

ZANIECZYSZCZENIA BAKTERIOLOGICZNE W OCENIE JAKOŚCI WÓD BIEBRZY

Magdalena FRAK

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska

Słowa kluczowe: Biebrza, jakość wód, zanieczyszczenia bakteriologiczne, zanieczyszczenia sanitarne

Streszczenie

Zbadano stan zanieczyszczenia wód Biebrzy na podstawie wskaźników bakteriologicznych. Pobrano próbki wody w 11 punktach pomiarowych w dwóch terminach badawczych, tj. w czerwcu i lipcu 2007 r. Oznaczono ogólną liczbę bakterii psychrofilnych oraz NPL bakterii coli typu kałowego. Ponadto zanalizowano wybrane wskaźniki chemicznej jakości wody, m.in. ogólną zawartość węgla organicznego, azotu całkowitego i BZT₅. Stwierdzono zanieczyszczenie organiczne na całej długości biegu rzeki, wywołane obecnością substancji wymywanych z okolicznych terenów bagiennych oraz dopływem ścieków bytowych i rolniczych. Szczególnie narażone na zanieczyszczenia sanitarne są Baseny Środkowy i Dolny. Wskazuje na to duża liczebność badanych grup bakterii. Prawdopodobną przyczyną pogarszania się jakości wody są dodatkowo niekontrolowane zrzuty ścieków z pobliskich zabudowań. Niezadowalający stan sanitarny ogranicza możliwości wykorzystania wód Biebrzy. Konieczna jest stała kontrola cieków i sieci drenażowej. Należy doskonalić procedury monitoringowe, wykorzystujące kilka poziomów oceny jakości.

WSTĘP

Dolina Biebrzy, jako obszar niezwykle cenny przyrodniczo, została objęta wieloma programami szczególnej ochrony. Jest chroniona m.in. postanowieniami Konwencji Ramsar [Convention..., 1971] oraz granicami Parku Narodowego (od 1993 r.) i sieci Natura 2000. Wody, jako podstawowy element kształtujący siedliska Doliny Biebrzańskiej, także poddane są ochronie, w tym stałemu monitoringowi jakości.

Adres do korespondencji: dr inż. M. Frak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa; tel. +48 (22) 593-53-45, e-mail: magdalena_frak@sggw.pl

Na tym terenie, mimo uznania go za czysty i określenia referencyjnym, rejestruje się obecność zanieczyszczeń allochtonicznych. Badania wskazują, że wody Biebrzy niosą okresowo wiele związków pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego. Uważa się, że głównym czynnikiem odpowiedzialnym za pogarszanie się jakości wód Biebrzy są związki wymywane z przyległych obszarów torfowych, zwłaszcza w okresie ich przesuszenia (ogólny węgiel organiczny, związki azotowe) [BANASZUK, 2001; BASSALIK, 1957; KARDEL i in., 2007; OKRUSZKO, 1997]. Należy także zwrócić uwagę na rolę spływu powierzchniowego, wprowadzającego zanieczyszczenia z terenów rolniczych (z terenów wypasu i chowu zwierząt) [BANASZUK, 2009; MIODUSZEWSKI, ŚLESICKA, OKRUSZKO, 2004].

Niebagatelne znaczenie dla jakości wód Biebrzy mają także dopływy zanieczyszczeń ze źródeł punktowych [MIODUSZEWSKI, ŚLESICKA, OKRUSZKO, 2004; Plan..., 1999; SKOCZKO, 2004]. Zagrożenie mogą stanowić odcieki ze składowisk lub lokalne ścieki bytowe odprowadzane z oczyszczalni. Najpoważniejszym jednak źródłem zanieczyszczeń są niekontrolowane zrzuty z zabudowy wiejskiej do sieci drenarskiej, która następnie prowadzi je wprost do wód Biebrzy. Jednoznacznym wskaźnikiem zanieczyszczenia wód powierzchniowych z powyższych źródeł jest znacząca liczebność drobnoustrojów psychrofilnych oraz obecność grup bakterii pochodzenia kałowego. Na podstawie poziomu tych wskaźników można określić źródło zanieczyszczeń ekosystemów oraz ocenić stopień zagrożenia w przypadku ich wykorzystywania.

METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w 11 punktach pomiarowych, zlokalizowanych wzdłuż biegu Biebrzy (rys. 1). Próbkę wody do analiz pobierano zgodnie z Polską Normą (PN-74/C0462/01), w 2 terminach pomiarowych, tj. w czerwcu i lipcu 2007 r. W próbkach oznaczono wybrane wskaźniki bakteriologiczne i chemiczne, tj.: liczebność bakterii psychrofilnych, liczebność bakterii coli typu kałowego oraz wartości biochemicznego pięciodobowego zapotrzebowania na tlen (BZT_5), ogólnego węgla organicznego (OWO), azotu całkowitego (N_C), przewodności elektrolitycznej (EC) i odczynu (pH).

Określono ogólną liczbę bakterii psychrofilnych metodą płytek lanych na agarze odżywczym w 22°C (wynik podano w $\text{jtk}\cdot\text{cm}^{-3}$), wg PN-74/C-04615/03. NPL (najbardziej prawdopodobną liczbę) bakterii coli typu kałowego określono metodą fermentacyjno-probówkową w temperaturze 37°C , z uwiarygodnieniem uzyskanych wyników na podłożu Endo w 44°C (wg PN PN-77/C-04615/07, wynik podano w $\text{NPL}\cdot\text{cm}^{-3}$).

BZT_5 (pięciodobowe zapotrzebowanie na tlen, $\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$) oznaczono metodą manometryczną z zatrzymaniem nityfikacji (OxiTop Control). Stężenie OWO (ogólny węgiel organiczny, $\text{mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$) i N_C (azot całkowity, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) określono



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych (w nawiasach: długość odcinka rzeki od źródła)

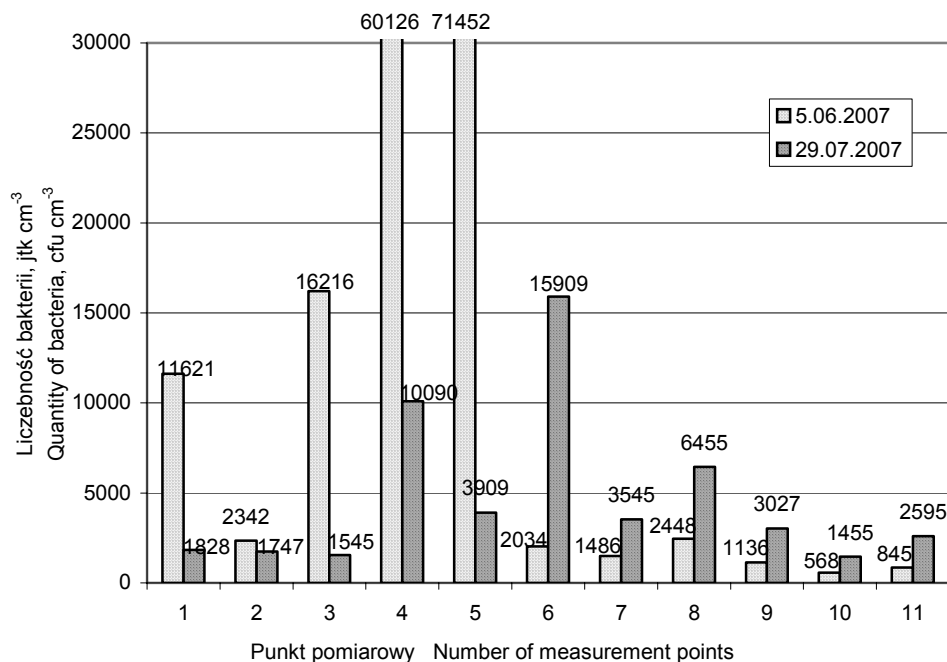
Fig. 1. Location of the sampling points (in brackets: the Biebrza River length from the source)

1 – Lipsk (39,5 km), 2 – Ostrowia (53,5 km), 3 – Sztablin (66,8 km), 4 – Jagłowo (82,1 km), 5 – Dolistowo (88,8 km), 6 – Goniądz (106,7 km), 7 – Osowiec (115,2 km), 8 – Biały Grąd/Mścichy (126,5 km), 9 – Brzostowo (150,6 km), 10 – Burzyn (155,5 km), 11 – Rutkowskie (158 km)

z wykorzystaniem metody wysokich temperatur (automatyczny analizator przepływowy SKALAR Formacs HT/TN), zgodnie z wytycznymi ISO 8245 EPA 415.1. Zmierzono także *EC* (przewodność elektrolityczna, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) oraz pH wody, metodą elektrochemiczną.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

W pobranych próbkach oznaczono znaczną liczebność bakterii psychrofilnych w obu terminach badawczych (rys. 2). W czerwcu wynosiła ona od 568 jtk $\cdot\text{cm}^{-3}$ w punkcie 10. do 71 452 jtk $\cdot\text{cm}^{-3}$ w punkcie 5. W górnym i środkowym odcinku



Rys. 2. Ogólna liczba bakterii psychrofilnych w poszczególnych punktach pomiarowych

Fig. 2. The total number of psychrophilic bacteria in particular sampling sites

rzeki (punkty 1.–5.) liczba bakterii psychrofilnych zwiększała się – skoki liczebności obserwowano w punktach 3., 4. i 5. Z uwagi na korelację liczebności tej grupy bakterii z obecnością materii organicznej [ZMYSŁOWSKA, 2002] uzyskane wyniki sugerują dopływ zanieczyszczeń pochodzenia ściekowego lub z sąsiadujących terenów mokradłowych [NIEWOLAK, 1982; ZMYSŁOWSKA, 2002]. Zmiany liczebności w lipcu były mniej dynamiczne, wynosiły od 1455 jtk·cm⁻³ (także w punkcie 10.), do 15 909 jtk·cm⁻³ (w punkcie 6.). Największe wartości zaobserwowano w punktach 4. i 6. Na obszarze Dolnego Basenu Biebrzy zarejestrowano stosunkowo małą liczebność bakterii psychrofilnych.

Analizy fizykochemiczne potwierdzają dużą zawartość związków organicznych w badanych próbkach wody (tab. 1). Stężenie ogólnego węgla organicznego oznaczono na poziomie od 39,15 do 43,84 mg C·dm⁻³ w czerwcu i od 18,97 do 68,44 mg C·dm⁻³ w lipcu – największe wartości rejestrowano w punkcie 4. Wartości te kwalifikują wody Biebrzy do silnie zanieczyszczonych. RHEINHEIMER [1987] wskazuje, że warunki geologiczne mają istotny wpływ na skład chemiczny sąsiadujących wód. Badania m.in. KARDELA i in. [2007], prowadzone na podobnym obszarze, potwierdzają znaczący wpływ terenów bagiennych na dużą zawartość OWO w Biebrzy. Cieki drenujące obszary mokradłowe wymywają substancje organiczne (w tym związki humusowe) z torfów, a następnie wprowadzają je do

Tabela 1. Poziom wybranych wskaźników fizykochemicznych

Table 1. The value of selected physical and chemical water quality parameters

Punkt pomiarowy Measurement points	05.06.2007						29.07.2007					
	BZT ₅ BOD ₅ mg O ₂ ·dm ⁻³	OWO mg C·dm ⁻³	N _C mg N·dm ⁻³	pH	EC μS·m ⁻¹	BZT ₅ BOD ₅ mg O ₂ ·dm ⁻³	OWO mg C·dm ⁻³	N _C mg N·dm ⁻³	pH	EC μS·m ⁻¹		
1	2,4	41,02	0,85	7,58	496	5,3	18,97	1,07	7,58	543		
2	2,3	41,46	0,92	7,70	450	3,6	27,73	1,81	7,52	567		
3	3,8	41,35	0,92	7,74	462	2,8	35,60	1,46	7,43	531		
4	6,8	43,84	1,03	8,20	453	5,9	68,44	1,63	7,77	524		
5	7,8	35,24	0,84	7,93	448	3,1	32,52	1,35	7,69	483		
6	6,5	40,44	1,51	7,80	430	4,8	25,33	1,16	7,52	486		
7	6,5	41,29	1,19	7,57	435	4,5	30,85	1,57	7,37	487		
8	6,5	39,26	1,06	7,70	445	5,3	31,16	1,36	7,66	480		
9	6,9	43,09	1,15	7,50	465	3,4	28,60	1,35	7,77	488		
10	6,4	39,15	0,88	7,52	550	2,5	20,12	1,20	7,60	492		
11	6,2	bd	1,20	7,50	454	3,6	24,22	1,20	7,95	515		

Objaśnienia: OWO – ogólny węgiel organiczny, EC – przewodność elektrolityczna, bd – brak danych.

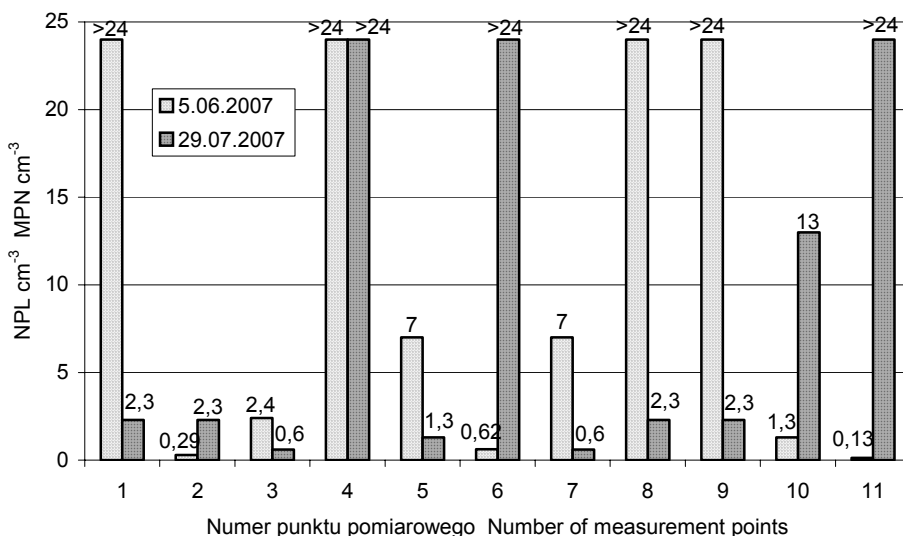
Explanations: OWO – total organic carbon, EC – electrolytical conductivity, bd – no data.

wód Biebrzy. Zanieczyszczenie OWO może być także spowodowane dopływem lokalnych ścieków rolniczych i bytowych [SKOCZKO, 2004]. Badania obecności bakterii proteolitycznych, prowadzone w podobnym okresie w wodach Biebrzy [FRAK, KARDEL, CENDROWSKA, 2010], wykazały ich występowanie na poziomie nawet do $27\,067\text{ jtk}\cdot\text{cm}^{-3}$. Ich duża liczebność także wskazuje na zanieczyszczenia pochodzenia organicznego. Największą liczbę bakterii proteolitycznych stwierdzono w punktach 5., 10. i 11. (identyczna numeracja punktów pomiarowych).

Wartości N_C i BZT_5 także wskazują na sugerowaną przyczynę dopływu związków organicznych. Zarejestrowane ilości N_C świadczą o niewielkim zanieczyszczeniu azotem (max. $1,81\text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$). Przytaczane wyżej badania FRAK, KARDELA i CENDROWSKIEJ [2010] wskazują na intensywne procesy proteolityczne i amonifikacyjne w wodach Biebrzy, mimo małej wykrywalności form azotu w analizach chemicznych. Świadczy to o absorpcji jonów amonowych wytworzonych z zanieczyszczeń organicznych przez roślinność wodną intensywnie rozwijającą się w Biebrzy w okresie ciepłym (makrofity, fitoplankton) [FRAK, STELMASZCZYK, 2007; LIGEZA, WILK-WOŹNIAK, 2006]. Ponadto w warunkach dużej zawartości związków węgla organicznego – azot, powstający w czasie ich mineralizacji, w całości jest pobierany przez mikroorganizmy, bez emisji wolnego amoniaku do środowiska [PIECHOWIAK, KRASKA, 2008; REINHEIMER, 1987]. Kiedy substratami organicznymi są głównie związki humusowe, azot jest kumulowany w komórkach bakteryjnych [CARLSSON, GRANIELI, SEGATO, 1999]. Liczne występowanie bakterii psychrofilnych w wodach Biebrzy, świadczących o dużej dostępności substancji odżywczych, potwierdziły wyniki niniejszej pracy.

Na dopływ zanieczyszczeń organicznych wskazują także oznaczone wartości BZT_5 . Największe wartości stwierdzono w czerwcu w punktach 5., 9. i 4. ($6,8\text{--}7,8$) oraz w lipcu w punktach 4., 1. i 8. ($5,3\text{--}5,9$). Zestawiając te dane z liczebnością bakterii psychrofilnych, można zauważyć, że punkty z najwyższym poziomem omawianych wyżej wskaźników to 4. i 5. Uwzględniając zagospodarowanie terenów otaczających odcinek od punktu 3. do punktu 5., za prawdopodobną przyczynę dodatkowego zanieczyszczenia wód Biebrzy można uznać spływy z rozległych pastwisk. Wartości pH i EC (tab. 1.) w poszczególnych punktach badawczych nie potwierdzają możliwości dopływu zanieczyszczeń z innych, poza naturalnymi, źródeł zanieczyszczeń. Jedynie w punkcie 4. nieznacznie zwiększone wartości mogą sugerować dopływ większej ilości substancji allochtonicznych.

W celu dokładnego ustalenia źródeł zanieczyszczenia organicznego wód Biebrzy, w pobranych próbkach oznaczono także liczebność bakterii coli typu kałowego. Ich obecność świadczy jednoznacznie o zanieczyszczeniu ekosystemów fekaliami. We wszystkich analizowanych punktach pomiarowych stwierdzono występowanie bakterii pochodzenia kałowego, co potwierdza przypuszczenie o dopływie ścieków bytowych lub pochodzących z chowu zwierząt. Największe wartości, tj. ponad $24\text{ NPL}\cdot\text{cm}^{-3}$ uzyskano w punktach 1., 4., 8. i 9. w czerwcu oraz w punktach 4., 6. i 11. w lipcu (rys. 3).



Rys. 3. Liczebność bakterii coli typu kałowego

Fig. 3. The number of faecal coliform bacteria

Powyżej punktu 1. występują dopływy rzek Sidra i Kropiwna, będące odbiornikami m.in. ścieków z lokalnych oczyszczalni w Różanymstoku i Dąbrowie Białostockiej. Dopływy ścieków z oczyszczalni w Lipsku oraz rzeki Kamienna pomiędzy punktami 1. i 2. nie wskazują na znaczący ich wpływ na jakość wód Biebrzy. Nieznaczne zwiększenie ilości rejestrowanych zanieczyszczeń w punkcie 3. może być skutkiem wprowadzania wód przez dopływ z Oczyszczalni Ścieków w Sztabinie oraz rzeki Lebedziankę i Jastrzębiankę, odwadniające Równinę Augustowską, a także rowy drenujące okoliczne tereny. Między punktami 3. i 4. brak większych dopływów, zatem wysoki poziom większości wskaźników w punkcie 4. można tłumaczyć dopływem zanieczyszczeń z hodowli koników polskich lub nielegalnymi zrzutami ścieków bytowych. Podobnie, w punkcie 5. także rejestruje się podwyższony poziom zanieczyszczeń. Między punktami 4. i 5. znajdują się rozległe trwałe użytki zielone, zlokalizowane na terenach torfowych, na których wypasa się bydło mleczne. Ponadto, powyżej punktu 5. swoje wody wprowadzają Kanał Augustowski i rzeka Brzozówka. Jak podają FRĄK, KARDEL i CENDROWSKA [2010], badania bakteriologiczne obu cieków wskazują na silne procesy proteolityczne i amonifikacyjne, a tym samym na obecność substancji azotowych, w tym o charakterze białkowym. Zatem jakość wód Biebrzy pogarszają znacząco nie tylko związki chemiczne, pochodzące z wymywania z terenów mokradłowych i ze spływu powierzchniowego, ale także zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego. W punkcie 6. także rejestruje się okresowe pogarszanie jakości wody. Powyżej znajdują się dopływy: Kanał Woznawiejski z rzekami Ełk, Jerzgnia, Bo-

berka i Krzczówka oraz dopływ ścieków m.in. z Okręgowej Mleczarni w Dolistowie Starym. Niezadowalający stan sanitarny w punkcie 6. potwierdza m.in. regularne zamykanie przez regionalną Stację Sanitarno-Epidemiologiczną kąpieliska miejskiego, zlokalizowanego poniżej.

Na obszarze dolnego odcinka Biebrzy (punkty 8.–11.) analizowane wskaźniki chemiczne nie wskazują na zanieczyszczenie ściekami bytowymi i nie odbiegają swym poziomem od wskazań w punktach na odcinkach górnym i środkowym. Natomiast wykrywana okresowo (w czerwcu w punktach 8.–9., w lipcu 10.–11.) duża liczebność bakterii coli typu kałowego świadczy o nieregularnym dopływie zanieczyszczeń fekalnych. Powyżej punktu 8. zanieczyszczenia wprowadzają: Oczyszczalnia Ścieków w Goniądzu (poprzez Czarną Strugę) i Kanał Rudzki, poniżej rzek Wissa i Kosodka. We wszystkich dopływach zarejestrowano bardzo dużą liczebność bakterii proteolitycznych i amonifikacyjnych [FRAK, KARDEL, CENDROWSKA, 2010], co potwierdza dodatkowe wprowadzanie zanieczyszczeń organicznych biodegradowalnych do wód Biebrzy. Ponadto, tereny mokradłowe w Dolnym Basenie rzeki są wykorzystywane w okresie niżówek do wypasu bydła. Zatem spływ powierzchniowy może wprowadzać nie tylko zwiększone ilości OWO, ale i liczne zanieczyszczenia fekalne pochodzące z chowu zwierząt. Bliskie sąsiedztwo osad wiejskich sugeruje ponadto, że na dużą liczebność bakterii kałowych mogą mieć także wpływ niekontrolowane zrzuty ścieków bytowych.

Obserwując strukturę fitoplanktonu w wodach Biebrzy, także można znaleźć potwierdzenie zanieczyszczenia. Jak wskazują badania FRAK i STELMASZCZYKA [2007] oraz FRAK, KARDELA i STELMASZCZYKA [2008], właśnie na obszarze Dolnego Basenu rejestruje się częstsze występowanie glonów z grupy *Euglenophyta*, charakteryzujące wody ze zwiększoną ilością substancji azotowych pochodzenia organicznego.

WNIOSKI

Podjęte badania wykazały, że zagrożenie wód Biebrzy, a tym samym siedlisk zależnych od wód, stale jest związane z dopływem ścieków bytowych. Wskazują na to także wcześniejsze badania, zalecające ciągły monitoring wszelkich cieków dopływających [BANASZUK, 2001; Plan..., 1999]. Jak sugerują badania, zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego są wprowadzane nie tylko przez lokalne oczyszczalnie, ale i niekontrolowane zrzuty ścieków z zabudowań wiejskich (ścieki bytowe, ścieki rolnicze). Obecnie realizowany plan ochrony mokradel Doliny Biebrzy ma na celu doprowadzenie wód spoza terenu Parku Narodowego oraz zatrzymanie ich w dolinie. Dopływające wody mają więc kluczowe znaczenie dla jakości i stanu ekosystemów biebrzańskich. Cenna zdaje się więc dbałość o lokalną gospodarkę wodno-ściekową, w tym o rozbudowę sieci kanalizacyjnej na terenach wiejskich i modernizację istniejących oczyszczalni. Konieczna jest stała kontrola

dopływów z zabudowy znajdującej się w sąsiedztwie bagien oraz wód z sieci drenarskiej. Umożliwi to dokładną lokalizację źródeł zanieczyszczeń, a tym samym ochronę siedlisk biebrzańskich.

W opracowywaniu planu ochrony mokradel ważne jest ponadto jednoznaczne określenie źródeł substancji ściekowych. Za nadrzędne więc należy uznać podjęcie badań pomocnych w identyfikacji zanieczyszczeń pochodzących z zabudowy mieszkalnej, a także pochodzących z chowu zwierząt. Doskonalenie procedur monitoringowych, uwzględniających kilka poziomów oceny jakości (chemiczna, biologiczna, bakteriologiczna), umożliwi dokładniejsze sprecyzowanie przyczyn zmian, zachodzących w ekosystemach.

LITERATURA

- BANASZUK H., 2001. Kotlina Biebrzańska. Aktualny stan, walory i główne zagrożenia środowiska przyrodniczego. W: Społeczno-gospodarcze aspekty funkcjonowania Biebrzańskiego Parku Narodowego. St. Region. nr 2(4). Białystok: Wydaw. WSE s. 9–53.
- BANASZUK P., 2009. Mokradła w ochronie wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniami obszarowymi. Konf. Mokradła i ekosystemy słodkowodne. Referat plenarny. Augustów, 18–20.06. 2009.
- BASSALIK K., 1957. Zmiany w torfowisku wywołane odwodnieniem w świetle procesów bakteriologicznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 10 s. 73–82.
- CARLSSON P., GRANELL E., SEGATO A.Z., 1999. Cycling of biological available nitrogen in riverine humic substances between marine bacteria, a heterotrophic nanoflagellate and a photosynthetic dinoflagellate. *Aquatic Microbial Ecol.* vol. 18 s. 23–36.
- Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat. Ramsar (Iran), 2 February 1971. UN Treaty Series No. 14583. As amended by the Paris Protocol, 3 December 1982, and Regina Amendments, 28 May 1987.
- LIGEŻA S., WILK-WOŹNIAK E., 2006. Jakość wody w zbiornikach o różnym nasileniu antropopresji a strategii życiowe glonów planktonowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 515 s. 251–260.
- FRĄK M., 2006. Wykorzystanie organizmów planktonowych w ocenie jakości wód rzek nizinnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 515 s. 81–88.
- FRĄK M., KARDEL I., CENDROWSKA M., 2010. Occurrence of nitrogen cycle bacteria in the Biebrza River. *Oceanol. Hydrobiol. St.* (w druku).
- FRĄK M., KARDEL I., STELMASZCZYK M., 2008. Phytoseston biodiversity of the Biebrza River against the background of selected water quality parameters – pilot study. W: The functioning and protection of water ecosystems. Pr. zbior. Red. R. Gołdyn, P. Klimaszyk, N. Kuczyńska-Kippen, R. Piotrowicz. Poznań: AMU Publ. s. 27–38.
- FRĄK M., STELMASZCZYK M., 2007. Variation of phytoplankton community in Biebrza River. W: Wetlands, monitoring, modeling and management. Pr. zbior. Red. T. Okruszko, E. Maltby, J. Szatyłowicz, D. Świątek, W. Kotowski. London: Taylor Francis Inc. s. 15–20.
- KARDEL I., FRĄK M., IGNAR S., OKRUSZKO T., 2007. Influence of wetlands on the leaching carbon compounds to the surface waters (Biebrza R.). *Pol. J. Env. St.* vol. 16 s. 395–401.
- MIODUSZEWSKI W., ŚLESICKA A., OKRUSZKO T., 2004. Wybrane problemy gospodarowania wodą w Dolinie Biebrzy. W: Kotlina Biebrzańska i Biebrzański Park Narodowy. Aktualny stan, walory, zagrożenia i potrzeby czynnej ochrony środowiska. Białystok: Wydaw. WEŚ s. 214–264.

- NIEWOLAK S., 1982. Drobnoustroje wskaźnikowe stanu sanitarnego wód. W: *Biologia sanitarna*. Cz. 2. Olsztyn: ART s. 38–110.
- OKRUSZKO H., 1997. Uwarunkowania przeobrażeń związków azotowych w glebach organogenicznych w kontekście eutrofizacji wody. W: *Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój rolnictwa*. Mater. Semin. 39. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 269–275.
- PIECHOWIAK M., KRASKA M., 2008. The effect of humic substances on nitrogen cycle bacteria. *Ocean. Hydrobiol. St.* vol. 37 Supl. 1 s. 99–108.
- Plan ochrony Biebrzańskiego Parku Narodowego. Operat ochrony zasobów wodnych, 1999. Pr. zbior. Red. H. Banaszuk. Osowiec–Twierdza: BPN ss. 64.
- PN-74/C-04615/01 – Woda i ścieki. Pobieranie próbek.
- PN-74/C-04615/03 – Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii metodą płytkową.
- PN-77/C-04615/07 – Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie bakterii typu coli typu kałowego metodą fermentacyjno-probówkową.
- RHEINHEIMER G., 1987. *Mikrobiologia wód*. Warszawa: PWRiL ss. 327.
- SKOCZKO I., 2004. Analiza wybranych dopływów zanieczyszczających rzekę Biebrzę. Koszalin: Środkowo-Pomorskie Tow. Nauk. Ochr. Środ. ss. 263.
- ZMYŚŁOWSKA I., 2002. *Mikrobiologia środowiskowa*. Olsztyn: Wydaw. UWM ss. 193.

Magdalena FRAK

BACTERIAL POLLUTION IN THE ASSESSMENT OF THE BIEBRZA RIVER WATER QUALITY

Key words: bacterial pollution, sanitary pollution, the Biebrza River, water quality

S u m m a r y

Water quality in the Biebrza River was assessed based on bacteriological indicators. Samples of water were taken from 11 sampling sites in June and July 2007. Total amount of psychrophilic bacteria and MNP of fecal coliform bacteria was analysed. Furthermore, total organic carbon, total nitrogen, and BOD₅ in water were analysed. Organic pollution was found along the whole river course caused by the presence of substances washed out from the surrounding wetlands and discharged in the agricultural and urban sewage. The Middle and Lower Biebrza Basins are particularly exposed to sanitary pollution. This was indicated by high numbers of the analysed bacterial groups. Probable reasons of water quality deterioration were also the uncontrolled sewage disposals from nearby settlements. Unsatisfactory sanitary status restricts the possibilities of utilizing the Biebrza River water. Therefore, permanent control of water courses and the drainage network is necessary. Monitoring procedures should be improved with the use of several quality assessment levels.

Recenzenci:

prof. dr hab. Zbigniew Paluszak

prof. dr hab. Aleksandra Sawicka

Praca wpłynęła do Redakcji 14.09.2009 r.