, że pod wieloma względami osady rzeczne Basenu Dolnego Biebrzańskiego Parku Narodowego nie wykazują zanieczyszczenia antropogenicznego. Formalnie rzecz biorąc, należy je zakwalifikować do I klasy czystości, niemniej jednak zdrowy rozsądek podpowiada, że tak optymistyczny wniosek ma bardzo kruche podstawy, wynikające głównie ze zbyt małej ilości danych na temat składu geochemicznego osadów Biebrzy na całym jej odcinku od Osowca do Narwi oraz zmian jakości tychże osadów w skali całego roku.

Dane dodatkowe pochodzące z monitoringu jakości osadów Elku oraz wód powierzchniowych Biebrzy i jej dopływów wskazują, że istnieje duże prawdopodobieństwo, iż osady Biebrzy są bardziej zanieczyszczone niż wynikałoby to wyłącznie z analizy wyników otrzymanych z jednego punktu pomiarowego. Problemem natury analitycznej jest również brak odpowiednich rozporządzeń i norm, które uwzględniałyby szeroki wachlarz parametrów wpływających na końcową ocenę jakości osadów oraz ich oddziaływania na ekosystemy wodne. Jeszcze do niedawna problem ten praktycznie nie istniał, ale z chwilą przystąpienia Polski do Unii Europejskiej zaczęła obowiązywać ramowa Dyrektywa Wodna UE nakładająca na każdy kraj członkowski obowiązek oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych oraz, w przypadku ich niskiej jakości, określenia przyczyn i źródeł ich zanieczyszczenia.

Wszystko wskazuje na potrzebę przeprowadzenia dokładnych badań nad jakością osadów rzecznych na obszarze Biebrzańskiego Parku Narodowego oraz ich interakcji z wodami powierzchniowymi. Obecnie bowiem nie można jednoznacznie oraz odpowiedzialnie określić stopnia oddzia-

ływania osadów dennych Basenu Dolnego na jakość wód powierzchniowych. Dotyczy to zwłaszcza biogenów (fosfor, azot) oraz związków organicznych. Problem ten ma szczególne znaczenie dla jakości wody w Biebrzy będącej główną osią ekologiczną parku.

## LITERATURA:

1. BOJAKOWSKA I. 2001: Kryteria oceny zanieczyszczeń osadów wodnych. [W:] Przegląd geologiczny, vol. 49, nr 3. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
2. BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., SOKOŁOWSKA G. 2000: Wyniki monitoringu geochemicznego osadów wodnych w Polsce w latach 1998-1999. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa.
3. BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T. 2003: Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000-2002. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa.
4. DEMBEK W. (red.) 1999: Aktualna problematyka ochrony mokradeł. Materiały seminaryjne nr 43. Wydawnictwo IMUZ. Falenty.
5. DOJLIDO J. 1995: Chemia wód powierzchniowych. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko. Białystok.
6. MIODUSZEWSKI W., QUERNER E. P. (red.) 2002: Hydrological system analysis in the valley of Biebrza River. Wydawnictwo Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach. Falenty.
7. SIENKO A., GRYGORUK A. (red.) 2003: X lat (1993-2003) Biebrzańskiego Parku Narodowego. Biebrzański Park Narodowy. Goniądz.
8. SIŁAKOWSKI M. 1996: Problemy zagrożenia środowiska w aspekcie zanieczyszczeń zasobów wodnych w dolinie Biebrzy (maszynopis). Biebrzański Park Narodowy. Goniądz.
9. WIOŚ 2000: Stan środowiska województwa Podlaskiego w 1999 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska. Białystok.

### **mgr inż. Sebastian Bielak**

Absolwent Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, ukończył studia w zakresie inżynierii środowiska. Obecnie jest doktorantem na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej.

Autor zajmuje się problematyką przemian oraz transportu zanieczyszczeń w środowisku wodnym. Jest autorem lub współautorem ponad 30 publikacji naukowych i popularnonaukowych.

e-mail: s.bielak@neostrada.pl