

AUTOREFERAT

Piotr Daniszewski

**Uniwersytet Szczeciński
Wydział Biologii
Katedra Zoologii Bezkręgowców i Limnologii**

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:
 - magister ochrony środowiska, specjalność: analityka w ochronie środowiska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, 1997 rok.
 - Podyplomowe Studium Pedagogiczne - Akademia Rolnicza w Szczecinie (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Wydział Ekonomiki i Organizacji Gospodarki Żywnościowej, 2000 rok.
 - doktor nauk rolniczych w zakresie kształtowania środowiska, specjalność: mikrobiologia, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), 2004 rok; tytuł rozprawy: *„Skuteczność oczyszczania ścieków organicznych i nieorganicznych z wykorzystaniem oczyszczalni roślinno-wodnej wspomaganej osadem czynnym, preparatami z immobilizowanymi drobnoustrojami i enzymami”*.

Ukończone kursy zawodowe:

- Baltic University – The Baltic Sea Environment (kurs z zakresu ochrony środowiska wodnego Morza Bałtyckiego).
- Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydział Chemii Spożywczej i Biotechnologii – „Nowoczesne metody pomiaru ilości drobnoustrojów”.
- Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydział Chemii Spożywczej i Biotechnologii – „Mikrobiologiczne zanieczyszczenia powietrza w zakładach przemysłowych”.
- Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydział Chemii Spożywczej i Biotechnologii – „Jakość mikrobiologiczna wody”.

2. Informacje o zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- 1998 – 2006 - Akademia Rolnicza w Szczecinie – asystent.
- 2009 – 2012 - Wyższa Szkoła Zawodowa „Oeconomicus” – wykładowca.
- od 2007 – Uniwersytet Szczeciński, Wydział Biologii – adiunkt:
 - Katedra Chemii i Ochrony Środowiska Wodnego,
 - Katedra Zoologii Bezkręgowców i Limnologii.

3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z póź. zm.)

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Charakterystyka stanu trofii wód, podatności na degradację, wpływu użytkowania zlewni na kształtowanie jakości wody, warunków siedliskowych ichtiofauny wybranych jezior Pomorza Zachodniego”

3.2. Wykaz autorskich publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe:

- 3.2.1. Daniszewski P. 2013. Charakterystyka poziomu trofii, podatności na degradację, warunków siedliskowych ichtiofauny oraz współczynników biokoncentracji BCF (Bioconcentration factor) jezior Barlinecko – Gorzowskiego Parku Krajobrazowego. Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. s. 1-155, ISBN 978-83-64235-02-3.
- 3.2.2. Daniszewski P. 2014. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water in the Miedwie Lake (North-West Poland) on the basis of the European Union Water Framework Directive. Asian Journal of Chemistry. Volume 26 (2014), 16059/2013. [Impact Factor IF 2012 - 0.253; punkty MNiSW - 15]
- 3.2.3. Daniszewski P. 2014. Quality of water in Dąbie Lake (North-West Poland) in different seasons of the year on the basis of the European Union Water Framework Directive. Asian Journal of Chemistry. Volume 26 (2014), 16059A/2013. [Impact Factor IF 2012 - 0.253; punkty MNiSW - 15]
- 3.2.4. Daniszewski P. 2013. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water of the lakes in the city of Szczecin on the basis of the EU Water Framework Directive. Journal of Ecological Engineering, Volume 14, No. 3, July 2013, pp. 24–30, DOI: 10.5604/2081139X.1055822. [punkty MNiSW – 5]
- 3.2.5. Daniszewski P. 2013. The assessment of Lakes' vulnerability to degradation in the city of Szczecin. Journal of Ecological Engineering. Volume 14, No. 2, April 2013, pp. 74–78. DOI: 10.5604/2081139X.1043188. [punkty MNiSW – 5]

3.3. Omówienie celu naukowego powyższych prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

OBIEKT BADAŃ

Badaniami objęto dwanaście jezior znajdujących się na terenie Pomorza Zachodniego:

- siedem jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego, tj. jeziora: Barlineckie, Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie i Wielgie,
- jezioro Miedwie oraz cztery jeziora leżące na terenie miasta Szczecin, tj. Dąbie, Głębokie, Rusalka i Szmaragdowe.

CELE BADAŃ:

Założono osiągnięcie następujących celów:

1. Prześledzenie zmian zawartości sezonowych parametrów ogólnych, zawartości metali ciężkich w wodzie i osadzie dennym jezior, zasobności wód w substancje biogenne oraz zmian aktywności ogólnej fosfatazy zasadowej w wodzie i osadzie dennym wybranych jezior Pomorza Zachodniego.

2. Określenie sposobu poprawy stanu wód w akwenach szczególnie zagrożonych degradacją lub silnie zanieczyszczonych poprzez wskazanie możliwości wykorzystania współczynnika biokoncentracji BCF (*Bioconcentration factor*) roślin wodnych, takich jak: rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum* L.), moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* Michx.) i rzęsa drobna (*Lemna minor* L.) do biomonitoringu zanieczyszczenia wód metalami ciężkimi: Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego.
3. Ocena wpływu zagospodarowania zlewni badanych jezior na kształtowanie się wybranych parametrów fizykochemicznych osadów dennych.
4. Określenie poziomu trofii badanych jezior na podstawie podatności każdego z jezior na degradację oraz roli zlewni w tym procesie.
5. Klasyfikacja akwenów Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego w ramach stosowanej w Polsce typologii rybackiej jezior.
6. Ocena na tle zmian trofii kształtowania się w badanych jeziorach Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego warunków siedliskowych ichtiofauny.

Jeziora są zaliczane do jednych z najważniejszych w przyrodzie ekosystemów słodkowodnych. Są to także zasoby wodne mające zastosowanie do celów komunalnych, przemysłowych czy rekreacyjnych [Vollenweider 1971; Likens 1975; Kajak 1979, 1998; Kubiak i Tadajewski 1980a, 1982b, 1982c; Kirchman i Pettersson 1995; Galicka i in. 1994; Lossow 1996a, b; Pijanowski i Kanownik 1997; Kondracki 2002; Kalff 2002; Kubiak 2003; Koc i Skwierawski 2004; Relyea i Hoverman 2006; Daniszewski 2012a, b, e, f, h, i, k, l, 2013a, c, d, f; Daniszewski i Draszawka-Bołzan 2012a, b, c, d, 2013; Daniszewski i Konieczny 2013a, b, c, d, e].

Rozwój działalności gospodarczej człowieka, a także nasilające się procesy przekształcające środowisko naturalne wpływają niekorzystnie na jakość środowiska przyrodniczego w tym na środowisko wodne [Olszewski i Tadajewski 1959; Kajak 1978, 1979; Alabaster i Lloyd 1980, 1982; Gotkiewicz i in. 1990; Bajkiewicz-Grabowska 1990; Guziur 1991; Antychowicz i Wejman 1994; Chojnacki i Kubiak 1995; Antychowicz 1996; Pijanowski i Kanownik 1997; Dodds i in. 1998; Machoy i Daniszewski 1999; Daniszewski 2000, 2001a, 2012a, b, e, k, l, 2013a, d, f, h; Adamus i in. 2001; Kalff 2002; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, 2002a, b, c; Daniszewski i Draszawka-Bołzan 2012a, b, c, d, 2013]. Procesy te potwierdzają fakt, że ochrona akwenów, a także ich właściwe użytkowanie stają się podstawą dla dalszego rozwoju społeczno-ekonomicznego [Olszewski i Tadajewski 1959; Kajak 1978, 1979; Psenner

i in. 1988; Dąbrowska-Prot i Hillbricht-Ilkowska 1991; Lossow i Więclawski 1991; Kudelska i in. 1994; Choiński 1995, 2007; Hillbricht-Ilkowska i Kostrzewska-Szlakowska 1996; Hillbricht-Ilkowska i in. 1996; Lossow 1995a, b, 1996a, b, 1998; Pyłka-Gutowska 2000; Barik i in. 2002; Bajkiewicz-Grabowska 2002, 2007; Daniszewski 2012a, b, e, g, k, l, 2013a, b, e, f, h; Daniszewski i Draszawka-Bołzan 2012a, b, c, f, 2013].

Obecnie w ochronie jezior wyróżnia się wewnętrzne metody rekultywacyjne, stosowane w obrębie misy jeziora, oraz zewnętrzne – ochronne, dotyczące ich zlewni [Lossow i Gawrońska 1992, 1998; Gawrońska 1994; Hillbricht-Ilkowska i Wiśniewski 1994a, b, 1996; Rajda i in. 1995; Mientki 1996; Lossow 1996a, 1998; Stumm i Morgan 1996; Roman 1998; Szyper i Kraska 1999; Podsiadłowski i in. 2000; Podsiadłowski 2001a, 2001b; Podsiadłowski i Pieczyński 2001; Wang i in. 2001; Wei i in. 2004; Kubiak i Tórz 2005; Relyea i Hoverman 2006]. Podstawowym, najbardziej skutecznym sposobem ochrony jezior jest ograniczenie lub likwidacja źródeł zasilania w biogeny, dlatego też niezbędne jest likwidowanie punktowych źródeł zanieczyszczeń oraz maksymalne ograniczenie odprowadzania ścieków zawierające związki biogenne [Hartman 1977; Wilamski i Śliwa 1978; Hanke i Piotrowski 1980; Domagała i in. 1982; Wilgat 1987; Dyrektywa 91/676; Dąbrowska-Prot i Hillbricht-Ilkowska 1991; Jensen i in. 1992; Lossow i Gawrońska 1992, 1998; Gawrońska 1994; Szyper i Gołdyn 1994; Doliński i in. 1995; Wichert 1995; Mientki 1996; Lossow 1996a, 1998; Nürnberg 1996; Durkowski 1998; EEA 1998; Durkowski i Walczak 1998; EEA 1999; Szyper i Kraska 1998, 1999; Wichert i Rapport 1998; Daniszewski i in. 1999, 2001a, b, 2002a, b; Podsiadłowski i in. 2000; Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60/EC – EU 2000; EEA 2001; Podsiadłowski 2001a, b; Podsiadłowski i Pieczyński 2001; WHO, EC 2002; Weigel 2003; UNCP 2003; EEA 2005; Kubiak i Tórz 2005; WRI 2005; Daniszewski 2008a, b, 2009a, b, 2012a, b, e, f, h, j, l, 2013a, c; Cyraniak i in. 2012a, b, 2013a, b].

Polska od 2004 roku rozpoczęła proces opracowywania planów gospodarowania wodami, których wdrożenie ma zapewnić poprawę stanu wód oraz środowiska od wód zależnego [Roman 1998; Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60 – EU 2000; Lossow i Więclawski 1991; Lossow 1996b; Pyłka-Gutowska 2000; Godlewska i Świerzowski 2004]. Konieczność taka wynika z Ramowej Dyrektywy Wodnej określającej ramy działania Państw Członkowskich UE w dziedzinie polityki wodnej [Dyrektywa 91/676; Roman 1998; Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60/EC – EU 2000; Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004].

Ramowa Dyrektywa Wodna wyznaczyła państwom członkowskim Unii Europejskiej osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego wód na terenie całej Unii do 2015 roku [Ramowa

Dyrektywa Wodna 2000/60 – EU 2000; Pyłka-Gutowska 2000; Godlewska i Świerzowski 2004].

Pomorze Zachodnie, na którym prowadzono badania, charakteryzuje się obecnością znacznej liczby jezior. Na terenie województwa zachodniopomorskiego znajduje się 1 575 zbiorników wodnych z powierzchniami powyżej 1 ha, a ich łączna powierzchnia wynosi 585,2 km², co stanowi 2,56% obszaru województwa [Filipiak i Raczyński 2000].

1. Ocena jakości wód powierzchniowych wybranych jezior Pomorza Zachodniego

Ocenę jakości wód powierzchniowych wybranych jezior Pomorza Zachodniego prowadzono określając wartości 12 wskaźników, tj. zawiesina ogólnej, pH, ChZT-Mn, BZT₅, O₂rozp., NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻rozp., P_{ogól.}, stopnia natlenienia wód, pozostałości po prażeniu, które określają jakość wód, a są uznawane za podstawowe [Dojlido 1995; Elbanowska i in. 1999; Hermanowicz i in. 1999] przy ustalaniu statusu ogólnego i trofii (szczegóły zostały przedstawione w publikacjach: 3.2.1; 3.2.2; 3.2.3; 3.2.4).

Badane jeziora Pomorza Zachodniego charakteryzowały się wodami średniej lub niskiej jakości (zgodnie z kryteriami Ramowej Dyrektywy Wodnej - 2000/60/EC). Zróżnicowanie następowało głównie na tle naturalnej podatności na wpływy antropogeniczne (szczegółowe dane przedstawiono w publikacjach: 3.2.1; 3.2.2; 3.2.3; 3.2.4). Według Maciaka [2003] ilość zanieczyszczeń w wodach jezior jest zmienna i uzależniona przede wszystkim od stanu wegetacji roślin i pory roku. Najwięcej zanieczyszczeń występuje jesienią i późną wiosną, czystą wodę obserwuje się natomiast zimą i w końcu lata. Odmienne zdanie ma na ten temat Dojlido [1995], który uważa, że najwyższe stężenie miogenów występuje w okresie zimowym. Autor ten uważa, że stężenia te spowodowane są zimową stagnacją, która charakteryzuje się obniżoną wegetacją organizmów. Ponadto, zarówno Chelmiński [2001] jak i Dojlido [1995] uważają, że niższe stężenia biogenów są oczywiste w okresie wiosenno-letnim, kiedy to związki te są pobierane i zużywane przez organizmy zasiedlające zbiornik.

Podczas badań stwierdzono wahania sezonowe wartości związków biogenych, tj. PO₄³⁻rozp., P_{og.}, NO₃⁻, NO₂⁻. Najwyższe wartości tych związków występowały w okresie wiosny i jesieni w latach prowadzonych badań w Jeziorze Barlineckim, natomiast w pozostałych badanych jeziorach występowały w okresie lata. Uzyskane wyniki potwierdzają obserwację

dokonaną przez Maciaka [2003] o ilości zanieczyszczeń w wodach jezior uzależnionych od stanu wegetacji roślin w danym zbiorniku oraz pory roku.

2. Badanie aktywności ogólnej fosfatazy zasadowej [ALP-EC 3.1.3.1] w wodzie i osadzie dennym jezior.

Badanie aktywności ogólnej fosfatazy zasadowej w wodzie i osadzie dennym jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego zostało opisane w publikacji 3.2.1.

Aktywność ogólnej fosfatazy zasadowej w wodzie i osadach dennych badanych jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego podlegała wahaniom sezonowym. Zarówno w wodzie, jak i osadzie dennym wyższy poziom tej aktywności stwierdzono wiosną (kwiecień) i w pełni lata (lipiec). W toni wodnej maksimum ogólnej aktywności fosfatazowej wystąpiło w lipcu, co jest zgodne z wynikami badań prowadzonych nad innymi jeziorami przez różnych autorów [Furczak 2000; Furczak i Bielińska 2001; Siwek 2009; Daniszewski 2012a, b, c, d, 2013e, f, g].

Badania nad aktywnością ogólnej fosfatazy prowadzone przez ww. autorów stanowią dowód potwierdzający sugestię Jonesa [1972] o przydatności badanego wskaźnika w ocenie stopnia troficzności zbiorników wodnych [Taga i Kobori 1978; Healey i Hendzel 1980; Smith i Kalff 1981; Chrost i in. 1984; Hino 1988; Gage i Gorham 1985; Pettersson 1985; Pick 1987; Burkholder i in. 1990; Feuillade i in. 1990; Olsson 1990; González i in. 1993; Vrba i in. 1993; Jamet i in. 1997; Kalinowska 1997; Spijkerman i Coesel 1998; Jamet i in. 2001; Rengefors i in. 2001, 2003; Gillor i in. 2002; Vaitomaa i in. 2002; Newman i in. 2003; Štrojsová i in. 2003, 2005; Sebastian i in. 2004; Cao i in. 2005, 2009; Nedoma i in. 2006; Nicholson i in. 2006; Tanaka i in. 2006; Mhamdia i in. 2007; Daniszewski 2012a, b, c, d, 2013e, f, g].

3. Badanie zawartości metali ciężkich w wodzie i osadzie dennym jezior.

Badanie zawartości metali ciężkich w wodzie i osadzie dennym jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego zostało opisane w publikacji 3.2.1.

Podczas prowadzonych badań uzyskano następujące:

- zawartości kadmu w badanych akwenach są poniżej dopuszczalnego limitu $2,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla śródlądowych wód powierzchniowych [Singare i in. 2013a, b],
- stężenia chromu w wodzie kształtowały się znacznie powyżej dopuszczalnego limitu $0,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, przyjętego dla śródlądowych wód powierzchniowych [Singare i in. 2013a],

- zawartości miedzi w wodzie badanych jezior kształtowały się poniżej dopuszczalnego limitu $3,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ dla śródlądowych wód powierzchniowych [Singare 2011a, b; Singare i in. 2011a, c; Singare i in. 2012a, b, c; Daniszewski i Konieczny 2013e, f, g; Singare i in. 2013a,b],
- zawartości rtęci kształtowały się znacznie powyżej maksymalnego poziomu $0,01 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ dla śródlądowych wód powierzchniowych [Moore i Ramamoorthy 1984; Singare 2011a, b; Singare i in. 2011b, c; Singare i in. 2012a, b, c; Daniszewski i Konieczny 2013e; Singare i in. 2013a],
- zawartości niklu znajdowały się poniżej granicy $3,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, tj. dopuszczalnego poziomu Ni dla śródlądowych wód powierzchniowych [Moore i Ramamoorthy 1984; Singare i in. 2010a, b; Singare 2011a, b; Singare i in. 2011a, b, c; Singare i in. 2012a, b, c; Daniszewski i Konieczny 2013e, f, g; Singare i in. 2013a, b],
- zawartości ołowiu kształtowały się poniżej dopuszczalnej granicy $0,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, tj. dopuszczalnego poziomu Pb dla śródlądowych wód powierzchniowych [Taub Frieda 2004; Tiwana i in. 2005; Singare i in. 2010a; Ezeonyejiaku i in. 2011; Singare 2011a, b; Singare i in. 2011a, b, c; Singare i in. 2012a,b,c; Daniszewski i Konieczny 2013e, f, g; Singare i in. 2013a, b],
- stężenia cynku dla badanych jezior mieszczą się poniżej dopuszczalnej granicy $5,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ dla śródlądowych wód powierzchniowych [Taub Frieda 2004; Tiwana i in. 2005; Singare i in. 2010a, b; Ezeonyejiaku i in. 2011; Singare 2011a, b; Singare i in. 2011a, b, c; Singare i in. 2012a, b, c; Daniszewski i Konieczny 2013e, f, g; Singare i in. 2013a, b].

Stężenia oznaczanych metali w osadach dennych oraz geochemiczne klasy czystości osadów dennych przedstawiono w publikacji 3.2.1.

Porównując uzyskane wyniki z danymi literaturowymi [Klavinš i in. 1995; Zauke i in. 1998; Szarfan 2003; Özmen 2004] należy stwierdzić, że badane osady charakteryzowały się małą zawartością miedzi, cynku i niklu, natomiast wykazywały stosunkowo dużą zawartość kadmu, rtęci i ołowiu. Należy podkreślić, że stężenia metali ciężkich w badanych osadach dennych są kilkakrotnie niższe od wyników badań jakie podaje Zauke i in. (1998) oraz Rippey i in. (2008).

4. Badanie wybranych wskaźników fizykochemicznych osadów dennych badanych jezior

Badanie wybranych wskaźników fizykochemicznych osadów dennych badanych jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego zostało opisane w publikacji 3.2.1.

Osady denne badanych jezior charakteryzowały się zróżnicowaniem wartości w zakresie frakcji organicznej w osadach litoralowym i profundalowym.

Dla badanych osadów obliczono procentowy udział materii organicznej – TOC·1,74, zgodnie z metodyką podaną przez Mudroch i in. [1997]. Wartość tego wskaźnika również zależały od rodzaju osadu w badanych jeziorach.

Przeprowadzone badania wykazały również zróżnicowanie wartości węgla organicznego i azotu ogólnego w poszczególnych jeziorach Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego. Ma to swoje odzwierciedlenie w obliczonych wartościach stosunku C:N (szczegóły przedstawiono w publikacji 3.2.1). Osady, dla których udział materii organicznej pochodzącej z roślin lądowych jest względnie mały w porównaniu z udziałem materii organicznej produkowanej, charakteryzują się niższym stosunkiem C:N [Arnaboldi 2003; Calvert 2004; Herczeg i in. 2001; Meyers 1997]. Wyższy stosunek C:N mają osady zasilane znacznymi ilościami detrytusu pochodzącego z roślin naczyniowych [Arnaboldi 2003; Calvert 2004; Herczeg i in. 2001; Meyers 1997].

W badanych jeziorach wartości stosunku C:N dla osadów mieszczą się w większości w przedziale od 12,2 do 20,4. Fakt ten wskazuje na względnie jednakowy udział szczątków roślin naczyniowych i nienaczyniowych w badanych osadach jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego [Cieślewicz 1999].

5. Ocena podatności badanych jezior na degradację

Podatność badanych jezior Pomorza Zachodniego na degradację oceniono, uwzględniając – poza wskaźnikami niezmiennymi w czasie – średnie i ekstremalne wartości tych, które zmieniają się w poszczególnych latach, tj. procent stratyfikacji wód oraz stosunek powierzchni dna czynnego do objętości epilimnionu [szczegóły przedstawiono w publikacjach - 3.2.1 i 3.2.5].

Oceniając wpływ zlewni na tempo dostawy materii, zlewnie analizowanych jezior zakwalifikowano do jednej z czterech grup podatności. Zlewnie jezior: Suche, Lubiszewko, Chłop, Wielgie i Szmaragdowe zaliczono do 3. grupy, czyli do zlewni o średniej podatności na uruchomienie ładunku zdeponowanego na ich obszarze. Zlewnie jezior: Barlineckiego, Przyłęg,

Lubie, Głębokie i Rusałka zaliczono do 4. grupy podatności na degradację. Zlewnie tych jezior charakteryzują się dużą możliwością dostarczenia materii. Cechami najbardziej sprzyjającymi dostawie materii do badanych zbiorników są: typ bilansowy jeziora, duże spadki, mały udział obszarów bezodpływowych oraz budowa geologiczna.

6. Ocena tempa eutrofizacji jezior

Ocenę tempa eutrofizacji jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego przedstawiono w publikacji - 3.2.1.

Na podstawie analizy układów ekologicznych zlewnia – jezioro określono intensywność eutrofizacji każdego ze zbiorników. Zastosowano kryteria zaproponowane przez Bajkiewicz-Grabowską [1985, 1987, 1990].

Badane zbiorniki zaliczono do dwóch grup, charakteryzujących się:

- umiarkowanym tempem eutrofizacji (typ 2) – jeziora te mają odporność kategorii II; zlewnie cechują się dużą możliwością uruchamiania ładunków obszarowych (grupa 3 i 4); zaliczono do tej grupy jeziora: Barlineckie, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie i Wielgie. Te przepływowe zbiorniki mają niekorzystne warunki zlewniowe – na ich obszarze prowadzona była lub jest intensywna gospodarka rolna, brakuje obszarów bezodpływowych, co sprzyja uruchamianiu ładunków obszarowych;
- szybkim tempem eutrofizacji (typ 4); jeziora są bardzo podatne na degradację (kategorie III), a cechy zlewni sprzyjają spływom obszarowym (grupa 3); kwalifikuje się do tej grupy jezioro Suche. Jezioro to ma cechy niekorzystne dla kształtowania czystości wód. Spowodowane jest to eumiktycznym (z tendencją do tachymiktycznego) lub tachymiktycznym typem mieszania oraz słabo zaznaczoną stratyfikacją. Dodatkowo niekorzystna jest proporcja małej objętości wód i znacznie rozwiniętej linii brzegowej. Takie cechy naturalne zlewni sprzyjają spływom obszarowym, a same jeziora są bardzo podatne na wpływy z zewnątrz. Układ taki znacznie przyspiesza eutrofizację [Bajkiewicz-Grabowska 1987, 1990].

7. Ocena poziomu oraz zmiany trofii jezior.

Ocenę poziomu oraz zmiany trofii jezior przedstawiono w publikacji - 3.2.1.

Poziom trofii badanych jezior określony został na podstawie średnich i ekstremalnych wartości poszczególnych wskaźników stwierdzonych w całym okresie badań każdego z jezior.

Na podstawie zastosowanego przez autora systemu punktowego badane akweny podzielono na dwie grupy:

- pierwszą, do której zaliczono zbiorniki o cechach eutrofii, tj. jeziora: Barlineckie, Suche, Lubiszewko, Przyłęg,
- drugą, do której zaliczono zbiorniki o cechach typowych dla pogranicza mezoeutrofii i eutrofii, tj. Chłop, Lubie, Wielgie.

Jeziora Barlineckie, Suche, Lubiszewko, Przyłęg w latach 2008-2012 wg założeń Carlsona [1977], Zdanowskiego [1983a, b], Kajaka [1983], Hillbricht-Ilkowskiej [1989], Vollenweidera [1989] zostały zaliczone do zbiorników eutroficznych bądź wg kryteriów Walkera [1979] do zbiorników eutroficznych i hipereutroficznych.

W jeziorze Barlineckim wg klasyfikacji Zdanowskiego [1983a, b], Kajaka [1983], a także Hillbricht-Ilkowskiej [1989] przeważają cechy eutrofii, determinowane przede wszystkim widzialnością wody, zawartością fosforu. Potwierdziły to wskaźniki dodatkowe tej klasyfikacji. Ilość chlorofilu „a” podczas badań była typowa dla eutrofii.

Według kryteriów Vollenweidera [1989] jezioro Barlineckie, ze względu na widzialność krążka Secchiego i warunki tlenowe wód przydennych, zawsze było eutroficzne; okresowo stan taki potwierdzała występująca wiosną ilość chlorofilu „a”. Zawartość fosforu w wodach powierzchniowych (średnie z pomiarów wiosną i latem) również kwalifikowała ten zbiornik do eutrofii. Zgodnie z zasadami Kajaka [1983], Zdanowskiego [1983a, b], Bajkiewicz-Grabowskiej i in. [1989], Hillbricht-Ilkowskiej [1989]; Hillbricht-Ilkowskiej i Wiśniewskiego [1994a, b], Hillbricht-Ilkowskiej i in. [1996], przy jednoczesnym wystąpieniu najbardziej korzystnych wartości poszczególnych wskaźników, jezioro Barlineckie nabrałoby cech mezoeutrofii bądź – wg założeń Vollenweidera [1989] – byłoby na pograniczu mezoeutrofii i eutrofii. Ewentualne wystąpienie niekorzystnych warunków pogłębiałoby hipertrofię (szczegóły przedstawiono w publikacji - 3.2.1).

Wszystkie ww. zbiorniki charakteryzowały się przy wystąpieniu niekorzystnych wartości złymi warunkami tlenowymi w wodach zalegających przy dnie ($O_2 < 10\%$), co – zgodnie z kryteriami Vollenweidera [1989] – wskazywało na hipertrofię (szczegóły przedstawiono w publikacji - 3.2.1).

Przy wystąpieniu niekorzystnych wartości parametrów stosowanych do oceny trofii, wg kryteriów Walkera [1979], wszystkie cztery zbiorniki (tj. jezior Barlineckie, Suche, Lubiszewko, Przyłęg) uznane byłyby za hipertroficzne, zaś według kryteriów Carlsona [1977], a także Vollenweidera [1989] za eutroficzne. Stosując klasyfikację Zdanowskiego [1983a, b],

Kajaka [1983], Bajkiewicz-Grabowskiej i in. [1989], Hillbricht-Ilkowskiej i in. [1996], przy korzystnych warunkach omawiane jeziora mogłyby być uznane za mezoeutroficzne, zaś przy niekorzystnych – za eutroficzne (szczegóły przedstawiono w publikacji - 3.2.1).

Jeziora: Chłop, Lubie, Wielgie – wg podziału Zdanowskiego [1983a, b], Kajaka [1983], Bajkiewicz-Grabowskiej i in. [1989], Hillbricht-Ilkowskiej i in. [1996] – uznane byłyby za mezoeutroficzne (szczegóły przedstawiono w publikacji - 3.2.1). Według kryteriów Carlsona [1977] są to zbiorniki z pogranicza mezoeutrofii i eutrofii. Zawsze latem wartości charakterystyczne dla mezoeutrofii przyjmowały widzialność krążka Secchiego oraz zawartość chlorofilu „a” w wodach powierzchniowych. Typowe dla eutrofii były stężenia fosforu całkowitego. Stosując kryteria podawane przez Vollenweidera [1989] i uwzględniając średnie zawartości chlorofilu „a” oraz fosforu całkowitego a także widzialność krążka Secchiego w wodach powierzchniowych z pomiarów wiosną i latem można stwierdzić, że omawiane jeziora miały cechy mezoeutrofii i eutrofii. Natomiast latem notowano typowe dla mezotrofii widzialność oraz zawartość chlorofilu „a”. Omawiane jeziora cechują się natlenieniem wód przydennych mniejszym niż 10%; okresowo dochodzi do całkowitego odtlenienia (hipertrofia).

8. Klasyfikacja rybacka badanych jezior

Klasyfikację rybacką badanych jezior przedstawiono w publikacji 3.2.1.

Przeprowadzone badania pozwoliły na klasyfikację jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego w ramach stosowanej w Polsce typologii rybackiej jezior. Typologia ta wyróżnia 5 typów jezior: sielawowe, leszczowe, sandaczowe, linowo-szczupakowe i karasiowe [Szczerbowski 1993; Filipiak i Sadowski 1994; Filipiak i in. 1995, 1999; Filipiak i Raczyński 2000; Penczak 2000].

Uwzględniając oznaczane wskaźniki jakości środowiska, a także obserwacje terenowe, spośród badanych akwenów do typu:

- leszczowego zaliczono Jezioro Barlineckie,
- sandaczowego zaliczono jeziora: Suche, Lubiszewko, Chłop, Lubie, Wielgie,
- linowo-szczupakowego zaliczono jezioro Przyłęg.

Jeziora leszczowe mają powierzchnię powyżej 100 ha i głębokość maksymalna od 15 do 20 m; w najgłębszych partiach dno najczęściej jest pokryte warstwą osadów organicznych. W zbiornikach tych epilimnion sięga do 5-6 m, metalimnion charakteryzuje się gradientem temperatury rzadko większym niż $2,5^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$, a widzialność krążka Secchiego nie przekracza 4 m. Jeziora leszczowe charakteryzują się wyższym poziomem trofii niż sielawowe, dość często

w warstwie przydennej tych zbiorników brakuje tlenu, występuje natomiast siarkowodór [Szczerbowski 1993; Filipiak i Sadowski 1994; Filipiak i in. 1995; Filipiak i Raczyński 2000; Penczak 2000].

Jeziora sandaczowe charakteryzują się głębokością maksymalną wynoszącą od 6 do 12 m i powierzchnią od kilkunastu do kilkudziesięciu hektarów. Ich dno jest twarde, miejscami pokryte większymi ilościami mułu. Roślinność wynurzona jest silnie rozwinięta, przy dominacji trzciny pospolitej [Szczerbowski 1993; Filipiak i Sadowski 1994; Filipiak i in. 1995; Filipiak i Raczyński 2000; Penczak 2000]. Ze względu na ograniczoną przezroczystość wody (od 0,9 do 1,5 m) roślinność zanurzona jest raczej słabo rozwinięta. W jeziorach tego typu już od głębokości 5-6 m mogą występować deficyty tlenu [Szczerbowski 1993; Filipiak i Sadowski 1994; Filipiak i in. 1995; Filipiak i Raczyński 2000; Penczak 2000].

Jeziora linowo-szczupakowe charakteryzują się niewielką głębokością (do 6 m), silnie mulistym dnem, intensywnie rozwiniętą roślinnością i małą przejrzystością wody. Typowe gatunki ryb to lin, szczupak, płoć, węgorz, jazgarz, karaś [Szczerbowski 1993; Filipiak i Sadowski 1994; Filipiak i in. 1995; Filipiak i Raczyński 2000; Penczak 2000].

9. Wyznaczenie współczynników biokoncentracji BCF (*BIOCONCENTRATION FACTOR*)

Wyznaczenie współczynników biokoncentracji BCF zostało opisane w publikacji 3.2.1.

Podczas prowadzonych badań duże wartości współczynnika biokoncentracji BCF (> 1000) u rogotka sztywnego (*Ceratophyllum demersum* L.), moczarki kanadyjskiej (*Elodea canadensis* Michx.) i rzęsy drobnej (*Lemna minor* L.) świadczą o bardzo dobrych właściwościach akumulacyjnych metali ciężkich ww. roślin wodnych.

Rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum* L.) miał współczynnik biokoncentracji BCF > 1000 dla Cd, Cr, Hg.

Moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* Michx.) miała współczynnik BCF > 1000 dla Cd, Cr, Cu, Hg, Pb.

Rzęsa drobna (*Lemna minor* L.) miała współczynnik BCF > 1000 dla następujących metali – Cd, Cu, Pb.

Z przeprowadzonych badań wynika, że rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum* L.), moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* Michx.) i rzęsa drobna (*Lemna minor* L.) charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami bioakumulacyjnymi w odniesieniu do wybranych metali ciężkich.

Właściwości te w przyszłości mogą zostać wykorzystane w biomonitoringu zanieczyszczenia wód powierzchniowych, a także w procesach fitoremediacji.

Podsumowanie

W celu ochrony badanych jezior przed pogarszaniem się ich stanu trofii należy zastosować generalne zasady:

- ograniczyć ilości zanieczyszczeń przedostających się ze źródeł punktowych (zaleca się ich zinwentaryzowanie i zbilansowanie),
- podjąć działania w kierunku ograniczenia źródeł przestrzennych w agrosystemach, w krajobrazie rolniczym oraz w strefie kontaktowej ląd – woda.

Po to, aby nie dopuścić do dalszego pogarszania się czystości wód, należy uporządkować gospodarkę ściekową wokół jezior: Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie.

Jeziora Głębokie, Dąbie, Miedwie i Barlineckie są intensywnie wykorzystywane rekreacyjnie. W bezpośredniej zlewni tych jezior funkcjonują ośrodki wypoczynkowe oraz domy letniskowe. W celu ochrony tych jezior należałoby ocenić i objąć stałą kontrolą gospodarkę ściekową tych obiektów wypoczynkowych.

Jeziora: Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie wymagają podjęcia niezwłocznie działań likwidujących obszarowe źródła zanieczyszczeń poprzez zdecydowaną zmianę użytkowania zlewni – racjonalizację stosowania nawozów sztucznych, stosowanie przed- i poplonów oraz poprzez wszelkie działania zmierzające do tworzenia długotrwałej pokrywy roślinnej gleb.

Według Chelmskiego (2001) strefy, w których jest zachowana roślinność naturalna łąkowa i zadrzewienia, stanowią skuteczny filtr w dopływie zanieczyszczonych wód zmywowych do zbiornika.

Aby temu przeciwdziałać należy wprowadzić bariery biogeochemiczne (np. zadrzewienia śródpolne, łąki, oczka wodne) wzdłuż linii brzegowej badanych jezior - Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie, które ograniczyłyby spływy zatrzymując znaczną ilość biogenów dostających się do zbiornika wraz ze spływem powierzchniowym [Lossow i Więclawski 1991; Ryszkowski i in. 1994; Koc 2000; Spychaj-Fabisiak i in. 2001; Koc i Szyperek 2004].

Zaproponowane obszary lokalizacji barier biogeochemicznych wokół badanych jezior: Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie przedstawiono w publikacji 3.2.1.

Na obszarach silnie zurbanizowanych (jakim jest obszar jezior Głębokiego, Miedwie, Dąbie, Szmaragdowego i Barlineckiego) skanalizowanie i centralizacja oczyszczania ścieków jest jedynym możliwym rozwiązaniem. W przypadku zlewni bezpośredniej badanych jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego (jak Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie), o nierównomiernej i rozproszonej zabudowie, regułą winna być strategia: „pobierz – wykorzystaj – oczyść – zwróć, skąd pobrałeś” [Kudelska i in. 1994; Hillbricht-Ilkowska, Kostrzewska-Szlakowska 1996; Hillbricht-Ilkowska i in. 1996]. Zakłada ona zwrot do gruntu wody pobranej z zasobów gruntowych po jej wykorzystaniu i oczyszczeniu w niewielkich sprawnie działających oczyszczalniach lokalnych [Bajkiewicz-Grabowska 1981, 1985, 1987, 1990, 2008; Borowiec i Zabłocki 1988; Kudelska i in. 1994; Hillbricht-Ilkowska i Kostrzewska-Szlakowska 1996; Hillbricht-Ilkowska i in. 1996; Daniszewski 2000, 2008a, b, 2009a; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, c, d, 2002a, b, c; Kubiak 2003; Clark i in. 2004; Małecki 2008; Sidoruk i Kobus 2010; Cyraniak i in. 2012a, b, 2013a, b]. W przypadku tych terenów dobrą propozycją właściwego gospodarowania gospodarką wodno – ściekową jest stosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków.

Wartym uwagi rozwiązaniem technicznym jest oczyszczalnia roślinno – wodna, która została zaprojektowana przez autora niniejszego autoreferatu w skali laboratoryjnej i wykorzystana w ocenie skuteczności oczyszczania ścieków komunalnych [Daniszewski 2000, 2008a, b, 2009a; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, c, 2002a, b, c].

W zaprojektowanej laboratoryjnej oczyszczalni roślinno-wodnej ścieki przechodzą przez zespół zbiorników – reaktorów biologicznych, w których w procesie oczyszczania ścieków uczestniczy system korzeniowy roślin, kształtująca się w bioreaktorze mikroflora bakteryjna oraz fito- i zooplankton [Daniszewski 2000, 2008a, 2009a; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, c, 2002a, b, c]. Badania przeprowadzono z udziałem ośmiu roślin wodnych, tj. trzciny wodnej (*Phragmites australis*), pałki szerokolistnej (*Typha latifolia*), hiacynta wodnego (*Eichhornia crassipes*), pistii rozetkowej (*Pistia stratiotes*), osoki aloesowatej (*Stratiotes aloides*), rzęsy drobnej (*Lemna minor*), moczarki kanadyjskiej (*Elode canadensis*) i rogatka sztywnego (*Ceratophyllum demersum*) [Daniszewski 2000; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, c, 2002a, b, c].

Spadek stężenia substancji organicznej wyrażonej w BZT₅ i ChZT wynosił od 88,7% do 96,7% dla BZT₅ i od 84,6% do 89,1% dla ChZT, usuwanie azotu ogólnego wynosiło od 74,0% do 92,7%, a fosforu od 89,3% do 92,4%. Efektywność obniżania wskaźników mikrobiologicznych wynosiła - dla ogólnej liczby bakterii od 47,8% do 70,3%, dla ogólnej liczby grzybów od 6,1%

do 22,1% [Daniszewski 2000, 2008a, b, 2009a; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, c, 2002a, b, c].

Istotnym źródłem biogenów wprowadzanych bezpośrednio lub pośrednio do wód jezior Pomorza Zachodniego jest obecnie i może być w przyszłości stale rozwijający się ruch turystyczny (głównie na wodach jezior Głębokie, Dąbie, Miedwie, Barlineckie). Jego cechą charakterystyczną jest sezonowość z maksimum obejmującym 3-4 miesiące okresu wiosenno-letniego. O ile zanieczyszczenia związane z turystyką lądową są w dużym stopniu kontrolowane i usuwane w istniejących oczyszczalniach ścieków, to rozwój infrastruktury odbioru i utylizacji ścieków wytwarzanych przez żeglarzy nie nadąża za rozwojem żeglarstwa na badanych jeziorach Pojezierza Zachodniego [Bajkiewicz-Grabowska 1981, 1985, 1987, 1990, 2008; Florczyk 1982; Giercuskiewicz-Bajtlik 1990; Kudelska i in. 1994; Żbikowski i Żelazo 1994; Lossow 1996a; Pijanowski i Kanownik 1997; Taylor i in. 1997; Miller i Hirst 1998; Thornton i Dise 1997; Hermanowicz i in. 1999; Mosiej 1999; Peters 1999; Galicka i in. 1994, 2003; Chełmiński 2001; Furczak i Bielińska 2001; Bajkiewicz-Grabowska 2002; Krzemień i in. 2003; Kubiak 2003; Clark i in. 2004; Małecki 2008; Sidoruk i Kobus 2010; Daniszewski 2000, 2008a, b, 2009a; Daniszewski i Falkowski 2001a, b, c, d, 2002a, b, c]. Stan taki prowadzi do wprowadzania łatwo przyswajalnych biologicznie form N i P wprost do wód jeziornych i to w okresie największego zapotrzebowania na nie mikroorganizmów planktonowych [Bajkiewicz-Grabowska 1981, 1985, 1987, 1990, 2008; Kudelska i in. 1994; Hillbricht-Ilkowska i Kostrzewska-Szlakowska 1996; Hillbricht-Ilkowska i in. 1996]. Dokładna liczba jachtów żaglowych pływających po badanych jeziorach Pomorza Zachodniego nie jest znana. Brak jest danych na temat ilości zanieczyszczeń płynnych odbieranych z toalet jachtowych.

Zagrożenie powierzchniowym spływem biogenów, stwarzane przez odradzające się głównie w zlewni Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego rolnictwo, jest trudne do oszacowania. Ze względu na stosunkowo dużą mobilność w środowisku i stosunkowo niską w porównaniu z nawozami fosforowymi cenę, szczególnie istotnym zagrożeniem są i będą w przyszłości nawozy azotowe oraz gnojowica [Domagała i in. 1982; Dąbrowska-Prot i Hillbricht-Ilkowska 1991; Lossow i Gawrońska 1992, 1998; Gawrońska 1994; Doliński i in. 1995; Kubiak i in. 1996a, 1997a, b, c, d, e, f; Lossow 1996a, 1998; Mientki 1996; Daniszewski i in. 1999, 2001a, b, 2002a, b; Podsiadłowski i in. 2000; Podsiadłowski 2001a, b; Podsiadłowski i Pieczyński 2001; Konieczny 2004; Kubiak i Tórz 2005; Daniszewski 2008a, b, 2009a, b; Cyraniak i in. 2012a, b, 2013a, b].

Zgodnie z danymi Komisji Europejskiej rolnictwo odpowiada za ponad 50% ilości N wprowadzanego do wód powierzchniowych [Dyrektywa 91/676/EEC z dnia 12.12.1991; Lossow i Więclawski 1991; Lossow 1996b; Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60 - EU 2000; Pyłka-Gutowska 2000; Godlewska i Świerzowski 2004]. Ograniczeniu zanieczyszczenia wód jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego azotem przez nadużywanie nawozów azotowych zapobiegają w pewnym stopniu wytyczne tzw. Dyrektywy azotanowej UE z 1991 r., będącej jednym z pierwszych aktów prawnych mających na celu kontrolę zanieczyszczeń generowanych przez działalność rolniczą i poprawę jakości wód powierzchniowych [Dyrektywa 91/676/EEC z dnia 12.12.1991].

Jak podają Koc i Szyperek (2004) z obszarów rolniczych roczne spływy azotu z wodami powierzchniowymi mogą wynieść około 11 kg z 1 ha zlewni, a w zlewniach elementarnych zmeliorowanych osiągają 28 kg z 1 ha. Ładunek taki może stanowić istotne zagrożenie wód powierzchniowych [Ryszkowski i in. 1994; Koc 2000; Koc i Szyperek 2004].

Wskazane jest podjęcie zabiegów rekultywacyjnych w badanych jeziorach - Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie, zmierzających do ograniczenia „wewnętrznego” zasilania w biogeny. Proponuje się zastosowanie w wyżej wymienionych jeziorach jednej z niżej wymienionych metod lub też połączenia ze sobą metod rekultywacyjnych jezior:

- inaktywację fosforu w osadach dennych,
- pokrycie dna akwenu warstwą substancji izolującej o nazwie handlowej Phoslock,
- usytuowanie tworzyw sztucznych w akwenach na powierzchni osadów dennych,
- usunięcie osadów dennych,
- wyprowadzanie wód nadosadowych poza ekosystem zbiornika wodnego,
- biomanipulację,
- wykaszanie roślinności [Lossow 1985, 1994, 1996a, b, 1998; Piotrowicz 1988; Rzewuska i Jankowski 1988; Lossow i Gawrońska 1992; 2000; Wysocki 1993; Szlauer 1994; Wiśniewski 1999, 2000, 2007; Kufel 2000; Olrik 2000; Szyper i Gołdyn 2000; Pieczyński 2001; Bańkowska 2008; Bańkowska i Wasilewicz 2008; Sadecka i Waś 2008a, b; Gołdyn i in. 2009] (szczegóły powyższych metod zostały opisane w publikacji 3.2.1).

Główne wnioski wynikające z opisanych w niniejszym autoreferacie osiągnięć naukowych są następujące:

1. Jeziora: Barlineckie, Suche, Lubie, Wielgie, Głębokie i Rusalka są zbiornikami hipertroficznymi, o silnie zanieczyszczonych wodach (głównie III klasa zgodnie z klasyfikacją Ramowej Dyrektywy Wodnej). Charakteryzują się znaczną dynamiką wód; układy termiczne są charakterystyczne dla tachymiksji. Występuje skłonność do polimiktycznego typu mieszania. Dlatego w wymienionych wyżej jeziorach, przy intensywnym obiegu materii, znaczny wpływ na poziom biogenów w wodzie miał proces ich przenikania z osadów dennych.
2. Brak obszarów bezodpływowych oraz przepływowy charakter jezior: Barlineckie, Suche i Lubie, Wielgie sprzyjają dostarczaniu biogenów. Sposób oddziaływania zlewni na jeziora oraz ich duża podatność na degradację wpływały na szybką eutrofizację tych jezior. Zabiegi ochronne powinny obejmować niezwłoczne działania likwidujące lub zmniejszające rozmiary obszarowych źródeł zanieczyszczeń. W celu zachowania, a w dalszej perspektywie poprawy jakości wód Jeziora Barlineckiego należy przeciwdziałać wzbogacaniu jeziora w biogeny w związku z wykorzystywaniem zlewni bezpośrednio do rekreacji (ośrodki wypoczynkowe) oraz kontrolować gospodarkę ściekową miasta Barlinka.
3. Należy w sposób zasadniczy zmienić sposób użytkowania zlewni jezior: Suche, Lubie i Wielgie, racjonalizować stosowanie nawozów sztucznych, stosować przed- i poplony oraz podjąć wszelkie działania zmierzające do tworzenia długotrwałej pokrywy roślinnej gleb na obszarze zlewni. Należy stworzyć trwały pas roślinności, stanowiący barierę ograniczającą migrację biogenów w kierunku jezior: Lubie i Wielgie.
4. W przypadku jezior: Lubiszewko, Przyłęg i Chłop (zbiorniki przepływowe) cała zlewnia bierze udział w dostarczaniu materii organicznej. Jeziora te są mało odporne na wpływy z zewnątrz. Wynika to z ich cech morfometrycznych (mała głębokość średnia, mała objętość w stosunku do długości linii brzegowej), tachymiktycznego mieszania mas wodnych oraz ze znacznego wewnętrznego wzbogacania jeziora w biogeny z osadów dennych znajdujących się w obrębie epilimnionu (niski procent stratyfikacji wód). Jeziora: Lubiszewko, Przyłęg, Chłop charakteryzowały się wodami najlepszej jakości (II klasa czystości zgodnie z klasyfikacją Ramowej Dyrektywy Wodnej). W celu niedopuszczenia do dalszego pogarszania się jakości wód tych akwenów należy prowadzić racjonalną gospodarkę rolną na obszarze zlewni bezpośrednio, a także

uregulować gospodarkę ściekową miejscowości oraz ośrodków wypoczynkowych zlokalizowanych wokół tych jezior.

5. W przypadku zlewni bezpośredniej badanych jezior Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego (jak Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie), o nierównomiernej i rozproszonej zabudowie, regułą winna być strategia: „pobierz – wykorzystaj – oczyść – zwróć, skąd pobrałeś”. W przypadku tych terenów dobrą propozycją właściwego gospodarowania gospodarką wodno – ściekową jest wykorzystanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Warty uwagi rozwiązaniem technicznym jest oczyszczalnia roślinno – wodna, w której ścieki przechodzą przez zespół zbiorników – reaktorów biologicznych, w których w procesie oczyszczania ścieków uczestniczy system korzeniowy roślin wodnych, kształtująca się w bioreaktorze mikroflora bakteryjna oraz fito- i zooplankton.
6. Wskazane jest podjęcie zabiegów rekultywacyjnych w badanych jeziorach - Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie, zmierzających do ograniczenia „wewnętrznego” zasilania w biogeny. Proponuje się zastosowanie w wyżej wymienionych jeziorach jednej z niżej wymienionych metod lub też połączenia ze sobą metod rewitalizacyjnych jezior:
 - inaktywację fosforu w osadach dennych,
 - pokrycie dna akwenu warstwą substancji izolującej o nazwie handlowej Phoslock,
 - usytuowanie tworzyw sztucznych w akwenach na powierzchni osadów dennych,
 - usunięcie osadów dennych,
 - wyprowadzanie wód nadosadowych poza ekosystem zbiornika wodnego,
 - biomanipulację,
 - wykaszanie roślinności.
7. Z przeprowadzonych badań wynika, że rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum* L.), moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* Michx.) i rzęsa drobna (*Lemna minor* L.) charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami bioakumulacyjnymi w odniesieniu do wybranych metali ciężkich:
 - *Ceratophyllum demersum* L. miał współczynnik biokoncentracji BCF > 1000 dla Cd, Cr, Hg,
 - *Elodea canadensis* Michx. miała współczynnik BCF > 1000 dla Cd, Cr, Cu, Hg, Pb,
 - *Lemna minor* L. miała współczynnik BCF > 1000 dla następujących metali – Cd, Cu, Pb.

8. Temperatura i pH wody badanych jezior kształtowały się na poziomie charakterystycznym dla badanych pór roku i nie miały znaczącego wpływu na zawartość związków biogenych.
9. Temperatura wody, stężenie jonów wodorowych, zawiesina ogólna w badanych jeziorach Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego nie należały do czynników ograniczających występowanie ichtiofauny.
10. Zgodnie z typologią rybacką Jezioro Barlineckie zaliczono do typu leszczowego, jeziora: Suche, Lubiszewko, Chłop, Lubie, Wielgie – do typu sandaczowego, jezioro Przyłęg – do typu linowo-szczupakowego.

Literatura

- [1] Adamus, P., Danielson T.J., Gonyaw A., 2001. Indicators for monitoring biological integrity of inland, freshwater wetlands. A survey of North American Technical Literature (1990-2000). EPA843-R-01. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Wetlands Division, Washington, D.C.
- [2] Alabaster J.S., Lloyd R., 1980. Water quality criteria for freshwater fish. FAO London.
- [3] Alabaster J.S., Lloyds R., 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Second edition, Butterworths publication London.
- [4] Antychowicz J., 1996. Choroby i zatrucia ryb. Wyd. SGGW Warszawa.
- [5] Antychowicz J., Wejman M., 1994. Środowiskowe choroby ryb. [W:] Choroby ryb hodowlanych, red. K. Siwicki, J. Antychowicz, J. Waluta, IRŚ Olsztyn, 205-319.
- [6] Arnaboldi M., Meyers P.A., 2003. Geochemical evidence for paleoclimatic variations during deposition of two late pliocene sapropels from the Vrica section, Calabria. *Palaeo* 190, 257- 271.
- [7] Bajkiewicz-Grabowska E., 1981. The influence of the physical geographic environment on the biogenous matter delivery to the lake. *J. Hydrol. Sci.* 8(1-2), 63-73.
- [8] Bajkiewicz-Grabowska E., 1985. Struktura fizyczno-geograficzna zlewni jako podstawa oceny dostawy materii biogennej do jezior. *Pr. Stud. Geogr.* 7, 65-89.
- [9] Bajkiewicz-Grabowska E., 1987. Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie. *Wiad. Ekol.* 33(3), 279-289.
- [10] Bajkiewicz-Grabowska E., 1990. Stopień naturalnej podatności jezior na eutrofizację na przykładzie wybranych jezior Polski. *Gospod. Wod.* 12, 270-272.
- [11] Bajkiewicz-Grabowska E., 2002. Obieg materii w ekosystemach rzeczno-jeziornych. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.
- [12] Bajkiewicz-Grabowska E., 2002. The circulation of matter in river-systems of Lake. Warsaw Publisher UW.
- [13] Bajkiewicz-Grabowska E., 2007. Zróżnicowanie troficzne jezior – stan obecny, miejsce w klasyfikacji troficznej. [W:] Jeziora Kaszubskiego Parku Krajobrazowego, red. D. Borowiak, Uniwersytet Gdański, 293-305.
- [14] Bajkiewicz-Grabowska E., 2008. Obieg wody w systemie Wielkich Jezior Mazurskich. [W:] Ochrona rekultywacja wód Wielkich Jezior Mazurskich narzędziem rozwoju naukowego, gospodarczego i kulturowego regionu, red. I. Jasser, S. Robak, B. Zdanowski, Wyd. IRS Olsztyn.
- [15] Bajkiewicz-Grabowska E., Hillbricht-Ilkowska A., Kajak Z., Kufel L., 1989. Metodyka oceny odporności i obciążenia jezior, stanu eutrofizacji i czystości ich wód oraz wpływu zlewni. *Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko, Jeziora Mazurskiego Parku Krajobrazowego* 1, 21-45.
- [16] Bajkiewicz-Grabowska E., Magnuszewski A., Mikulski Z., 1987. Przewodnik do ćwiczeń z hydrologii ogólnej. PWN Warszawa.
- [17] Bańkowska A., 2008. Efekty rekultywacji jeziora Elckiego metodą sztucznego napowietrzania i chemicznej destryfikacji fosforu. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 532, s. 19-29.
- [18] Bańkowska A., Wasilewicz M., 2008. Przegląd działań realizowanych w celu poprawy stanu Jeziora Zdworskiego. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, Rocznik XVII, Zeszyt 1 (39)*, s. 80-90.
- [19] Barik S.K., Purushothaman C.S., Mohanty A.N., 2001. Phosphatase activity with reference to bacteria and phosphorus in tropical freshwater aquaculture pond systems *Aquaculture Research* 32(10), 819-832.

- [20] Burkholder J.M., Wetzel R.G., Klomparens K.L., 1990. Direct comparison of phosphate uptake by adnate and loosely attached microalgae within an intact biofilm matrix. *Appl Environ Microbiol* 56: 2882–2890.
- [21] Calvert S.E., 2004. Beware intercepts: interpreting compositional ratios in multi-component sediments and sedimentary rocks. *Organic Geochemistry* 35, 981-987.
- [22] Cao X., Štrojsová A., Znachor P., Zapomělová E., Liu G., Vrba J., Zhou Y., 2005. Detection of extracellular phosphatases in natural spring phytoplankton of a shallow eutrophic lake (Donghu, China). *Eur J Phycol* 40:251–285 doi:10.1080/09670260500192760
- [23] Cao X., Song Ch., Zhou Y., 2009. Limitations of using extracellular alkaline phosphatase activities as a general indicator for describing P deficiency of phytoplankton in Chinese shallow lakes. *J Appl Phycol* DOI 10.1007/s10811-009-9422-0
- [24] Carlson R.F., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22(2), 361-369.
- [25] Chelmiński W., 2001. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- [26] Chmielewski T. J., Harabin M., 1993. Rolnictwo w parkach krajobrazowych i obszarach chronionego krajobrazu [w: Raporty wyjściowe. Proekologiczne zorientowanie polityki rolnej w Polsce na przełomie XX i XXI wieku], T. III. IERiGŚ, Warszawa, 111-121.
- [27] Choiński A., 1988. Wybrane zagadnienia z limnologii fizycznej Polski. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- [28] Choiński A., 1991. Katalog jezior Polski. Cz. I: Pojezierze Pomorskie. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- [29] Choiński A., 1995. Zarys limnologii fizycznej Polski. Wyd. Nauk. UAM Poznań.
- [30] Choiński A., 2007. Limnologia fizyczna Polski. Wyd. Nauk. UAM Poznań.
- [31] Chojnacki J.C., Kubiak J., 1995. Pomeranian Bay – Trophic level. 2. Biotic factors. 4th Internat. Symp. on Model Estuaries, Inst. François de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Nantes, France, 103-104.
- [32] Chrost R.J., Siuda W., Halemejko G.Z., 1984. Longterm studies on alkaline phosphatase activity (APA) in a lake with fishaquaculture in relation to lake eutrophication and phosphorus cycle. *Arch Hydrobiol* 70:1–32
- [33] Clark M.J., Cresser M.S, Smart R., Chapman P.J., Edwards A.C., 2004. The influence of catchment characteristics on the seansonality of carbon and nitrogen species concentrations in upland rivers of Northern Scotland. *Biogeochemistry*, 68(1):1 - 19.
- [34] Clesceri L.S., 1994. Standard methods for the examination of water and waste water. [In:] Collection and Preservation of Samples And Metals, APHA, AWWA, WEF, E. Arnold, A.E. Greenberg, A.E. Eaton (eds.), Washington DC.
- [35] Daniszewski P., 2000. Effectiveness of decreasing BOD₅ quality by *Pistia stratiotes*, *Echhornia crassipes* and *Stratiotes aloides* roots form in water-regetation form of imperf wastes. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* 84, 87-90.
- [36] Daniszewski P., 2008a. Aspekt ekologiczny oczyszczania ścieków metodą roślinno-wodną. *Ekologia i Technika* 5, 211-214.
- [37] Daniszewski P., 2008b. Vegetation – water purification as a way of solving problem of wastewater management on rural areas. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie* 4, 187-188.
- [38] Daniszewski P., 2009a. Oczyszczalnia roślinno-wodna. *Inżynier budownictwa* 11, 81-82.
- [39] Daniszewski P., 2009b. Oczyszczalnia ścieków stoczniowych jako źródło emisji bioaerozologii do powietrza atmosferycznego. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 4, 34-36.
- [40] Daniszewski P., 2012a. Activity of total alkaline phosphatase in water of the Barlinek lake *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 1, 13-16.
- [41] Daniszewski P., 2012b. Activity of total alkaline phosphatase in water of the Barlinek Lake of the during stagnation time of 2008. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 2, 42-45.
- [42] Daniszewski P., 2012c. Activity of total alkaline phosphatase in water of the Barlinek Lake_of 2009-2012. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 3, 80-85.
- [43] Daniszewski P., 2012d. Activity of total alkaline phosphatase in water of the Strażym Lake *International Letters of Chemistry. Physics and Astronomy* 4, 119-124.
- [44] Daniszewski P., 2012e. The C:N ratio of the analyzed of bottom sediments of the Barlinek Lake (spring, summer and autumn of 2008). *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 2, 46-52.
- [45] Daniszewski P., 2012f. The C:N ratio of the analyzed of bottom sediments of the Strażym Lake. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 4, 112-118.
- [46] Daniszewski P., 2012g. The dynamics of concentration of selected chemical components of rainfalls in the Międzyzdroje. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 5, 72-79.
- [47] Daniszewski P., 2012h. The dynamics of concentration of selected chemical components of rainfalls in the Szczecin. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 5, 80-87.
- [48] Daniszewski P., 2012i. Water quality of the surfaces waters of the Barlinek Lake of the during stagnation time of 2008. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 2, 35-41.
- [49] Daniszewski P., 2012j. Water quality of the surfaces waters of the Barlinek Lake_(spring, summer and autumn of 2008). *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 1, 6-12.

- [50] Daniszewski P., 2012k. Water quality of the surfaces waters of the Strażym Lake. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 3, 86-92.
- [51] Daniszewski P., 2012l. Właściwości fizykochemiczne wody Jeziora Barlineckiego w warunkach napowietrzania za pomocą aeratora pulweryzacyjnego. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych* 44, 16-21.
- [52] Daniszewski P., 2013a. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water of the lakes in the city of Szczecin on the basis of the EU Water Framework Directive. *Journal of Ecological Engineering* 14(3), 68-74, DOI: 10.5604/2081139X.1055822.
- [53] Daniszewski P., 2013b. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water in the lakes of the Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland) on the basis of the European Union Water Framework Directive. *Asian Journal of Chemistry*. 15702/2013.
- [54] Daniszewski P., 2013c. The assesment of Lakes' vulnerability to degradation in the city of Szczecin. *Journal of Ecological Engineering*, 14(2), 74-78, DOI: 10.5604/2081139X.1043188.
- [55] Daniszewski P., 2013d. Total alkaline phosphatase activity in bottom sediments of Rusalka lake in the city of Szczecin. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 7(1), 67-72.
- [56] Daniszewski P., 2013e. Total alkaline phosphatase activity in bottom sediments of Szmaragdowe lake in the city of Szczecin (North-West Poland). *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 8(2), 182-187.
- [57] Daniszewski P., 2013f. Total alkaline phosphatase activity in water of Rusalka lake in the city of Szczecin. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 7(1), 60-66.
- [58] Daniszewski P., 2013g. Total alkaline phosphatase activity in water of Szmaragdowe lake in the city of Szczecin in Poland. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 8(1), 87-93.
- [59] Daniszewski P., 2013h. Vulnerability assessment of Lakes on the degradation in the Barlinecko – Gorzowski Landscape Park. *Asian Journal of Chemistry*. 15241/2013
- [60] Daniszewski P., Draszawka-Bołzan B., 2012a. Influence of folding wastes on natural environment in Miedzzyzdroje. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 3, 67-72.
- [61] Daniszewski P., Draszawka-Bołzan B., 2012b. Influence of waste disposal sites on the environment in Miedzzyzdoje of 2005-2007. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 3, 73-79.
- [62] Daniszewski P., Draszawka-Bołzan B., 2012c. Selected parameters of water quality of the swimming pools port in Szczecin. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 4, 103-111.
- [63] Daniszewski P., Draszawka-Bołzan B., 2012d. Water quality of the surfaces waters of the swimming pools port in Swinoujście. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 4, 96-102.
- [64] Daniszewski P., Draszawka-Bołzan B., 2013. Effect of precipitation on the acidification of soils of West Pomeranian Voivodeship. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 1, 85-95.
- [65] Daniszewski P., Falkowski J., 2001c. Obniżenie wskaźników higieniczno-sanitar-nych ścieku oczyszczanego w systemie roślinno-wodnym. *Ogólnopolska Konf. Nauk. Problemy higieny i epidemiologii u progu XXI wieku*, Poznań – Kiekrz, 48.
- [66] Daniszewski P., Falkowski J., 200d. Obniżenie wskaźników mikrobiologicznych podczas oczyszczania ścieków metodą roślinno-wodną. *II Ogólnokrajowa Konf. Nauk. Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych*, Łódź, 154-156.
- [67] Daniszewski P., Falkowski J., 2001a. Communal sewage as a source of phosphorus for plants used for sewage treatment by water-plant method. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* 89, 25-28.
- [68] Daniszewski P., Falkowski J., 2001b. Communal sewage as a source of nitrogen for some plants used for sewage treatment by water-plant method. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* 89, 21-24.
- [69] Daniszewski P., Falkowski J., 2002a. Udział biostruktur w procesie obniżenia wskaźników mikrobiologicznych ścieków oczyszczanych metodą roślinno-wodną. *Konf. Nauk. Biologiczne Metody Oceny Stanu Środowiska Przyrodniczego, Paradyż*, 36.
- [70] Daniszewski P., Falkowski J., 2002b. Use of colonizing organisms for communal sewage treatment by water-plant method. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484, 125-129.
- [71] Daniszewski P., Falkowski J., 2002c. Utilization of water plants for sewage treatment in water-plant purification system. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484, 131-137.
- [72] Daniszewski P., Konieczny R., 2013a. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water and bottom macrofauna the Resko Lake on the basis of the European Union Water Framework Directive. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 5, 86-96.
- [73] Daniszewski P., Konieczny R., 2013b. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water and bottom macrofauna the Starzyc Lake on the basis of the European Union Water Framework Directive. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 5, 66-75.

- [74] Daniszewski P., Konieczny R., 2013c. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water of the Resko lake on the basis of the European Union Water Framework Directive. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 4, 98-104.
- [75] Daniszewski P., Konieczny R., 2013d. Evaluation of chemical and physico-chemical indicators of water of the Starzyc lake on the basis of the European Union Water Framework Directive. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 4, 91-97.
- [76] Daniszewski P., Konieczny R., 2013e. Heavy metal content of water in the lakes of the Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland). *Asian Journal of Chemistry*. 15726/2013.
- [77] Daniszewski P., Konieczny R., 2013f. Heavy Metal Content in Water of Resko Lake (North-West Poland). *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 8(3), 279-287.
- [78] Daniszewski P., Konieczny R., 2013g. Heavy Metal Content in Water of Starzyc Lake (North-West Poland). *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 8(3), 269-278.
- [79] Dąbrowska-Prot E., Hillbricht-Ilkowska A., 1991. Struktura i funkcjonowanie krajobrazu pojeziernego – próba ekologicznego spojrzenia, kierunki ochrony. *Ochr. Śr.* 15(3-4), 237-250.
- [80] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Off. J. Eur. Commun.* L 327, 22 December. 2000.
- [81] Dodds W.K., Jones J.R., Welch E.B., 1998. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Research* 32, 1455-1462.
- [82] Dojlido J., 1995. *Chemia wód powierzchniowych*. Wyd. Ekonomia i Środowisko Białystok.
- [83] Doliński A., Godowac D., Rolle Sz., Wrzesiński D., 1995. Ocena podatności jezior Wolińskiego Parku Narodowego na degradację i znaczenie warunków przyrodniczych zlewni w tym procesie. *Klify* 2, 33-43.
- [84] Domagała J., Kubiak J., Tadajewski A., Trzebiatowski R., 1982. Możliwości chowu pstrąga tęczowego w eutroficznych wodach estuariowych. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Ryb. Mor. Technol. Żywn.* 93(12), 81-103.
- [85] Durkowski T., 1998. Chemizm wód drenarskich obiektów Pomorza Zachodniego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 458, 349-356.
- [86] Durkowski T., Walczak B., 1998. Jakość wód powierzchniowych małych zlewniach rolniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 459 (supl.), 173-174.
- [87] Dyrektywa 91/676/EEC z dnia 12.12.1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniem powodowanym przez azotany pochodzące ze źródeł rolniczych. *Dz. Urz. UE*, L 375, 31.12.1991. P. 0001–0008.
- [88] EEA 1998. EUROWATERNET, The European Environment Agency's Monitoring and Information Network for Inland Water Resources. Technical Report No 7.
- [89] EEA 1999. Nutrients in European ecosystems, Environmental assessment report No 4.
- [90] EEA 2001. Eutrophication in Europe's coastal waters. Topic report No. 7.
- [91] EEA 2005. Source apportionment of nitrogen and phosphorus inputs into the aquatic environment. Report No 7/2005.
- [92] Elbanowska H., Zerbe J., Siepak J., 1999. *Fizyczno-chemiczne badania wód*. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- [93] Ezeonyejiaku C.D., Obiakor M.O., Ezenwelu C.O., 2011. *Online Journal of Animal and Feed Research* 1(4), 130-134.
- [94] Feuillade J., Feuillade M., Blanc P., 1990. Alkaline phosphatase activity fluctuations and associated factors in a eutrophic lake dominated by *Oscillatoria rubescens*. *Hydrobiologia* 207:233–240 doi:10.1007/BF00041461.
- [95] Filipiak J., Trzebiatowski R., Sadowski J., 1995. *Rybacktwo*. Wyd. AR Szczecin.
- [96] Filipiak J., Trzebiatowski R., Sadowski J., 1999. *Gospodarka rybacka na wodach otwartych*. Wyd. AR Szczecin.
- [97] Filipiak T., Raczyński M., 2000. *Jeziora zachodniopomorskie (zarys faktografii)*. Wyd. AR Szczecin.
- [98] Filipiak T., Sadowski J., 1994. *Jeziora szczecińskie – zarys faktografii*. Wyd. AR Szczecin.
- [99] Florczyk H., 1982. Współczynniki jednostkowego odpływu fosforu i azotu z wybranych zlewni obszaru Polski. *NOT PZITS Wrocław, Ochrona Środowiska* 1(11), 2-28.
- [100] Furczak J., 2000. Aktywność ogólnej fosfatazy zasadowej w wodzie i osadzie dennym niektórych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Cz. II. Eutroficzne jezioro Głębockie. *Acta Agrophysica* 4(2), 291-299.
- [101] Furczak J., Bielińska E.J., 2001. Aktywność ogólnej fosfatazy zasadowej w wodzie i osadzie dennym niektórych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego Cz. I. Mezotroficzne jezioro Piaseczno. *Acta Agrophysica* 56, 125-135.
- [102] Gage M.A., Gorham E., 1985. Alkaline phosphatase activity as an index of phosphorus status of phytoplankton in Minnesota lakes. *Freshw Biol* 15:227–233 doi:10.1111/j.1365-2427.1985.tb00195.x

- [103] Galicka W., Drożdżyk A., Korczyńska A., 1994. Bilans nutrientów zbiorników zaporowych i jezior. [W:] Zintegrowana strategia ochrony i zagospodarowania ekosystemów wodnych, red. M. Zalewski, Bibl. Monit. Środ. PIOŚ Łódź.
- [104] Galicka W., Kruk A., Zięba G., 2003. Dopływ związków biogenych do zbiornika zaporowego Jezioro. [W:] Bory Tucholskie II. Zasoby i ich ochrona, red. K. Gwoździński, Wyd. Uniw. Łódzki, 153-163.
- [105] Gawrońska H., 1994. Wymiana fosforu i azotu między osadami a wodą w jeziorze sztucznie napowietrzonym. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ochr. Wód Ryb. Śródl. E 19 (supl.), 1-50.
- [106] Giercuszkiewicz-Bajtlik M., 1990. Prognozowanie zmian jakości wód stojących. Instytut Ochrony Środowiska Warszawa.
- [107] Gillor O., Hadas O., Post A.F., Belkin S., 2002. Phosphorus bioavailability monitoring by a bioluminescent cyanobacterial sensor strain. *J Phycol* 38:107–115 doi:10.1046/j.1529-8817.2002.01069.x
- [108] Godlewska M., Świerzowski A. 2004. Hydroakustyka jako narzędzie monitoringu ryb i środowiska ekosystemów jeziorowych. W: Ochrona i rekultywacja jezior. 5 Konf. nauk.-techn. Toruń. PZLiTS s. 33–41.
- [109] Gołdyn R., Podsiadłowski S., 2009. Metody zrównoważonej rekultywacji jezior. Wielkopolski biuletyn Ekologiczny, nr 3, s. 2-4.
- [110] González J.M., Sherr B.F., Sherr E.B., 1993. Digestive enzyme activity as a quantitative measure of protistan grazing: the acid lysozyme assay for bacterivory. *Mar Ecol Prog* 100:197–206 doi:10.3354/meps100197
- [111] Gotkiewicz J., Hutorowicz H., Lossow K., Mosiej J., Pawłat H., Szymczak T., Traczyk T., 1990. Czynniki kształtujące obieg wody i biogenów w krajobrazie młodoglacjalnym. Wyd. Nauk. UAM Poznań.
- [112] Guziur J., 1991. Rybactwo w małych zbiornikach śródlądowych. PWRiL Warszawa.
- [113] Hanke J., Piotrowski J.K., 1980. Biochemiczne podstawy toksykologii. PZWL Warszawa.
- [114] Hartman J., 1977. Fischereiliche Veränderungen in kulturbedingt eutrophierungen Seen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 39, 243-354.
- [115] Healey F.P., Hendzel L.L., 1980. Physiological indicators of nutrient deficiency in lake phytoplankton. *Can J Fish Aquat Sci* 37:442–453 doi:10.1139/f80-058.
- [116] Herczeg A.L., Smith A.K., Dighton J.C., 2001. A 120 year record of changes in nitrogen and carbon cycling in Lake Alexandria, South Australia: C:N, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in sediments. *Applied Geochemistry* 16, 73-84.
- [117] Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady Warszawa.
- [118] Hillbricht-Ilkowska A., 1989. Jeziora Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Stan eutrofizacji, kierunki ochrony. Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko 1, 1-167.
- [119] Hillbricht-Ilkowska A., Kostrzewska-Szlakowska I., 1996. Ocena ładunku fosforu i stanu zagrożenia jezior rzeki Krutyni (Pojezierze Mazurskie) oraz zależności pomiędzy ładunkiem a stężeniem fosforu w jeziorach. Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko, Funkcjonowanie systemów rzeczno-jeziornych w krajobrazie pojeziernym: rzeka Krutynia (Pojezierze Mazurskie) 13, 97-123.
- [120] Hillbricht-Ilkowska A., Kostrzewska-Szlakowska I., Wiśniewski R., 1996. Zróżnicowanie troficzne jezior rzeki Krutyni (Pojezierze Mazurskie). Stan obecny, zmienność wieloletnia, zależności troficzne. Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko, Funkcjonowanie systemów rzeczno-jeziornych w krajobrazie pojeziernym: rzeka Krutynia (Pojezierze Mazurskie) 13, 125-153.
- [121] Hillbricht-Ilkowska A., Wiśniewski R., 1994b. Zróżnicowanie troficzne jezior Suwalskiego Parku Krajobrazowego i jego otuliny. Stan obecny, zmienność wieloletnia, miejsce w klasyfikacji troficznej jezior. Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko, Jeziora Suwalskiego Parku Krajobrazowego. Związki z krajobrazem, stan eutrofizacji i kierunki ochrony 7, 181-200.
- [122] Hillbricht-Ilkowska A., Wiśniewski R.J., 1994a. Jeziora Suwalskiego Parku Krajobrazowego. Związki z krajobrazem, stan eutrofizacji, kierunki ochrony. Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko 7, 1-282.
- [123] Hillbricht-Ilkowska A., Wiśniewski R.J., 1996. Funkcjonowanie systemów rzeczno-jeziornych w krajobrazie pojeziernym: rzeka Krutynia (Pojezierze Mazurskie). Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko 13, 1-462.
- [124] Hino S., 1988. Fluctuation of algal alkaline phosphatase activity and the possible mechanisms of hydrolysis of dissolved organic phosphorus in Lake Barato. *Hydrobiologia* 157:77–84 doi:10.1007/BF00008812.
- [125] Jamet D., Amblard C., Devaux J., 1997. Seasonal changes in alkaline phosphatase activity of bacteria and microalgae in Lake Pavin (Massif Central, France). *Hydrobiologia* 347:185–195 doi:10.1023/A:1003044008455.
- [126] Jamet D., Amblard C., Devaux J., 2001. Size-fractionated alkaline phosphatase activity in the hypereutrophic Villerest reservoir (Roanne, France). *Water Environ Res* 73:132–141 doi:10.2175/106143001X138787.

- [127] Jansson M., Olsson H., Pettersson K., 1988. Phosphatases: origin, characteristics and function in lakes. *Hydrobiologia* 170, 157-175.
- [128] Jones J.G., 1972. Studies on freshwater microorganisms: phosphatase activity in lakes of differing degrees of eutrophication. *J. Ecol.* 60, 777-791.
- [129] Kajak Z., 1978. Spływy ze zlewni a eutrofizacja wód. *Mat. Konf. Wpływ przemysłowej hodowli zwierząt na środowisko wodne i glebowe, Tow. Nauk. Organizacji i Kierowania Zielona Góra*, 112-123.
- [130] Kajak Z., 1979. *Eutrofizacja jezior*. PWN Warszawa.
- [131] Kajak Z., 1983. Dependences of chosen indices of structure and functioning of ecosystems of different trophic status and mictic type for 42 lakes. *Ecological characteristics of lakes in northeastern Poland versus their trophic gradient*. *Ekol. Pol.* 31, 495-530.
- [132] Kajak Z., 1998. *Hydrobiologia – limnologia*. PWN Warszawa.
- [133] Kalf J., 2002. *Limnology*. Prentice Hall Ltd. New Jersey.
- [134] Kalinowska K., 1997. Eutrophication processes in a shallow, macrophyte dominated lake - alkaline-phosphatase activity in Lake Łuknajno (Poland). *Hydrobiologia* 342-343:395-399 doi:10.1023/A:1017051726211.
- [135] Kirchman H., Pettersson S., 1995. Human urine – Chemical composition and fertilizer use efficiency. *Fertilizer Research* 40, 149-154.
- [136] Klavinš M., Briede A., Klavin A I., Rodinon V., 1995. Metals in sediments of lakes in Latvia. *Environment International* 21(4): 451-458.
- [137] Koc A., Skwierawski A., 2004. Fosfor w wodach obszarów rolniczych. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu* 1017, 168.
- [138] Koc J., 2000. Ekologiczne znaczenie ochrony i renaturyzacji oczek wodnych. W: *Renaturyzacja obiektów przyrodniczych – aspekty ekologiczne i gospodarcze* (red. Z. Michalczyk), Wydawnictwo UMCS, 123-130.
- [139] Koc J., Szyperek U., 2004. The effect of biogeochemical barriers in limiting nitrogen outflow in agricultural environment. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia*, VOL. LIX, Nr 1, 93-101.
- [140] Kondracki J., 2002. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
- [141] Konieczny R., 2004. Aeracja pulweryzacyjna w warunkach Jeziora Barlineckiego. *Wyd. IMUZ Falenty, Woda, Środowisko, Obszary Wiejskie T. 4, z. 2b (12)*, 291-301.
- [142] Krzemień E., Kurzbauer A., Pawli-Dobrowolski J., 2003. Znaczenie badań składu chemicznego opadów w problematyce rolniczych zanieczyszczeń obszarowych. *Mat. Sem. IMUZ Falenty* 26, 45-52.
- [143] Kubiak J., 2003. Największe dimiktyczne jeziora Pomorza Zachodniego. Poziom trofii, podatność na degradację oraz warunki siedliskowe ichtiofauny. *AR Szczecin, Rozprawy* 214.
- [144] Kubiak J., Tórz A., 2005. Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim. *Słupskie Prace Biologiczne* 2. 17-36.
- [145] Kubiak J., Chojnacki J., 1995. Pomeranian Bay –Trophic level. Part 1. Abiotic factors. ^{4rd} Int. Symp. on Model Estuaries, Inst. Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Nantes, 100-102.
- [146] Kubiak J., Chojnacki J., 1996. The dynamics of biotic processes in Pomeranian Bay at Wolin Island Sea coast. *Proc. 1th Inter. Symp. Ecology, protection, shaping of coastal zone of Southern Baltic*, Pedagogic Univ. Słupsk, 20-22.
- [147] Kubiak J., Chojnacki J., Tórz A., Sroka E., Nędzarek A., 1999a. Spatial patterns of nutrients in the Odra Estuary from Widuchowa to the Pomeranian Bay. *Proc. 5th International Scientific Conference Hydrodynamic and ecological aspects of nutrient forecasting for Odra and Ebro Estuaries*, MIR, Gdynia: 91-99.
- [148] Kubiak J., Knasiak M., 1996. Jezioro Ińsko zmiany chemizmu wód. *Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych*, Biuro Inf. Nauk., Szczecin, 143-145.
- [149] Kubiak J., Mutko T., Tórz A., 1997a. Trends of water chemistry changes in lakes of the West Pomeranian region during the last twenty years. *Proc. 3rd Meeting of Internat. Center of Ecology PAS*, Szczecin, 1-3.
- [150] Kubiak J., Nędzarek A., Tórz A., 1997b. Charakterystyka limnologiczna jezior przymorskich Pomorza Zachodniego, *Materiały 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich*, Wyd. UAM Poznań, 40-41.
- [151] Kubiak J., Nędzarek A., Żurawska J., 1996a. Hydrochemia jezior zlewni rzeki Wołczyńcy. *Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych*, Biuro Inf. Nauk. Szczecin, 157-159.
- [152] Kubiak J., Raczyńska M., Tórz A., 2001. Wstępna charakterystyka hydrochemiczna Jeziora Binowskiego. *Mat. sesji z okazji 50-lecia Wydziału Rybactwa Morskiego AR w Szczecinie*, AR Szczecin, 37.
- [153] Kubiak J., Raczyńska M., Żurawska J., 1997c. Warunki hydrochemiczne wybranych jezior rzeki Tywy. *Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich*, Wyd. UAM Poznań, 41-42.
- [154] Kubiak J., Tadajewski A., 1982a. Dynamika azotu i fosforu w zanieczyszczonych wodach estuariowych (Zatoka Pomorska, Bałtyk Południowy). *Mat. 4. Konf. Nauk. Tech. i Szkoły Monitoringu w ramach współpracy RWPG w problemie XII.5 Opracowanie naukowych podstaw systemu tłowych obserwacji stanu zanieczyszczenia Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego*, AR Szczecin (maszynopis).

- [155] Kubiak J., Tadajewski A., 1982b. Ocena warunków środowiskowych i stopnia zanieczyszczenia wód strefy przybrzeżnej Bałtyku (1970-1980). Mat. sesji z okazji 30-lecia Wydziału Rybactwa Morskiego AR w Szczecinie, AR Szczecin, 100-111.
- [156] Kubiak J., Tadajewski A., 1982c. Warunki środowiskowe ryb w morskiej strefie przybrzeżnej Zatoki Pomorskiej. Mat. sesyjne Przemysł rybny a ochrona środowiska, NOT Szczecin, 126-144.
- [157] Kubiak J., Tórz A., Knasiak M., 1996b. Warunki hydrochemiczne wybranych jezior rejonu Cedyńskiego Parku Krajobrazowego. Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych, Biuro Inf. Nauk. Szczecin, 141-142.
- [158] Kubiak J., Tórz A., Nędzarek A., 1997d. Charakterystyka limnologiczna jezior Ińskiego Parku Krajobrazowego. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM, Poznań, 42.
- [159] Kubiak J., Tórz A., Nędzarek A., 1997e. Charakterystyka limnologiczna wybranych jezior zlewni rzeki Płoni. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM Poznań, 43.
- [160] Kubiak J., Tórz A., Nędzarek A., 1999b. Changes of the phosphorus content during mixing of waters of different materialization degree in Pomeranian Bay. Proceedings 2nd of International Symposium University of Słupsk Ecology, protection, shaping of coastal zone of Southern Baltic, Pedagogic Univ. Słupsk, 26-30.
- [161] Kubiak J., Wechterowicz Z., Tadajewski A., 2000. Jakość wód i podatność na degradację jeziora Chłop w latach 1980-1997. Mat. 18. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. AM Białystok, 141-142.
- [162] Kubiak J., Żurawska J., Knasiak M., 1996c. Zmiany trofii jeziora Woświn. Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych, Biuro Inf. Nauk. Szczecin, 155-157.
- [163] Kubiak J., Żurawska J., Raczyńska M., 1997f. Hydrochemia wybranych jezior rzeki Rurzycey. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM Poznań, 44.
- [164] Kudelska D., Cydzik D., Soszka H., 1994. Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. PIOŚ Warszawa, 1-42.
- [165] Kufel I., 2000. Rekultywacja jeziora Elckiego. [w:] Ochrona i rekultywacja jezior. Materiały konferencyjne pod red. A. Gizińskiego i Sz. Buraka. IV Konferencja Naukowo-Techniczna. Przysiek, 12-14.06.2000. Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, s. 207-208.
- [166] Likens G.E., 1975. Primary production of inland aquatic ecosystems. [W:] Primary productivity of the biosphere. Springer Verlag New York, 185-215.
- [167] Lossow K., 1985. Sztuczne napowietrzanie jezior jako metoda rekultywacyjna. [w:] Ochrona jezior ze szczególnym uwzględnieniem metod rekultywacji. Materiały I Konferencji Naukowo-Technicznej. Toruń, 1985. Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, s. 1-12.
- [168] Lossow K., 1994. Doświadczenia krajowe w rekultywacji jezior i zbiorników wodnych. [w:] Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych. Międzynarodowa Konferencja. Międzyzdroje, 24-25.11.1994. Wyd. Biuro Informacji Gospodarczej, Szczecin, s. 145-162.
- [169] Lossow K., 1995a. Odnowa jezior. Ekoprofit 5, 11-15.
- [170] Lossow K., 1995b. Zanikające jeziora. Ekoprofit 7/8, 40-45.
- [171] Lossow K., 1996a. Rekultywacja jezior i zbiorników wodnych – dotychczasowe osiągnięcia, możliwości i perspektywy. Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych, Biuro Inf. Nauk. Szczecin, 47-56.
- [172] Lossow K., 1996b. Znaczenie jezior w krajobrazie młodoglacjalnym Pojezierza Mazurskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 431, 47-59.
- [173] Lossow K., 1998. Ochrona i rekultywacja jezior – teoria i praktyka. Idee Ekolog. Ser. Szkice 13(7), 55-71.
- [174] Lossow K., Gawrońska H., 1992. Możliwości ograniczania zawartości fosforu i azotu w wodach jezior sztucznie napowietrzanych. [W:] Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych – dziś i jutro, Wyd. UAM Poznań, 49, 195-206.
- [175] Lossow K., Gawrońska H., 1998. External input to Lake Wadąg – Effective and Estimate Loadings. Pol. J. Envir. Stud. 7(2), 95-98.
- [176] Lossow K., Więclawski F., 1991. Migracja podstawowych pierwiastków pożywkowych z gleb, użytkowanych rolniczo do wód powierzchniowych. Biul. Inf. ART Olsztyn 31, 123-133.
- [177] Lossow K., Gawrońska H., 2000. Jeziora - rekultywacja, przegląd metod. Ochrona zbiorników wodnych. Przegląd Komunalny. Gospodarka komunalna i ochrona środowiska (dodatek). Wyd. ABRYS, Poznań, nr 9 (108), s. 91-106.
- [178] Machoy Z., Daniszewski P., 1999. Znaczenie temperatury spalania kości w analitycznym oznaczaniu fluorków. Międz. Konf. Nauk. Metabolizm Fluoru'99, Fluor w toksykologii, medycynie i ochronie środowiska, 154-156.
- [179] Maciak F., 2003. Ochrona i rekultywacja środowiska, Wyd. SGGW, Warszawa.
- [180] Małecki Z., 2008. Wpływ zbiornika wodnego i stawów w Gołuchowie na środowisko zlewni rzeki Ciemnej. Wyd. Nauk. Gabriel Borowski Lublin.

- [181] Meyers P.A., 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry* 27, 5/6, 213-250.
- [182] Mhamdia B.A., Azzouzib A., Elloumic J., Ayadic H., Mhamdia M.A., Aleya L., 2007. Exchange potentials of phosphorus between sediments and water coupled to alkaline phosphatase activity and environmental factors in an oligo-mesotrophic reservoir. *C R Biol* 330:419–428 doi:10.1016/j.crv.2007.02.009.
- [183] Mientki Cz., 1996. Czynniki warunkujące rekultywację jezior metodą usuwania wód hipolimnionu. *Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych, Biuro Infor. Nauk. Szczecin*, 57-62.
- [184] Miller J.D., Hirst D., 1998. Trends in concentrations of solutes in an upland catchment in Scotland. *The Science of the Total Environment*, 216.
- [185] Moore J.W., Ramamoorthy S., 1984. *Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment*. Springer-Verlag, New York, 28-246.
- [186] Mosiej J., 1999. Przyrodniczo-techniczne uwarunkowania gospodarowania wodą w dolinie rzeki Ner. *Wyd. SGGW Warszawa, Rozp. Nauk. i Monogr.* 222.
- [187] Nedoma J., Garcia J.C., Comerma M., Simek K., Armengol J., 2006, Extracellular phosphatases in a Mediterranean reservoir: seasonal, spatial and kinetic heterogeneity. *Freshw Biol* 51:1264–1276 doi:10.1111/j.1365-2427.2006.01566.x
- [188] Newman S., McCormick P.V., Backus J., 2003. Phosphatase activity as an early warning indicator of wetland eutrophication: problems and prospects. *J Appl Phycol* 15:45–59 doi:10.1023/A:1022971204435.
- [189] Nicholson D., Dyhrman S., Chavez F., Paytan A., 2006. Alkaline phosphatase activity in the phytoplankton communities of Monterey Bay and San Francisco Bay. *Limnol Oceanogr* 51:874–883.
- [190] Nürnberg G.K., 1996. Trophic state of clear and colored, soft- and hard- water lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake Reserv. Manag.* 12, 432-447.
- [191] Olrik K., 2000. Ochrona jezior płytkowodnych w Danii. [w:] *Ochrona i rekultywacja jezior. Materiały konferencyjne pod red. A. Gizińskiego i Sz. Buraka. IV Konferencja Naukowo-Techniczna. Przysiek, 12-14.06.2000. Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń*, s. 41-56.
- [192] Olsson H., 1990. Phosphatase activity in relation to phytoplankton composition and pH in Swedish lakes. *Freshw Biol* 23:353–362 doi:10.1111/j.1365-2427.1990.tb00277.x.
- [193] Olszewski P., Tadjewski A., 1959. Wpływ zlewni na żyzność jezior. *Zesz. Nauk. WSR Olsztyn* 4, 191-194.
- [194] Özmen H., Kūlahci F., Çukurovali A., Dođru M. 2004. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere* 55: 401–408.
- [195] Penczak T., 2000. Wybrane zagadnienia z ekologii ryb słodkowodnych. [W:] *Ryby słodkowodne Polski, M. Brylińska (red.)*, PWN Warszawa, 87-96.
- [196] Peters N.E., Kandell S.J., 1999. Evaluation of stream water quality in Atlanta, Georgia and the surrounding region (USA). [W:] *Impact of Urban Growth on Surface Water and Ground Water Quality*, J.B. Ellis (ed.), JAHS Publ No. 259, JAHS Press Wallingford, 279-290.
- [197] Pettersson K., 1985. The availability of phosphorus and the species composition of the spring phytoplankton in Lake Erken. *Int Rev Gesamten Hydrobiol Hydrograph* 70:527–546 doi:10.1002/iroh.19850700407.
- [198] Pick F.R., 1987. Interpretations of alkaline phosphatase activity in Lake Ontario. *Can J Fish Aquat Sci* 44:2087–2094 doi:10.1139/f87-258.
- [199] Pieczyński L., 2001. Doświadczenia w rekultywacji jezior poprzez wprowadzenie czystego tlenu na przykładzie jeziora Hallwiler (Szwajcaria). *Maszynopis Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Szczecin*, s. 1-9.
- [200] Pijanowski Z., Kanownik W., 1997. Zmienność stężeń wybranych substancji chemicznych w wodach powierzchniowych przepływających przez tereny wiejskie o różnym zagospodarowaniu. *Rocz. AR Poznań, Melior. Inż. Środ.* 19, cz. 2, 347-358.
- [201] Podsiadłowski S., 2001a. Aeracja jezior strefy umiarkowanej – cz. I. *Ekopartner* 6(116), 15-12.
- [202] Podsiadłowski S., 2001b. Aeracja jezior strefy umiarkowanej – cz. II. *Ekopartner* 8(118), 35-13.
- [203] Podsiadłowski S., Mastyński J., Andrzejewski W., Konieczny R., 2000. Aeracja jezior. [W:] *V Krajowa Konferencja Rybackich Użytkowników Jezior Rybactwo jeziorowe*, Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, 121-127.
- [204] Podsiadłowski S., Pieczyński L., 2001. Energia wietrzna w rekultywacji jezior. *Mat. Konf. Rozwój energetyki wiatrowej w Polsce Północnej – Konieczność czy idealizm, WFOŚ i GW Szczecin (maszynopis)*.
- [205] Psenner R., Boström B., Dinka M., Pettersson K., Pucsko R., Sager M., 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediment. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 30, 83-112.
- [206] Pyłka-Gutowska E., 2000. *Ekologia z ochroną środowiska*. Wydawnictwo Oświata Warszawa.
- [207] Rajda W., Ostrowski K., Kowalik T., Marzec J., 1995. Stężenia i ładunki niektórych składników chemicznych wynoszonych z opadem i odpływających z mikrozewni rolniczej. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 298, 45-57.

- [208] Relyea R., Hoverman J., 2006. Assessing the ecology in ecotoxicology: a review and synthesis in freshwater systems *Ecology Letters* 9, 1157-1171.
- [209] Rengefors K., Pettersson K., Blenckner T., Anderson D.M., 2001. Species-specific alkaline phosphatase activity in freshwater spring phytoplankton: application of a novel method. *J Plankton Res* 23:435-443 doi:10.1093/plankt/23.4.435.
- [210] Rengefors K., Ruttenberg K.C., Hauptert C.L., Taylor C., Howes B.L., 2003. Experimental investigation of taxon-specific response of alkaline phosphatase activity in natural freshwater phytoplankton. *Limnol Oceanogr* 48:1167-1175.
- [211] Roman M., 1998. Standardy jakości i ochrony śródlądowych wód powierzchniowych w przepisach Unii Europejskiej i w przepisach polskich. Monogr. PZLiTS. Ser. Wod. Kanal. 1, 1-94.
- [212] Ryszkowski L., Bartoszewicz A., Marcinek J., 1994. Bariery biogeochemiczne. W: *Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym*. UAM w Poznaniu, 167-181.
- [213] Sadecka Z., Waś J., 2008a. Nieinwazyjne metody poprawy jakości zbiorników wodnych -perspektywa. [w:] *Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych*. Red. Naukowa: Z. Sadecka, S. Myszograj. Oficyna Wyd. UZ, Zielona Góra, tom 2, s. 247-260.
- [214] Sadecka Z., Waś J., 2008b. Problemy związane z rekultywacją jezior polimiktycznych na przykładzie Jeziora Jamno [w:] *Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych*. Red. Naukowa: Z. Sadecka, S. Myszograj. Oficyna Wyd. UZ, Zielona Góra, tom 2, s. 211-216.
- [215] Sebastian M., Aristegui J., Montero M.F., Niell F.X., 2004. Kinetics of alkaline phosphatase activity, and effect of phosphate enrichment: a case study in the NW African upwelling region. *Mar Ecol Prog Ser* 270:1-13 doi:10.3354/meps270001.
- [216] Sidoruk M., Kobus Sz., 2010. Migracja substancji w zlewniach jezior północno-wschodniej Polski. Współczesne problem kształtowania i ochrony środowiska, Olsztyn, 137-157.
- [217] Singare P.U., 2011a. Distribution Behaviour of Trace and Toxic Metals in Soil and Sediment along the Thane Creek near Mumbai, India. *Interdisciplinary Environmental Review* 12(4), 298-312.
- [218] Singare P.U., 2011b. Thane lakes high on metal content: Study, *Daily Times of India*, August 10, 2011. Mumbai, India.
- [219] Singare, P.U., Lokhande, R.S., Naik, K.U. 2010a. A Case Study of Some Lakes Located at and Around Thane City of Maharashtra, India, with Special Reference to Physi-co-Chemical Properties and Heavy Metal content of Lake Water. *Interdisciplinary Environmental Review*, 11(1), 90-107.
- [220] Singare, P.U., Lokhande, R.S., Pathak, P.P., 2010b. Study on Physico-Chemical properties and Heavy Metal Content of the Soil Samples from Thane Creek of Maharashtra. India, *Interdisciplinary Environmental Review*, 11(1), 38-56.
- [221] Singare P.U., Manisha P. Trivedi M.P., Ravindra M. Mishra R.M., 2011a. Assessing the Physico-Chemical Parameters of Sediment Ecosystem of Vasai Creek at Mumbai, India. *Marine Science*; 1(1): 22-29 DOI: 10.5923/j.ms.20110101.03.
- [222] Singare, P.U., Lokhande, R.S., Bhanage, S.V., 2011b. Study of water pollution due to Heavy metals in Kukshet lakes of Nerul, Navi Mumbai, India, *International Journal of Global Environmental Issues*, 11(1), 79-90.
- [223] Singare, P.U., Lokhande, R.S., Jagtap, A.G., 2011c. Water pollution by discharge effluents from Gove Industrial Area of Maharashtra, India: Dispersion of heavy metals and their Toxic effects, *International Journal of Global Environmental Issues*, 11(1), 28-36.
- [224] Singare P.U., Mishra R.M., Trivedi M.P., 2012b. Sediment Contamination Due to Toxic Heavy Metals in Mithi River of Mumbai. *Advances in Analytical Chemistry* 2(3), 14-24. DOI: 10.5923/j.aac.20120203.02
- [225] Singare P.U., Mishra R.M., Trivedi M.P., 2012a. Heavy Metal Pollution in Mithi River of Mumbai. *Frontiers in Science* 2(3), 28-36. DOI: 10.5923/j.fs.20120203.03
- [226] Singare P.U., Trivedi M.P., Mishra R.M., 2012c. Sediment Heavy Metal Contaminants in Vasai Creek Of Mumbai: Pollution Impacts. *American Journal of Chemistry* 2(3), 171-180. DOI: 10.5923/j.chemistry.20120203.13
- [227] Singare P.U., Talpade M.S., Dagli D.S., Bhawe V.G., 2013b. Heavy Metal Content in Water of Bhavan's College Lake of Andheri, Mumbai. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 8(2), 94-104.
- [228] Singare, P.U., Lokhande, R.S., and Bhattacharjee, S.S., 2013a, Analysis of the Heavy metal Pollutants in Sediment Samples collected from Thane Creek of Maharashtra, India, *International Journal of Sustainable Society*, 5(3), 296-308.
- [229] Siwek H., 2009 Aktywność alkalicznych fosfatów w ciekach wodnych zlokalizowanych na terenach wiejskich na tle wybranych fizykochemicznych wskaźników jakości wody. *Acta Agrophysica* 13(1), 237-244.
- [230] Smith R.I.H., Kalff J., 1981. The effect of phosphorus limitation of algal growth rate: evidence from alkaline phosphatase. *Can J Fish Aquat Sci* 38:1421-1427 doi:10.1139/f81-188.

- [231] Spijkerman E., Coesel P.F.M., 1998. Alkaline phosphatase activity in two planktonic desmid species and the possible role of an extracellular envelope. *Freshw Biol* 39:503–513 doi:10.1046/j.1365-2427.1998.00299.x.
- [232] Spsychaj-Fabisiak E., Murawska A., Janowiak B., 2001. Wpływ czynników antropogenicznych na wymywanie związków azotu mineralnego z gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 476, 311–317.
- [233] Štrojsová A., Vrba J., Nedoma J., Komárková J., Znachor P., 2003. Seasonal study on expression of extracellular phosphatases in the phytoplankton of an eutrophic reservoir. *Eur J Phycol* 38:295–306 doi:10.1080/09670260310001612628.
- [234] Štrojsová A., Vrba J., Nedoma J., Šimek K., 2005. Extracellular phosphatase activity of freshwater phytoplankton exposed to different in situ phosphorus concentrations. *Mar Freshw Res* 56:417–424 doi:10.1071/MF04283.
- [235] Stumm W., Morgan J., 1996. *Aquatic chemistry. Chemical equilibrium and rates in natural waters.* John Wiley and Sons Inc. New York.
- [236] Szafran K. 2003. Metale ciężkie w osadach dennych trzech płytkich jezior łączyńskowłodawskich. *Acta Agrophysica* 1(2): 329–337.
- [237] Szczerbowski J.A., 1993. *Rybactwo śródlądowe.* IRŚ Olsztyn.
- [238] Szlauer L., 1994. Rekultywacja jezior przez zawieszanie w nich folii. [w:] *Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych. Międzynarodowa Konferencja. Rozwój Szczecina i Regionu - Technika i Ekologia. Międzyzdroje, 24-25.11.1996.* Wyd. Biuro Informacji Gospodarczej, Szczecin, s. 143-144.
- [239] Szyper H., Gołdyn R., 1990. Studium ochrony jeziora Miedwie jako źródła wody do picia dla Szczecina. *Inst. Gosp. Przestrz. Kom. Poznań.*
- [240] Szyper H., Gołdyn R., 2000. Ochrona i rekultywacja zbiorników wodnych. [w:] *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. IV Międzynarodowa Konferencja, XVI Krajowa Konferencja.* Kraków, 11-13.09.2000. Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski, Poznań, s. 269-280.
- [241] Szyper H., Kraska M., 1998. Ocena oddziaływań zlewni i odporność na degradację 16 jezior Drawieńskiego Parku Narodowego. *UAM Poznań.*
- [242] Szyper H. Kraska M., 1999. Ocena zewnętrznego obciążenia związkami biogennymi jezior Drawieńskiego Parku Narodowego. *Mat. Konf. Limnologicznej Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior, IMGW Poznań, 255-265.*
- [243] Taga N., Kobori H., 1978. Phosphatase activity in eutrophic Tokyo Bay. *J. Mar Biol (Berl)* 49:223–229 doi:10.1007/BF00391134.
- [244] Tanaka T., Henriksen P., Lignell R., Olli K., Seppala J., Tamminen T., Thingstad T.F., 2006. Specific affinity for phosphate uptake and specific alkaline phosphatase activity as diagnostic tools for detecting P-limited phytoplankton and bacteria. *Estuaries Coasts* 29:1226–1241.
- [245] Taub Frieda B., 2004. *Fish 430 lectures (Biological Impacts of Pollutants on Aquatic Organisms).* University of Washington College of Ocean and Fishery Sciences Seattle, WA.
- [246] Taylor A.W, Edwards W.M., Simpson E.C., 1997. Nutrients in streams draining woodland and farmland near Coshoton, Ohio. *Water Resour. Res.* 7, 1.
- [247] Thornton G.J.P., Dise N.B., 1998. The influence of catchments characteristics, agricultural activities and atmospheric deposition on the chemistry of small stream the English Lake District. *The Science on the Total Environment*, 63-75, 216.
- [248] Tiwana N.S., Jerath N., Singh G., Ravleen (eds.), 2005. Heavy metal pollution in Punja Rivers, in *Newsletter Environmental Information System (ENVIS).* Punjab State Council for Science and Technology, India, 3(1), 3.
- [249] UNEP 2003. National monitoring programme of Slovenia, Report 2002 prepared by V. Turk. Programme for the assessment and control of pollution in the Mediterranean Region (Med Pol – Phase III). UNEP, Mediterranean Action Plan, Project Account No ME/6030-00-04 BL2208.
- [250] Ustawa z 27 kwietnia 2001 roku - Prawo ochrony środowiska. *Dz. U. z 2006 r. Nr 129, poz. 902 z późn. zm.*
- [251] Vaitomaa J., Repka S., Saari L., Tallberg P., Horppila J., Sivonen K., 2002. Aminopeptidase and phosphatase activities in basins of Lake Hiidenvesi dominated by cyanobacteria and in laboratory grown *Anabaena*. *Freshw Biol* 47:1582–1593 doi:10.1046/j.1365-2427.2002.00901.x.
- [252] Vollenweider R.A., 1971. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and following waters, with particular reference to nitrogen and phosphorous as factors in eutrophication. *OECD. Environment Directorate, Paris* 27, 1-61.
- [253] Vollenweider R.A., 1989. Global problems of eutrophication and its control. *Symp. Biol. Hung.* 38, 19-41.
- [254] Vrba J., Komárková J., Vyhnálek V., 1993. Enhanced activity of alkaline phosphatases - phytoplankton response to epilimnetic phosphorus depletion. *Water Sci Technol* 28:15–24.
- [255] Walker W., 1979. Use of hypolimnetic oxygen depletion as a trophic index for lakes. *Water Resour. Res.* 15(6), 1463-1470.

- [256] Wang L., Lyons J., Kanehl P., Bannerman R., 2001. Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scales. *Environmental Management*, 28, 255-266.
- [257] Wei A., Chow-Fraser P., Albert D., 2004. Influence of shoreline features on fish distribution in the Laurentian Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61, 1113-1123.
- [258] Weigel B.M. 2003. Development of stream macroinvertebrate models that predict watershed and local stressors in Wisconsin. *Journal of North American Benthological Society*, 22, 123-142.
- [259] WHO, EC 2002. Eutrophication and health. European Communities.
- [260] Wichert G.A. 1995. Effects of improved sewage effluent management and urbanization on fish associations of Toronto streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 15, 440-456.
- [261] Wichert G.A., Rapport, D.J. 1998. Fish community structure as a measure of degradation and rehabilitation of riparian systems in an agricultural drainage basin. *Environmental Management*, 22, 425-443.
- [262] Wilamski J., Śliwa Z., 1978. Spływ składników nawozowych roślin ze zlewni rzek Pomorza Zachodniego. *Mat. Bad. IMGW, Gospod. Wod. Ochr. Wód* 10, 1-25.
- [263] Wilgat T., 1987. Ochrona zasobów wodnych Polski. PWN Warszawa.
- [264] Wiśniewski R., 1999. Próby inaktywacji fosforanów w osadach dennych i zahamowania zakwitów sinic w Jeziorze Łasińskim jako potencjalne metody rekultywacji. [w:] *Postęp w inżynierii środowiska. I Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna*. Polańczyk, 30.09-02.10.1999. Maszynopis Instytutu Ekologii i Ochrony Środowiska, UMK, Toruń, s. 189-202.
- [265] Wiśniewski R., 2000. Metody rekultywacji zbiorników wodnych - stan obecny i perspektywy. [w:] *Ochrona i rekultywacja jezior. Materiały konferencyjne pod red. A. Gizińskiego i Sz. Buraka. IV Konferencja Naukowo-Techniczna*. Przysiek, 12-14.06.2000. Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, s. 21-39.
- [266] Wiśniewski R., 2007. Rekultywacja zbiorników wodnych - od praktyki do teorii. *Zeszyty Komunalne. Rekultywacja jezior* [w:] *Przegląd komunalny. Gospodarka komunalna i ochrona środowiska*. Wyd. ABRYŚ, Poznań, nr 6 (53), s. 73-75.
- [267] WRI 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Wetlands and water.
- [268] Zauke G.P., Boehlke J., Żytkowicz R., Napiórkowski P., Giziński A., 1998. Trace metals in trypton, zooplankton, zoobentos, reeds and sediments of selected lakes in north-central Poland. *International Review of Hydrobiology*, 83: 501-526.
- [269] Zdanowski B., 1983a. Chemistry of the waters 41 lakes. Ecological characteristics of lakes in northeastern Poland versus their trophic gradient. *Ekol. Pol.* 31, 287-308.
- [270] Zdanowski B., 1983b. Chlorophyll content and visibility of Secchi's disc in 46 lakes. *Ekol. Pol.* 31, 333-352.
- [271] Żbikowski A., Żelazo J., 1994. Ochrona środowiska w budownictwie wodnym. *Materiały informacyjne MOŚZNiL*, 156.
- [272] Żelazo J., 1996. Uwagi o potrzebie i skuteczności roślinnych pasów brzegowych. *Gosp. Wodna* 3, 86-91.

Piotr Daniszewski

