Acta Agrophysica, 2003, 1(2), 311-320

OCENA STANU ZANIECZYSZCZEŃ MAŁYCH CIEKÓW W PUSZCZY KNYSZYŃSKIEJ

Elżbieta Skorbiłowicz

Katedra Badań Technologicznych, Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, e-mail: mirskor@poczta.onet.pl

S t r e s z c z e n i e. Ocenę stanu jakości wód małych cieków w Puszczy Knyszyńskiej wykonano w oparciu o próbki wody, osadów dennych i rośliny wodnej. Stwierdzono, że badane wody były zanieczyszczone azotanami (III) i fosforanami, które mogły pochodzić ze ścieków bytowych i spływów powierzchniowych. Osady denne i roślina wodna zawierały podwyższoną ilość kadmu i ołowiu, których źródłem były zanieczyszczenia komunikacyjne i bytowe.

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

WSTĘP

Dynamiczne przemiany, rozwój gospodarczy, w tym zwłaszcza powstawanie różnorodnych gałęzi przemysłu oraz intensyfikacja zagospodarowania rolniczego, połączona z chemizacją uprawy i ochrony roślin to główne przyczyny coraz większego udziału związków chemicznych w działalności człowieka. Znaczna część tych związków stwarza groźbę zwiększonego zanieczyszczenia środowiska w tym wód powierzchniowych. Charakter zlewni ma także duże znaczenie w uformowaniu się składu chemicznego wód, a także pojawieniu się ilości i jakości zawiesiny oraz tworzeniu osadów dennych. W formowaniu się chemicznych właściwości na terenie zlewni biorą udział jej naturalne elementy tj. podłoże, szata roślina jak również klimat.

Do badań wybrano trzy mikrozlewnie: Płoski (dopływy: Bakinówka, Świnobródka, Bobrownicka), Słoji (dopływy: Starzynka, Świdziałówka, Poczepówka) i Czarnej

Badania realizowano w ramach projektu Nr 7 T09D 041 21 finansowanego przez KBN.

(dopływy: Bartoszycha, Jurczycha, Krzemionka). Większą część powierzchni badanych mikrozlewni stanowią lasy, zadrzewienia, tereny bagienne Parku Krajobrazowego Puszczy Knyszyńskiej. Obszary te odznaczają się wysokim stopniem naturalności szaty roślinnej oraz wysoką bioróżnorodnością. Charakteryzują się również bagactwem flory i fauny oraz występowaniem licznych chronionych i rzadkich gatunków roślin i zwierząt [2]. Brak jest tu dużych miast i przemysłu, a głównym zagrożeniem wód są naturalne zanieczyszczenia z bagiennych terenów leśnych oraz spływy powierzchniowe z pól i łąk. Innym źródłem zanieczyszczeń są ścieki z terenów wiejskich, które kierowane są poprzez systemy kanalizacji burzowych, rowy przydrożne, często siecią drenarską do licznych stawów i oczek wodnych oraz do sieci melioracyjnych zanieczyszczając inne cieki [4]. Zanieczyszczenia te najczęściej posiadają charakter punktowy ze względu na ich stopień koncentracji oraz drogi przedostawania się do odbiornika. Ilnicki i in. [7] twierdzą, że pogorszenie się jakości wód powierzchniowych płynących wynika z zanieczyszczenia punktowego i powierzchniowego (tereny rolne i leśne). Bardzo rozbieżne są dotychczasowe dane na temat procentowego udziału obu źródeł zanieczyszczeń w eutrofizacji wód.

Głównym celem pracy było określenie zawartości metali ciężkich w osadach badanych rzek i korzeniach roślin wodnych, spowodowanych zagospodarowaniem zlewni.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Rzeka Płoska o długości 27,5 km jest lewobrzeżnym dopływem Supraśli. Zlewnia jej wynosi 218,6 km^2, położona jest w 54,8% w obszarach leśnych. Pola orne otaczające dolinę rzeki zajmują wraz z nieliczną zabudową około 33,2% całej zlewni. Na terenach wyniesionych przeważają gleby brunatne wyługowane i bielicowe, a w dolinach rzecznych murszowe, murszowo-torfowe i bagienne. Płoska swój początek bierze w okolicach miejscowości Kamionka i w pobliżu łączy się z rzeką Bakinówką. Jest to teren użytkowany rolniczo ale też występują łąki i pastwiska. Następnie rzeka płynie na północ przecinając miejscowość Kolonia Zajeziercze i tu dopływa rzeka Bobrownicka. Następnie kieruje swój bieg na wschód, przepływa przez Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej gdzie jej dopływem puszczańskim jest Świnobródka.

Zlewnia rzeki Słoi jest stosunkowo mała: powierzchnia 220,6 km^2, długość rzeki 20,4 km, prędkość przepływu 0,1-0,15 m s^{-1}. Jest prawobrzeżnym dopływem rzeki Supraśl. Zalesienie terenu 38,3%, największe powierzchnie lasów występują w rejonie dolnej części zlewni – Puszcza Knyszyńska. Całe dorzecze Słoi było pokryte niegdyś lasami, co powodowało zakwaszenie i belicowanie gleb. Dominującym typem gleb na terenie zlewni są gleby rdzawe (skryto bielicowe) wytworzone

z piasków słabogliniastych i gliniastych lekkich. Stosunkowo niewielką powierzchnie zajmują gleby brunatne (właściwe i wyługowane) oraz gleby pseudobielicowe. Na terenie zlewni rzeki Słoji nie znajdują się większe miejscowości. Jest to teren o słabym zaludnieniu. Do wsi znajdujących się na obszarze zlewni należą: Sójka, Kozłowy Ług, Nowinka, Trzcino Stare, Talkowszczyzna, Sosnowiki, Lipowy Most i Kondycja. Na swojej drodze rzeka spotyka kilka niewielkich dopływów: Starzynkę, Świdziałówkę, Poczepówkę z których największym jest lewobrzeżna Starzynka.

Rzeka Czarna jest także niewielkim ciekiem o długości 25 km i powierzchni zlewni 195,8 km^2. Źródło tej rzeki znajdują się w pobliżu wsi Złotoria w Puszczy Knyszyńskiej. Rzeka Czarna płynie z północy na południe, na znacznej długości przez lasy pomiędzy gminami Czarną Białostocką i Wasilkowem. Dominującymi glebami w zlewni są gleby rdzawe wytworzone z piasków i żwirów piaszczystych. Mają one odczyn kwaśny lub silnie kwaśny, a także cechują się bardzo dużą przepuszczalnością wodną. Gleby brunatne wyługowane oraz płowe spotykane są lokalnie. Głównym dopływem rzeki Czarnej jest rzeka Jurczycha – odbiornik ścieków z Czarnej Białostockiej. W pobliżu wsi Złota Wieś uchodzi rzeka Bartoszycha, której źródło znajduje się w Puszczy Knyszyńskiej i płynie głównie przez tereny leśne. Na terenie gminy Wasilków do rzeki Czarnej dopływa puszczańska rzeczka Krzemionka. Dolina rzeczki jest silnie nawadniana z licznych źródeł, są to tereny podmokłe. Znajduje się tu rezerwat Krzemianka.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ocenę jakości środowiska wodnego w wybranych trzech mikrozlewniach: Płoski, Słoji i Czarnej wykonano w oparciu o próbki wody rzecznej, osadów dennych i korzeni roślin wodnych. Cieki opróbowano w sposób, umożliwiający identyfikację źródeł zanieczyszczeń lub ocenę zmiany właściwości fizyko-chemicznych wody, zawartości metali w osadach i korzeniach manny mielec, w miarę biegu rzeki. Ilość wytypowanych punktów pomiarowych na głównych rzekach wynosiła cztery a na dopływach od dwóch do trzech.

Próbki wody pobrano od kwietnia do września (raz w miesiącu) w 2002 roku. Natomiast próbki osadów i rośliny wodnej, którą była manna mielec (*Glyceria aqutica*) pobrano na przełomie lipca i sierpnia, to jest w okresie intensywnego wzrostu roślinności wodnej. Roślina ta wśród makrofitów na badanych rzekach była dominującą.

W wodach wykonano oznaczenia: pH, przewodności elektrolitycznej, azotu amonowego, azotanów III i V, fosforanów, siarczanów, chlorków, CZTMn, żelaza, miedzi, sodu, potasu, magnezu i wapnia. Analizy wykonano metodami zalecanymi przez polskie normy i wytyczne monitoringu środowiska. Podstawą oceny jakości wód płynących było Rozporządzenie MOŚZNiL (1991). Próbkę reprezentatywną osadu dla każdego przekroju uzyskano przez wymieszanie kilku próbek pierwotnych pobranych z różnych miejsc koryta rzek z warstwy o grubości 0,05 m. Z tego samego obszaru pobrano korzenie manny mielec. Wykonano następujące badania:

- z osadów wydzielono frakcję ziarnową < 20 μm;
- korzenie rośliny wskaźnikowej manny mielec wysuszono;
- po roztworzeniu próbek osadów i korzeni w kwasie azotowym za pomocą mineralizatora mikrofalowego oznaczono całkowitą zawartość cynku, ołowiu, kadmu i miedzi metodą ASA;
- określono w osadzie dennym stężenie węgla organicznego metodą Tiurina i pH (H_2O) metodą potencjometryczną.

Uzyskane wyniki poddano ocenie wykorzystując wytyczne dotyczące określenia dopuszczalnych stężeń pierwiastków śladowych w roślinach, warunkujących zachowanie chemicznej równowagi ekosystemów [8] oraz klasyfikację osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych [1].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Wyniki oceniające jakość wód podano jako średnie artmetyczne z sześciu miesięcy 2002 roku i zamieszczono w Tabeli 1. Wartości średnich artmetycznych metali dla badanych osadów dennych i korzeni manny mielec zestawiono w Tabeli 2. Przeprowadzone badania nie wskazują na dużą zmienność stężeń badanych wskaźników w trzech wybranych mikrozlewniach. Zawartość analizowanych składników chemicznych wyraźnie zależały od miejsca pobrania próbek, które ulegały presji czynników antropogenicznych i środowiskowych.

Przeciętne zawartości azotu amonowego, azotanowego V w badanych rzekach i strumieniach klasyfikuje je do I klasy czystości wg. Rozporządzenia [11]. Natomiast ze względu na stężenie azotanów III i fosforanów wody prawie ze wszystkich punktów pomiarowych zaliczyć można do klasy II i III [11]. Na zwiększone stężenie w/w wskaźników najprawdopodobnie miały wpływ spływy powierzchniowe ze zlewni torfowo-bagiennych bogate w związki humusowe, a także nie kontrolowane odprowadzanie ścieków bytowych z siedzib ludzkich. Dotychczas uważano, że fosforany mają mały udział w zanieczyszczeniach wód, mimo ich znacznych ilości

dostarczanych z nawozami. Wiązało się to ze zjawiskiem unieruchamiania fosforanów w glebie dzięki procesowi sorpcji chemicznej. Ostatnio jednak w wodach obserwuje się wzrost stężeń fosforanów, co może być spowodowane zmianami odczynu gleb i uwalnianiem się fosforanów z trwałych połączeń. Źródłem fosforu dla gleb są także nielegalne wylewiska i wysypiska ścieków i odpadów, często wprost do wód przepływających w pobliżu osad wiejskich i zabudowań [13]. Badania Szpakowskiej i Karlik [12] wykazały, że stężenia jonów fosforany V w wodach na terenach rolniczych zawierały się w przedziale od 0,2 do 0,89 $mg \cdot dm^{-3}$. Stężenia tych jonów w badanych ciekach są porównywalne z wartościami charakteryzującymi poziom stężenia tego składnika w wodach na terenach rolniczych a badane mikrozlewnie mają charakter obszarów leśno-bagiennych. Koc i Nowicki [9] twierdzi że las będący często synonimem środowiska naturalnego, nie chroni dostatecznie przed dopływem biogenów, szczególnie związków azotu i fosforu do wód powierzchniowych. Po części wyjaśnia to fakt, że lasy znajdują się na glebach lekkich, kwaśnych, z których następuje zwiększone wymywanie składników pokarmowych. Górniak [5] podkreśla również że lasy, szczególnie podmokłe, podobnie jak i torfowiska są bogatym źródłem materii organicznej dla rzek. Materia ta pod postacią substancji humusowej może być źródłem biogenów.

Niska zawartość pozostałych składników chemicznych w badanych wodach rzek i strumieniach świadczy o małej presji zanieczyszczeń obszarowych jakim w tym terenie jest rolnictwo (Tab. 1).

Zawartość węgla organicznego (Corg) w osadach wahała się od 0,3 do 7,5%. Najwięcej węgla organicznego zawierały osady z rzek puszczańskich Świnobródka i Krzemionka, w większej części przepływają one przez bagna i gleby torfowe, które mogą być źródłem węgla dla osadów. Najmniej węgla zawierały osady Jurczychy 0,3% ponieważ otoczona jest ona glebami słabymi. Odczyn osadów ze wszystkich badanych rzekach był zbliżony i kształtował się jako lekko kwaśny i obojętny, najniższy był w Świnobródce i Krzemionce. Koncentracja węgla i odczyn osadów rzek zależy od właściwości fizykochemicznych badanych próbek i od sposobu użytkowania gleb sąsiadujących z rzekami.

Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowaną zawartość metali ciężkich w osadach zależną od miejsca ich pobrania z każdej analizowanej rzeki (Tab. 2).

Kadm wykazuje względnie dużą mobilność w osadach rzecznych [6]. Decyduje to o stosunkowo łatwym pobieraniu tego składnika przez rośliny. Średnie zawartości kadmu w przeanalizowanej frakcji osadu badanych rzek wahały się 0,3-1,5 $mg \cdot kg^{-1}$. Wartość tła geochemicznego kadmu, przyjęto dla osadów wodnych Polski $< 0,5$ $mg \cdot kg^{-1}$

Tabela 1. Średnie stężenie wskaźników jakości wód badanych rzek

Table 1. Mean concentration of quality indices of water samples from investigated rivers

Nazwa rzeki Liczba prób River's name Number of samples	Odczyn Reaction pH	N-NH_4	N-NO_2	N-NO_3	N-PO_4	S-SO_4	Cl	Fe	Cu	Na	K	Mg	Ca	Przewodność ($mS \cdot cm^{-1}$) Conductivity ($mS\ cm^{-1}$)	$CHZT_{Mn}$ ($mgO_2 \cdot dm^{-1}$) COD_{Mn} ($mg\ O_2\ dm^{-1}$)
		($mg \cdot dm^{-3}$)													
Płoska n=4	6,4-7,2	0,48	0,035 III	1,0	0,55 II	37,0	12,0	0,65	0,007	6,4	15,2 II	8,0	56,1	0,38	14,4 II
Bakinówka n=2	7,8-8,4	0,25	0,006	0,6	0,24 II	38,0	7,5	0,26	0,005	3,4	4,7	5,8	6,9	0,41	8,5
Świnobródka n=2	6,4-7,1	0,27	0,04 III	0,7	0,38 II	29,0	7,0	0,15	0,006	5,3	4,9	5,2	29,9	0.22	9,2
Bobrownicka n=2	7,6-8,1	0,16	0,004	0,3	0,26 II	31,0	4,9	0,24	0,009	4,3	2,1	4,2	28,6	0,37	8,5
Słoja n=4	6,5-7,8	0,36	0,014	1,0	0,48 II	31,0	8,1	0,19	0,009	11,3	4,9	6,5	61,3	0,41	9,8
Starzynka n=3	7,1-8,3	0,61	0,05 III	0,3	0,55 II	28,0	12,1	0,53	0,009	4,8	2,1	11,6	46,3	0,36	5,8
Świdziałówka n=2	6,8-7,5	0,25	0,01	0,4	0,24 II	36,0	20,0	0,1	0,008	7,9	3,2	8,9	48,1	0,55	5,4
Poczpówka n=2	6,9-7,4	0,53	0,05 III	0,9	0,41 II	25,0	6,5	0,73	0.009	5,3	1,6	7,3	49,1	0,43	13,1 II
Czarna n=4	7,1-7,9	0,79	0,029 II	0,8	0,77 III	43,0	13,5	0,14	0,008	7,5	2,4	8,2	41,2	0,45	19,8 II
Bartoszycha n=2	6,9-7,5	0,21	0,02	0,7	0,40 II	16,0	7,5	0,25	0,01	4,3	1,9	4,9	36,5	0,32	9,4
Jurczycha n=3	6,9-7,4	0,17	0,49 III	1,1	0,73 III	14,0	19,5	0.37	0,009	10,6	3,3	5,6	41,7	0,53	10,2 II
Krzemionka n=2	7,7-7,8	0,11	0,004	0,5	0,42 II	25,0	12,5	0,19	0,009	4,91	1,6	4,2	45,5	0,34	11,2 II

I-II-III- klasy czystości wód. I, II, III - classes of water purity

Tabela 2. Wyniki badań frakcji ziarnowej (< 20 μm) osadów i roślin wodnych małych cieków w Puszczy Knyszyńskiej
Table 2. Results of investigations of grain fraction (< 20 μm) sediments and plants of water small streams in Puszcza Knyszyńska

Nazwa rzeki Liczba prób River's name Number of samples	Odczyn Reaction pH (H_2O)	Osady denne - Bottom sediments					Manna mielec - Water plant (Manna Mielec)			
		Corg. (%)	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn
			(mg·kg^{-1} s.m.)							
Płoska n=4	6,3-6,6	0,9	O,45	15,5	5,4	12,8	0,6	18,1	10,2	45,7
Bakinówka n=2	6,3-6,6	0,5	0,48	22,1	1,3	19,8	0,8	27,3	4,3	33,7
Świnobródka n=2	6,5-6,6	7,5	1,5	18,6	7,7	47,4	4,2	21,5	9,8	88,2
Bobrownicka n=2	7,0-7,1	0,5	0,7	17,0	3,7	29,1	1,9	23,0	4,9	56,3
Słoja n=4	7,3-7,6	1,9	0,6	20,5	7,3	18,2	0,85	19,1	6,1	23,4
Starzynka n=3	6,8-7,0	1,1	0,6	19,1	5,9	15,2	0,7	17,9	4,9	16,1
Świdziałówka n=2	7,1-7,4	0,8	0,5	12,9	3,2	22,1	0,9	17,3	5,6	25,9
Poczpówka n=2	6,6-6,0	0,7	0,9	19,5	5,1	28,1	1,1	21,3	7,2	32,4
Czarna n=5	7,2-8,1	0,4	0,3	22,1	8,1	39,2	1,3	26,7	10,2	52,4
Bartoszycha n=2	6,6-7,2	0,9	0,6	24,1	2,1	24,9	1,8	36,1	5,1	39,4
Jurczycha n=3	6,9-7,1	0,3	0,8	32,7	1,8	11,5	2,2	41,1	2,1	17,8
Krzemionka n=2	6,6-6,7	3,1	0,4	17,1	8,8	38,1	0,8	23,5	9,2	66,4

a dla pierwszej klasy czystości zaproponowano stężenie nie przekraczających 1 mg · kg^{-1} [1]. We frakcji ziarnowej osadów badanych rzek zawartości kadmu przekraczały 1 mg · kg^{-1} tylko w rzece Świnobródce. W Świnobródce osady zawierały znacznie więcej węgla organicznego, z którym kadm mógł utworzyć trwałe połączenia. Dane otrzymane dla zawartości kadmu w osadach badanych rzek były porównywalne lub niższe od danych dla osadów rzeki Dramy [10]. Czulszym wskaźnikiem zanieczyszczenia środowiska wodnego niż osady są rośliny wodne. Potwierdzeniem występowania kadmu w osadach są jego zawartości w korzeniach manny mielec. W próbkach

roślinnych badanych rzek średnia zawartość tego pierwiastka mieściła się w przedziale 0,6-4,2 mg · kg^{-1}. Kabata-Pendias i Pendias [8] twierdzą iż, najczęściej występujące stężenia kadmu w roślinach mieszczą się w przedziale od 0,05 do 0,5 a nadmierne lub toksyczne od 5 do 30 mg · kg^{-1}. Na tle cytowanych w literaturze danych liczbowych zawartość kadmu w osadach dennych i materiale roślinnym rzek była nadmierna. Uzyskane wyniki analiz wskazują więc na zanieczyszczenie środowiska wodnego tym pierwiastkiem.

Średnie zawartości ołowiu w osadach dennych rzek wahały się od 12,9 do 32,7 mg · kg^{-1}. Wartość tła geochemicznego ołowiu w osadach wynosi 10 mg kg^{-1}, a jego wartość dla I klasy nie przekracza 50 mg · kg^{-1} [1]. Wszystkie próbki osadów zawierały więcej ołowiu niż tło geochemiczne. Najwyższe zawartości ołowiu stwierdzono w próbach osadu w rzece Jurczycha (jest odbiornikiem ścieków z miejscowości Czarna Białostocka) a najmniejsze w rzece Świdziałówka. Średnie wartości stężenia metalu w korzeniach kształtowały się od 17,3-41,1 mg · kg^{-1}. Najczęściej występujące stężenia ołowiu w roślinach mieści się w przedziale od 2 do 10 mg · kg^{-1} a nadmierne lub toksyczne to 30-300 mg · kg^{-1} [8]. Na podstawie zawartości ołowiu w osadach i korzeniach manny mielec można stwierdzić, że wszystkie badane rzeki były zanieczyszczone ołowiem.

Kadm i ołów w badanych ciekach może przedostawać się z zawiesinami, które dostają się do wód powierzchniowych ze spływami powierzchniowymi w wyniku erozji. Kostecki i in. [10] twierdzą, że w skład zawiesin wchodzą m.in. metale ciężkie zaadsorbowane na ich powierzchni. Innym źródłem tych metali w rzekach może być także komunikacja lokalna oraz ścieki bytowe z okolicznych wsi. Badania Voipio [14] wskazują, że podwyższone stężenia metali w osadach dennych należy przypisać naturalnym procesom geochemicznym lub odprowadzaniem ścieków. O wpływie komunikacji na wzrost kadmu i ołowiu w środowisku wodnym donosi wielu autorów [3,8].

Stężenie miedzi w osadach pobranych z rzek: Świnobródka, Słoja, Czarna i Krzemionka przewyższało tło geochemiczne [1]. Można je więc zaliczyć do osadów o podwyższonej koncentracji tego składnika. Niewątpliwie na ilość miedzi w osadach miały wpływ jednostki osadnicze a także jej naturalna zawartość w osadach.

Badane osady można uznać za nie zanieczyszczone cynkiem, ponieważ za tło geochemiczne uważa się ilość 48 mg · kg^{-1} [1], a prezentowane wyniki mieszczą się w przedziale od 11,5 do 47,4 mg · kg^{-1}.

Zawartość miedzi i cynku w korzeniach manny mielec wahała się od 2,1-10,2 mg Cu kg^{-1} i 16,1-88,2 mg Zn kg^{-1}. Uzyskane wyniki analiz materiału roślinnego wskazują na brak zanieczyszczenia środowiska wodnego tymi pierwiastkami [8].

Podsumowując wyniki badań można stwierdzić, że ilości badanych metali w korzeniach manny mielec zależy proporcjonalnie od jego koncentracji w badanej frakcji osadów dennych. Otrzymane rezultaty badań wskazują także na występujące zmienności w zawartości metali w osadach i materiale roślinnym wzdłuż biegów badanych rzek. Zagrożeniem dla jakości wód powierzchniowych w obrębie Parku Krajobrazowego Puszczy Knyszńskiej są przede wszystkim spływy powierzchniowe z pól, dzikie wysypiska, jak również brak kanalizacji w wielu wsiach. Powstające ścieki są gromadzone w szambach, z których zanieczyszczenia dostają się do wód powierzchniowych i podziemnych. Komunikacyjna lokalna jest kolejnym źródłem metali ciężkich dla środowiska wodnego.

WNIOSKI

1. Jakość wody w rzekach i strumieniach Puszczy Knyszyńskiej, według większości badanych parametrów, odpowiadała I klasie czystości wód. Ze względu na podwyższoną zawartość w niej azotanów III i fosforanów badane wody cieków zaliczyć należy w większości do klasy II i III. Źródłem tych zanieczyszczeń jest głównie nie kontrolowane wprowadzanie ścieków bytowych do gruntu z pobliskich gospodarstw i spływy powierzchniowe.

2. Małe cieki i strumienie w Puszczy Knyszyńskiej ze względu na stężenie metali ciężkich można uznać za czyste w porównaniu do rzek zlokalizowanych w pobliżu oddziaływania przemysłu i innych gałęzi gospodarki.

3. Badane cieki wodne wykazują zanieczyszczenie metalami ciężkimi przede wszystkim kadmem i ołowiem. Podwyższony poziom tych metali prawdopodobnie może być skutkiem wpływu lokalnej komunikacji, istnienia nielegalnych wysypisk, wylewisk ścieków komunalnych z osiedli wiejskich, oraz spływów powierzchniowych.

4. Korzenie rośliny wodnej manny mielec mogą być dobrym wskaźnikiem stanu środowiska przyrodniczego badanych rzek.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bojkowska I., Sokołowska G.:** Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych. Przeg. Geolog., 46, 1, 49-54, 1998.
2. **Czerwinski A.:** Puszcza Knyszyńska - monografia przyrodnicza, Zespół Parków Krajobrazowych w Supraślu. Supraśl, 1995.
3. **Choiński A., Grzebisz W., Skowron R.:** Chemizm osadów dennych jeziora Hańcza. Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior. Konferencja Limnologiczna, 27-33, 1999.
4. **Durkowski T., Walczak B.:** Jakość wód powierzchniowych w małych zlewniach rolniczych. Mat. Sem. 39, IMUZ Falenty, 190-197, 1997.

5. **Górniak A., Zieliński P.:** Rozpuszczona materia organiczna w wodach rzek północno-wschodniej Polski, Mat. Konf: X Międzynarodowa Konf. Nauk.-Techn. Z cyklu "Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych, Augustów, czerwiec, 127-132, 1999.
6. **Helios-Rybicka E.:** Akumulacja i mobilizacja metali ciężkich w osadach środowiska wodnego: osady datowane jako wskaźnik chronologiczny. Mat. Konf.: Geologiczne aspekty ochrony środowiska, Kraków, 18-23, 1991.
7. **Ilnicki P, Kaleta-Więckowska M., Marciniak M., Mikołajewska E.:** Zanieczyszczenie rzeki Warty przez źródła punktowe w latach 1993-1998. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 476, 125-131, 2001.
8. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych, PWN, Warszawa, ss. 364, 1993.
9. **Koc J., Nowicki Z.:** Czynniki kształtujące chemizm wód oczek w środowisku rolniczym, Mat. Konf: II Ogólnopolska Konf. Nauk.: Przyrodnicze i Techniczne Problemy Ochrony i Kształtowania Środowiska Rolniczego, Poznań 4-5 września, 91-97, 1997.
10. **Kostecki M., Kozłowski J., Kowalski E., Domurad A.:** Badania limnologiczne zbiornika zaporowego Dzierżno Małe. Cz. I. Charakterystyka hydrochemiczna rzeki Dramy, Archiwum Ochrony Środowiska, 1, 27-44,1998.
11. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5.XI.1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków jakimi powinny odpowiadać ścieki wprowadzone do wód lub ziemi, (Dz. U. nr. 91 poz. 503).
12. **Szpakowska B., Karlik B.:** Wpływ struktury zlewni rolniczej na występowanie składników chemicznych w wodach, Roczn. AR Pozn. CCCXLII, Melior. Inż. Środ. 23, 467-475, 2002.
13. **Zbierska J., Ławniczak A.:** Ocena jakości wody w rzece Samicy Stęszewskiej i źródeł zanieczyszczeń jej zlewni w latach 1999 - 2000. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 476, 527-535, 2001.
14. **Voipio A. :** The Baltic Sea, Elsevier, Amsterdam, ss. 488, 1981.

ESTIMATION OF STATE POLLUTIONS OF LITTLE STREAMS IN PUSZCZA KNYSZYŃSKA

Elżbieta Skorbiłowicz

Department of Technological Studies, Technical University in Białystok
Wiejska str. 45A, 15-351 Białystok, e-mail: mirskor@poczta.onet.pl

S u m m a r y. Estimation mark of state of quality waters little streams in Puszcza Knyszyńska one executed basing on samples of water, of sediments and water plants. One ascertained, that investigated waters former polluted nitrates (III) and phosphates, which canned to originate from vital sew ages. Sediments and water plant contained increased quantity of cadmium and of lead, which source former pollution of communication and vital.

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