

OCENA ZANIECZYSZCZENIA METALAMI CIĘŻKIMI  
MAŁYCH CIEKÓW WODNYCH  
W OBSZARZE BIEBRZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

*Mirosław Skorbiłowicz, Józefa Wiater*

Katedra Badań Technologicznych, Politechnika Białostocka  
ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, e-mail: kbt@pb.bialystok.pl

**S t r e s z c z e n i e.** Badano pięć małych cieków wodnych, z których trzy są dopływami Biebrzy. Pobrano osady denne i roślinę wodną, w których oznaczono metale ciężkie (Cd, Pb, Cu, Zn). Stwierdzono, że głównym źródłem metali ciężkich w środowisku wodnym są szlaki komunikacyjne, a w mniejszym stopniu rolnictwo.

**S ł o w a k l u c z o w e:** rzeki, osady denne, metale ciężkie, roślina wodna

WSTĘP

Obszar zlewni wielu mniejszych rzek w północno-wschodniej Polsce posiada w znacznym stopniu zachowane w stanie naturalnym, o wysokich i unikalnych walorach skali kraju i Europy, środowisko przyrodnicze. Są to głównie duże kompleksy naturalnych lasów oraz jeziora i bagienne doliny rzek o cennej i różnorodnej roślinności. Obszary te odznaczają się najwyższym stopniem naturalności szaty roślinnej oraz najwyższą bioróżnorodnością.

O wysokim potencjale biotycznym obszarów świadczy bogactwo fauny i flory oraz występowanie licznych chronionych i rzadkich gatunków roślin i zwierząt, a także znaczna ilość obszarów określanych statusem ochrony. Wysoki stopień naturalności badanego terenu wynika również z samej struktury użytkowania gruntów, w której dominują obszary uznane za biologicznie aktywne, tj. łąki, pastwiska, lasy, zadrzewienia, wody i nieużytki bagienne. Ponadto tereny te

charakteryzują się stosunkowo czystym powietrzem atmosferycznym i niewielkim zanieczyszczeniem środowiska.

Z uwagi na duże walory środowiska przyrodniczego teren ten wchodzi w skład makroregionu funkcjonalnego "Zielone Płuca Polski" [6].

Jednak w tym rejonie dominującym dziedziną gospodarki jest rolnictwo, które może być źródłem zanieczyszczeń dla środowiska wodnego, a szczególnie małych rzek. Innymi źródłami zanieczyszczeń mogą być siedziby ludzkie, a także komunikacja.

Dlatego podjęto badania nad ustaleniem źródeł zanieczyszczeń metalami ciężkimi (Cd, Pb, Cu, Zn) dla pięciu małych rzek składających się na część zlewni Biebrzy.

#### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania wykonano w 2000 roku na pięciu małych rzekach, z których - 2 (Boberka i Biebla) są dopływami Biebrzy, a 3 (Jegrznia, Różanica, Binduga) dopływami Ełk, która jest dopływem Biebrzy.

**Rzeka Boberka** jest jednym z mniejszych prawobrzeżnych dopływów Biebrzy, uchodzącym do niej na 63,9 km jej biegu. Długość rzeki wynosi ok. 7 km; szerokość waha się od 0,5 do 1,5 m. Źródło rzeki jest usytuowane wśród łąk w pobliżu miejscowości Białosuknia, przez którą rzeka przepływa. Następną miejscowością jest Klewianka. Są to osady wiejskie z przyległymi terenami rolniczymi, użytkowymi jako grunty orne. Boberka jest rzeką uregulowaną na krótkim odcinku ujściowym wśród łąk i pastwisk. Jej dopływami są inne mniejsze ciek wodne.

**Rzeka Biebla** jest jednym z mniejszych prawobrzeżnych dopływów Biebrzy, mający ujście na 66,2 km jej biegu. Długość rzeki wynosi ok. 9,5 km; szerokość waha się od 1 do 2 m. Za początek rzeki przyjmuje się źródło wśród pól w pobliżu miejscowości Kolonia Mociesz. Z kolei Biebla przepływa przez miejscowości: Moniuszki, Radzie, Smogorówkę Dolistowską i Goniadzką, Krzecz - tereny typowo rolnicze i wiejskie. Do Biebrzy uchodzi melioracyjnym Rowem Wroceńskim. Dopływami rzeki są rowy melioracyjne i inne mniejsze ciek wodne.

**Rzeka Binduga** jest jednym z większych lewobrzeżnych dopływów rzeki Ełk. Długość Bindugi wynosi ok. 12,3 km; szerokość waha się od 1,0 do 1,2 m. Jej źródło znajduje się w Lesie Kędziorowo. Rzeka płynie wśród łąk i Lasu Pieńki, i przez miejscowości: Dybła, Mareckie, Ruda, Dabrowa. Jej koryto w przeważającej części jest uregulowane. W wodę zasilana jest głównie przez rowy melioracyjne. Odcinek przyujściowy charakteryzuje się mniejszą zdolnością odprowadzania wód, co jest powodem długotrwałych zalewów.

**Rzeka Różnica** ma swoje źródło w jeziorze Długochwały leżące przy miejscowości Długochorzele. Rzeka płynie w kierunku północno-wschodnim, aby znaleźć ujście w rzece Ełk. Jej długość wynosi ok. 8,6 km; szerokość waha się od 1,2 do 2,5 m. Rzeka meandruje wśród pól i łąk. Przejmuje wody od innych mniejszych cieków i rowów melioracyjnych.

**Rzeka Jegrznia** jest prawobrzeżnym dopływem Biebrzy, uchodzącym do niej na 66,2 km biegu rzeki. Długość rzeki wynosi 110,6 km (badana długość 32,9 km), szerokość rzeki waha się od 3 do 4 m, powierzchnie dorzecza 1011,1 km<sup>2</sup>. Rzeka płynie przez płaskie podmokłe tereny, pokryte w dużej części torfowiskami. Dolina rzeki Jegrzni poniżej jeziora Rajgrodzkiego użytkowana jest rolniczo, głównie jako pastwiska i łąki.

Punkty badawcze wszystkich pięciu małych rzeczek były usytuowane podobnie. Pierwszy punkt był zlokalizowany za wsią, przez którą dany ciek przepływał i dla rzeki Boberki była to miejscowość Białosuknia, Biebły - Moniuszki, Bindugi - Dybła, Różanicy - Popowo, a dla Jerzgni - Woźna Wieś. Drugi punkt zlokalizowano przed następnymi miejscowościami oddalonymi o kilka kilometrów od poprzedniej i były to dla Boberki - Klewianka, Biebły - Samogorówka Dolistowska, Bindugi - Mareckie, Różnicy - Kolonia Popowo, Jegrzni - Kuligi. Trzeci punkt każdej rzeki zlokalizowano w pobliżu mostu przez który przebiegają drogi asfaltowe:

Boberkę i Biebłę droga Goniądz - Suchowola, Bindugę i Różanicę droga Ełk - Białystok, Jegrznię droga Grajewo - Augustów. Punkt czwarty usytuowany był przy ujściu każdej rzeki.

Z każdego punktu badawczego pobierano osady denne z sześciu miejsc próbki mieszano na jedną próbkę. Równocześnie pobierano do badań z tych samych punktów roślinę wodną dominującą w badanych rzekach, był to Tatarak Zwyczajny (*Acorus Calamus*). Pobierano jego kłącza, które następnie suszono i mineralizowano w kwasie azotowym. Natomiast osady po wysuszeniu i wydzieleniu frakcji > 6 µm również mineralizowano w kwasie azotowym przy użyciu pieca mikrofalowego typu Mars.

W osadach i tataraku oznaczono zawartość metali ciężkich: kadm, ołów, miedź, cynk metodą ASA.

## WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

### Osady denne

Odczyn osadów ze wszystkich badanych rzek był zbliżony do pH ok. 7, choć najniższy był w osadach z Jegrzni, a najwyższy z Boberki (Tab. 1). Zawartość węgla

Tabela 1. pH, zawartość węgla organicznego i metali ciężkich w osadach dennych  
 Table 1. pH, content of organic carbon of heavy metals in bottom sediments

Rzeka River	Punkt Point	pH H <sub>2</sub> O	Zawartość Content C <sub>org</sub> (%)	Cd	Pb	Cu	Zn
				(mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) (mg kg <sup>-1</sup> dry mass)			
Boberka	1	7,36	2,32	0,32	9,3	2,7	17,9
	2	7,71	1,47	1,20	10,1	4,0	10,7
	3	7,27	1,43	1,41	14,4	6,0	25,3
	4	7,46	6,78	1,56	7,6	3,0	14,0
	Średnia Mean		3,00	1,12	10,5	3,9	17,0
Bibła	1	7,00	1,69	0,53	6,6	1,3	11,2
	2	7,53	1,51	1,52	10,1	0,9	9,3
	3	7,67	1,87	1,90	18,2	2,0	75,4
	4	7,30	7,78	2,35	12,5	1,8	25,4
	Średnia Mean		3,21	1,58	11,8	1,5	30,5
Binduga	1	6,98	1,70	1,41	3,1	4,1	13,7
	2	7,03	1,65	1,41	11,5	4,1	13,6
	3	7,35	1,55	1,75	15,0	4,6	22,6
	4	7,18	2,42	2,03	13,3	3,9	15,9
	Średnia Mean		1,83	1,68	10,7	4,2	16,5
Różanica	1	6,95	1,85	2,10	16,4	3,3	37,0
	2	7,08	3,44	2,31	19,0	2,7	15,5
	3	7,39	2,42	2,40	25,2	4,23	47,2
	4	7,40	6,23	2,67	15,2	2,7	23,4
	Średnia Mean		3,48	2,38	18,9	3,2	30,8
Jegrznia	1	6,84	2,43	1,91	11,1	1,7	45,7
	2	6,85	2,96	2,15	20,0	2,2	16,0
	3	6,85	4,30	2,03	26,1	5,6	52,1
	4	6,82	12,36	2,30	22,3	1,9	10,3
	Średnia Mean		5,51	2,07	19,8	2,9	31,0

organicznego wahała się od 1,43 do 12,36%. Najwięcej węgla zawierały osady z Jegrzni, a najmniej z Bindugi. Koncentracja węgla w osadach badanych rzek niewątpliwie związana jest z rodzajem gleb zlewni danej rzeczki. Bindugę otaczają najsłabsze gleby, a z kolei Jegrznia w większej części przepływa przez bagna i gleby torfowe, które mogą być źródłem węgla dla osadów tej rzeki. Osady denne z poszczególnych rzek różnią się zawartością węgla w zależności od lokalizacji punktu, z którego pobrano materiał. Najwięcej węgla było w osadach przy ujściu rzek do Biebrzy czy rzeki Ełk. Ujście wszystkich rzek to tereny bardziej lub mniej bagiennotorfowe.

W rzece Boberce i Biebli najmniej kadmu było w osadach pobranych za wsią, ale znacznie więcej osadach przed następną miejscowością. W pozostałych punktach występowała zbliżona zawartość kadmu. Największą koncentrację tego metalu stwierdzono w osadach rzeki Różanica i Jegrzni. We wszystkich badanych punktach było ponad  $2 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m. osadu. Zawartość kadmu rosła w niewielkim stopniu wraz z biegiem rzek. Misztal i in. [5]. Podobne zależności odnotował w przypadku osadów z Bystrzycy.

Osady z badanych rzek można uznać za zanieczyszczone kadmem, bowiem tło geochemiczne dla osadów rzecznych w Polsce wynosi mniej niż  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  [1]. Należy przypuszczać, że źródłem kadmu w małych ciekach są głównie spływy powierzchniowe z gruntów ornych w ich zlewniach. Kadm jest pierwiastkiem najbardziej labilnym i szybko uwalniającym się z gleb głównie w wyniku ich postępującego zakwaszenia. Innym źródłem może być także komunikacja lokalna oraz ścieki bytowe z okolicznych wsi.

Drugim metalem, którego koncentracja przewyższała tło geochemiczne dla osadów był ołów. Najmniej zanieczyszczonymi rzekami tym metalem była Boberka, Biebla i Binduga, a średnie jego zawartości w osadach tych rzek były zbliżone do tła geochemicznego. Natomiast w Jegrzni i Różanicy wystąpiła zwiększona koncentracja ołowiu w osadach przewyższająca ilość dla tła o 8,9 i 9,9 mg Pb na 1 kg s.m. osadu [1].

Rozpatrując zawartość ołowiu w osadach z poszczególnych miejsc ich poboru należy stwierdzić, że najwięcej tego metalu było w osadach pobranych w pobliżu mostów, przez które przebiegały drogi asfaltowe o różnym natężeniu ruchu. O wpływie komunikacji na wzrost metali ciężkich w środowisku donosi wielu autorów [2-4].

Zawartość miedzi w badanych osadach nie przekraczała tła geochemicznego. Jednak najwięcej miedzi kumulowały osady rzeki Bindugi i Boberki, a najmniej osady Biebły. Osady pobrane z punktu trzeciego każdej rzeki zawierały większe stężenie miedzi niż pobrane z punktu pierwszego, drugiego i przy ujściu. Można

przypuszczać, że zwiększone stężenie miedzi w osadach z punktu trzeciego to również wpływ komunikacji.

Badane osady zawierały od kilku do kilkudziesięciu  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m. cynku. Najmniej było go w osadach Boberki i Bindugi. W pozostałych rzekach było go znacznie więcej. Podobne ilości cynku w osadach małych cieków w zlewni rzeki Supraśl oznaczyła Skorbiłowicz [8]. Jedyne na zwiększoną akumulację cynku w osadach rzeki Białej miało wpływ miasto Białystok. Podobne wyniki przedstawił Misztal i in. [5] dla osadów z Bystrzycy w odcinku oddziaływania miasta Lublina, gdzie stężenie cynku odnotowano na kilkaset  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m. osadów. Podwyższoną akumulację cynku odnotowano w punktach poboru oznaczonych jako 1 i 3. Niewątpliwie na koncentrację cynku w osadach pobranych w punkcie pierwszym miały wpływ siedziby ludzkie a w punkcie trzecim komunikacja.

### Rośliny wodne

Zawartość metali ciężkich w Tataraku zwyczajnym przedstawia Tabela 2.

Warda i in. [9] twierdzą, że rośliny wodne dobrze odzwierciedlały stan zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi. Znacznie wcześniej wykorzystanie do tego celu roślin wodnych sugerował Ray i White [7]. Greger i Kautshy [3] podają, że zawartość metali ciężkich w korzeniach roślin wodnych zależy głównie od ich zawartości w osadach dennych, a głównie jest skorelowana z zawartością metali we frakcji  $< 63 \mu\text{m}$  osadów.

Twierdzenie to ma odniesienie w naszych badaniach głównie w przypadku kadmu i cynku (Tab. 2). Pierwiastki te są bardziej labilne niż ołów i miedź i szybciej pobierane są przez rośliny. Natomiast ołów i miedź sorbowany jest głównie przez substancję humusową i nie zawsze wysokie stężenie w osadach będzie odzwierciedleniem wysokiego stężenia w roślinach.

Wskazują na taki stan zawartości Cu i Pb w tataraku pobranym przy ujściu każdej badanej rzeki. W punktach tych osady zawierały znacznie więcej węgla organicznego, z którym metale te mogły utworzyć trwałe połączenia. Potwierdzeniem wpływu zanieczyszczeń dopływających do małych cieków ze zlewni rolniczych oraz punktowych jest podwyższona zawartość kadmu w roślinie wodnej i w niektórych przypadkach ołowiu a także miedzi. Zawartość cynku w tataraku była typowa dla środowiska nie zanieczyszczonego. Przed zanieczyszczeniem wód małych cieków metalami ciężkimi skuteczną barierą są osady denne oraz makrofity rosnące w tym środowisku, a także pośredni wpływ torfowisk i bagien.

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w Tataraku zwyczajnym (*Acorus Calamus*)Table 2. Heavy metals content in water plant (*Acorus Calamus*)

Rzeka River	Punkt poboru Sampling point	Cd	Pb	Cu		Zn
				(mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) (mg kg <sup>-1</sup> dry mass)		
Boberka	1	0,41	4,6	11,7	36,0	
	2	0,82	5,8	6,7	44,6	
	3	0,84	7,4	12,3	86,9	
	4	0,92	3,2	7,1	63,5	
	Średnia Mean	0,75	5,25	9,45	57,8	
Biebla	1	0,63	3,9	4,8	47,4	
	2	0,52	3,9	8,2	31,2	
	3	0,62	4,5	5,7	73,5	
	4	0,61	5,0	2,9	67,9	
	Średnia Mean	0,60	4,33	5,40	55,0	
Binduga	1	0,71	2,3	13,2	42,6	
	2	0,92	7,2	8,8	46,0	
	3	0,91	8,4	5,2	58,9	
	4	1,1	4,1	3,3	40,3	
	Średnia Mean	0,91	5,5	7,6	46,9	
Różanica	1	0,83	9,2	4,3	64,2	
	2	1,01	7,5	7,2	69,6	
	3	1,52	11,2	5,5	79,6	
	4	1,23	6,3	3,6	52,4	
	Średnia Mean	1,15	8,6	5,1	66,5	
Jegrznia	1	1,11	3,2	4,4	84,0	
	2	1,24	5,5	5,7	60,1	
	3	1,30	6,1	4,7	58,9	
	4	1,25	4,2	2,4	42,1	
	Średnia Mean	1,23	4,7	4,3	61,3	

## WNIOSKI

1. Małe ciekły wodne, które stanowią zlewnie cząstkowe rzeki Biebrzy narażone są na zanieczyszczenia metalami ciężkimi, w tym głównie kadmem i ołowiem.
2. Osady denne oraz rośliny wodne i pośrednio rodzaj gleb zlewni małych cieków są skuteczną barierą dla zanieczyszczeń wód powierzchniowych.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Bojakowska J., Sokołowska G.:** Geochemizm klasy czystości osadów wodnych. Przegl. Geolog., Warszawa, 46, 1, 1996.
2. **Choiński A., Grzebiś W., Skowron R.:** Chemizm osadów dennych jeziora Hańcza. Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior. Konferencja Limnologiczna, 27-33, 1999.
3. **Greger M., Kautsky L.:** Use of macrophytes for mapping bioavailable heavy metals in shallow coastal areas, Stockholm, Sweden, Environment Geochemistry International Symposium, 16-19 September 1991, Pergamon Press, Uppsala, Sweden, 37-43, 1991.
4. **Kabata Pendias A., Pendias H.:** Biochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 1999.
5. **Misztal M., Smal H., Ligęza S.:** Zawartość wybranych makro- i mikropierwiastków w osadach dennych rzeki Bystrzycy. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 437, 291-298, 1996.
6. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska: Stan środowiska w woj. podlaskim, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Białystok, 1999.
7. **Ray U.N., Sinha S., Tripathi R.D., Candra P.:** Wastewater treatability potential of some aquatic macrophytes in wetlands. Ecological Engineering, 5, 5-12, 1995.
8. **Skorbiłowicz E.:** Cynk w osadach dennych i roślinach wodnych w małych ciekach wodnych zlewni rzeki Supraśl. Konf. nt. Cynk w środowisku i problemy ekologiczne i metodyczne, PAN, Człowiek i Środowisko. Zesz. Nauk., 33, 263-272, 2002.
9. **Warda Z., L., Kozak M., Mikos-Bielak M.:** Metale ciężkie w roślinności zbiorników wodnych Lubelszczyzny. Mat. II Ogólnopol. Konf. Nauk. nt. Substancje toksyczne w środowisku. Olsztyn-ART, 38, 1993.

ESTIMATION OF HEAVY METAL POLLUTION OF SMALL STREAMS  
IN THE AREA OF BIEBRZAŃSKI NATIONAL PARK*Mirosław Skorbiłowicz, Józefa Wiater*

Department of Technological Studies, Technical University, Wiejska str. 45A, 15-351 Białystok  
e-mail: kbt@pb.bialystok.pl

**S u m m a r y.** The five small streams, from which three are the Biebrza river tributaries, were studied. The sampling of bottom sediments and water plant was made. The content of heavy metals in the samples was determined. It was found, that traffic routes and in smaller degree the agriculture, are the main source of heavy metals in a water environment.

**K e y w o r d s:** rivers, bottom sediments, heavy metals, water plant