

AUTOREFERAT

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; tytuł pracy magisterskiej: *„Ocena składu mineralnego kości zwierzyny oznaczanego w różnych temperaturach”*.
- Poddyplomowe 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 wspomaganą 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”.
- Politechnika Szczecińska kursie szkoleniowy w ramach projektu Tempus IB JEP-13301-98 nt. „Ochrona Środowiska. Wybrane zagadnienia dla przedstawicieli szkolnictwa, mediów i administracji”.

2. Informacje o zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- 1998 – 2006 - Akademia Rolnicza w Szczecinie – asystent.
- 2007 – 2012 - Wyższa Szkoła Zawodowa „Oeconomicus” – wykładowca.
- 2007 – 2014 - Uniwersytet Szczeciński, Wydział Biologii – adiunkt:
 - Katedra Chemii i Ochrony Środowiska Wodnego,
 - Katedra Zoologii Bezkręgowców i Limnologii.

- od 2014 – SciPress Ltd., CH-8806 Bach, Switzerland - redaktor naczelny czasopism naukowych: „*International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*” oraz „*International Letters of Natural Sciences*”.
- 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:

„Sezonowe zmiany poziomu trofii, podatności na degradację, warunków fizykochemicznych wód jezior Barlinecko – Gorzowskiego Parku Krajobrazowego”

3.2. Wykaz autorskich publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe:

- 3.2.1. Daniszewski P. 2015. Characteristics of macrozoobenthos lakes of the Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland) on the basis of the European Union Water Framework Directive. *International Letters of Natural Sciences* Vol. 36 (2015) pp. 1-78. [punkty MNiSW - 25]
- 3.2.2. 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. [punkty MNiSW - 20]
- 3.2.3. Daniszewski P., 2014. Evaluation of Chemical and Physico-Chemical Indicators of Water in the Lakes of Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland). *Asian Journal of Chemistry*. Vol. 26, No. 9 (2014), 2527-2536. [IF - 0.355; punkty MNiSW - 15]
- 3.2.4. Daniszewski P., 2013. Vulnerability assessment of Lakes on the degradation in the Barlinecko – Gorzowski Landscape Park. *Asian Journal of Chemistry*. Vol. 25, No. 18, 10225-10229. [IF - 0.355; punkty MNiSW - 15]

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

Wybór tematu badań został podyktowany ważnością i znaczeniem jezior w gospodarce Unii Europejskiej, Polski, w tym Pomorza Zachodniego. Wpływ eutrofizacji na kształtowanie jakości wód w jeziorach, a także konieczność ich ochrony skłoniła autora do podjęcia wieloletnich badań limnologicznych jezior Pomorza Zachodniego.

Badaniami zostało objęte siedem jezior Barlinecko - Gorzowskiego Parku Krajobrazowego (BGPK), tj. jeziora: Barlineckie, Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie i Wielgie.

W pracy 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.
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 sezonowych zmian makrozoobentosu na tle warunków fizyczno-chemicznych wód badanych jezior.
4. Ocena wpływu zagospodarowania zlewni badanych jezior na kształtowanie się wybranych parametrów fizyczno - chemicznych osadów dennych.
5. Określenie poziomu trofii badanych jezior na podstawie podatności każdego z jezior na degradację oraz roli zlewni w tym procesie.

Jeziora są zaliczane do jednych z najważniejszych w przyrodzie ekosystemów słodkowodnych, są to także zasoby wodne mające zastosowanie do celów komunalnych, przemysłowych czy rekreacyjnych.

Jeziora stanowią cenny element środowiska przyrodniczego i powinny być objęte szczególną ochroną, ponieważ wpływają korzystnie na warunki hydrologiczne, mikroklimatyczne i hydrosanitarne.

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.

Obszary o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronione w województwie zachodniopomorskim zajmują 21,5%, w tym parki krajobrazowe 5,0% powierzchni ogólnej.

Celem obszarów prawnie chronionych jest zachowanie, ochrona i upowszechnianie unikalnych wartości przyrodniczo - krajobrazowych, historycznych i kulturowych w warunkach zrównoważonego rozwoju. Na obszarach chronionego krajobrazu dominującą formą działalności gospodarczej może być rolnictwo, leśnictwo i turystyka.

Barlinecko-Gorzowski Park Krajobrazowy utworzony został w październiku 1991 roku i położony jest na obszarze pięciu gmin, z których trzy wchodzi do województwa zachodniopomorskiego (Barlinek, Kłodawa, Nowogródek Pomorski), a dwie – do lubuskiego (Pełczyce i Strzelce Krajeńskie). Powierzchnia parku wynosi 23 982,91 ha, a otuliny 31 768,19 ha. Teren BGPK to ponad 55 tys. ha lasów, jezior, pól, łąk, i charakteryzujących się ogromną różnorodnością siedlisk i bogactwem form życia.

Badane jeziora leżą na terenach, na których w przeszłości przeważała tzw. wielkotowarowa produkcja rolna, charakteryzująca się m.in. przemysłową hodowlą oraz stosowaniem dużych dawek nawozów sztucznych. Miało to istotny wpływ na transport do tych akwenów dużych ładunków biogenów.

Badane jeziora charakteryzowały się wodami średniej lub niskiej jakości. Zróżnicowanie następowało głównie na tle naturalnej podatności na wpływy antropogeniczne [szczegółowe dane przedstawiono w publikacji 3.2.2 w tabelach 10-30, 96-103, 106, 107].

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 Chełmicki [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 uzyskano wahania sezonowe wartości związków biogennych tj. PO_4^{3-} rozp, P_{og} , NO_3^- , NO_2^- . Najwyższe wartości występowały w okresie wiosny i jesieni 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 [publikacja 3.2.2 i 3.2.3].

Obecność dużych stężeń związków organicznych w ekosystemach badanych jezior najprawdopodobniej była przyczyną powstawania okresowych deficytów tlenowych w toni wodnej, a szczególnie w wodach naddennych, co powodowało zubożenie ilości gatunków i wielkości populacji makrozoobentosu [publikacja 3.2.1. i 3.2.2.].

Obecne w ekosystemach badanych jezior *Chironomidae* i *Oligochaeta* to taksony wyjątkowo odporne na niekorzystne warunki środowiskowe (m.in. zanieczyszczenie metalami ciężkimi, w tym również na okresowe deficyty tlenowe).

Zagęszczenie badanej fauny dennej w badanych jeziorach BGPK przy jednoczesnym ubóstwie gatunkowym makrofauny w porównaniu do innych jezior [publikacja 3.2.1. tab. 58] potwierdza postępującą eutrofizację badanych zbiorników i ich zanieczyszczenie.

Taki wniosek potwierdza w badanych akwenach dominacja *Oligochaeta* i larw *Chironomidae*, przy ubóstwie innych taksonów makrofauny [publikacja 3.2.1.].

Do substancji szczególnie niebezpiecznych dla środowiska wodnego należą związki metali. Problem z obecnością nadmiernego stężenia jonów metali w środowisku polega na tym, że w przeciwieństwie do skażeń organicznych nie mogą być one zdegradowane. W odniesieniu do potrzeb żywieniowych roślin pierwiastki metaliczne obejmują zarówno pierwiastki stanowiące niezbędne makroelementy (Ca, Mg) i mikroelementy (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni), jak i pierwiastki balastowe (Pb, Cd, Hg). Toksyczny wpływ metali ciężkich nie jest zatem uzależniony od potrzeb organizmów w tym zakresie i dotyczy zarówno pierwiastków balastowych, które zaburzają czynności życiowe, jak i mikroelementów w razie znacznego przekroczenia ich optymalnej koncentracji. Pierwiastki metaliczne mogą stanowić naturalny element ekosystemów, jeżeli ich gromadzenie następuje w wyniku wietrzenia określonych skał macierzystych czy w wyniku erupcji wulkanicznych. Zanieczyszczenia antropogeniczne są znacznie groźniejsze w skutkach. Generowane są w trakcie bytowej, przemysłowej, a także rolniczej działalności człowieka [publikacja 3.2.1.].

Toksyczność związków metali wynika przede wszystkim z ich zdolności do tworzenia wiązań z grupami funkcyjnymi licznych enzymów i białek strukturalnych wszystkich organizmów. Ponadto jony niektórych metali, np. Cr(VI), mogą wykazywać silną aktywność oksydoredukcyjną, przyczyniając się tym samym do powstawania licznych dysfunkcji na tle mechanizmów rodniowych, np. peroksydacji lipidów błonowych [Manahan 2010].

Wyniki badań zawartości metali ciężkich w wodzie i osadach dennych oraz geochemiczne klasy czystości osadów dennych przedstawiono w publikacji siedmiu jezior BGPK przedstawiono w publikacji 3.2.1.

W przypadku rtęci wyniki we wszystkich badanych wodach jezior były bardzo znacznie powyżej dopuszczalnego maksymalnego poziomu $0,01 \text{ mgHg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla śródlądowych wód powierzchniowych – $0,03 - 0,08 \text{ mgHg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Przekroczenie dopuszczalnego stężenia w badanych wodach wystąpił jeszcze w przypadku chromu, którego stężenie w wodzie badanych jezior był znacznie powyżej dopuszczalnego limitu $0,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przyjętego dla śródlądowych wód powierzchniowych - $0,12 - 0,42 \text{ mgCr} \cdot \text{dm}^{-3}$.

W przypadku pozostałych oznaczanych metali - kadmu (Cd), miedzi (Cu), niklu (Ni), ołowiu (Pb) i cynku (Zn) w wodzie badanych jezior ich stężenia mieściły się w granicach dopuszczalnego poziomu dla śródlądowych wód powierzchniowych [publikacja 3.2.1.].

Odłożone metale w osadach dennych stanowią wskaźnik zanieczyszczenia zbiornika. Kumulowane w osadach metale mogą być uruchamiane do biomasy w procesach bioakumulacji i bioprzyswajania.

Uzyskane wartości metali w osadach dennych badanych jezior pozwalają uszeregować metale zgodnie z rosnącą aktywnością osadów w ich kumulacji:

$Zn > Pb > Cu > Ni > Cd > Hg$ [publikacja 3.2.1.].

Oceniając otrzymane wyniki z danymi literaturowymi [Klavinš i in. 1995; Zauke i in. 1998; Szarfán 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. Jednak otrzymane wyniki w zakresie stężenia metali ciężkich w osadach dennych są niższe kilkukrotnie od wyników jakie uzyskali w swoich badaniach - Zauke i in. (1998) oraz Rippey i in. (2008) [publikacja 3.2.2].

Podatność badanych jezior BGPk na degradację oceniono, uwzględniając – poza wskaźnikami niezmiennymi w czasie tj. średnie i ekstremalne wartości tych, które zmieniają się w poszczególnych latach, tj. procent stratyfikacji wód oraz stosunek powierzchni dna czynnego do objętości epilimnionu. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach 101 i 102 [publikacja 3.2.2].

Stosując zasady monitoringu jezior [Kudelska i in. 1994] oraz uwzględniając średnie wartości zmieniających się wskaźników, badane jeziora pod względem podatności na degradację podzielono na dwie grupy:

- średnio odporne – jeziora Barlineckie, Chłop, Lubiszewko, Przyłęg, Lubie, Wielgie;
- mało odporne – jezioro Suche.

Według kryteriów Bajkiewicz-Grabowskiej (1985, 1987, 1990) badane jeziora podzielono na dwie grupy:

- wysoce odporne - jeziora Barlineckie, Chłop;
- średnio odporne – jeziora Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Lubie, Wielgie.

Różnice w sposobie oceny akwenów powodują, że – według kryteriów monitoringu zaproponowanych przez Kudelską i in. (1994) – niektóre z badanych jezior cechują się większą odpornością niż oceniane według Bajkiewicz-Grabowskiej (1985, 1987, 1990). Zwiększała się ona od średniej do wysokiej dla jeziora Barlineckiego i Chłop oraz od małej do średniej w przypadku jeziora Suche, natomiast pozostałe jeziora posiadały taki sam stopień odporności na degradację.

Oceniając wpływ zlewni na tempo dostawy materii, zlewnie analizowanych jezior zakwalifikowano je do jednej z czterech grup podatności [publikacja 3.2.2. - tab. 103]. Zlewnie jezior Suche, Lubiszewko, Chłop i Wielgie zaliczono do 3 grupy, czyli do zlewni o średniej podatności na uruchomienie ładunku zdeponowanego na ich obszarze. Zlewnie jezior Barlineckiego, Przyłęg i Lubie zaliczono do 4 grupy podatności na degradację. Zlewnie tych jezior charakteryzują się dużą możliwością dostarczenia materii do ich zlewni. Cechami najbardziej sprzyjającymi dostawie materii do badanych zbiorników są: typ bilansowy jeziora, duże spadki, mały udział obszarów bezodpływowych oraz budowa geologiczna [publikacja 3.2.2 i 3.2.4].

Poziom trofii badanych jezior określony został na podstawie średnich i ekstremalnych wartości poszczególnych wskaźników stwierdzonych w całym okresie badań każdego z jezior [publikacja 3.2.2 - tab. 106 i 107].

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), 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 [publikacja 3.2.2. - tab. 106].

Wszystkie z w/w zbiorników 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 [publikacja 3.2.2; tab. 106].

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 [publikacja 3.2.2].

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 (tab. 107). 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), uwzględniając średnie ilości z pomiarów wiosennych i letnich w wodach powierzchniowych chlorofilu „a” oraz fosforu całkowitego a także widzialność krążka Secchiego, 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) [publikacja 3.2.2].

Szybkość eutrofizacji zbiornika wodnego jest funkcją różnicy pomiędzy tempem importu a tempem eksportu z niego materii organicznej i miogenów. Na obszarach silnie zurbanizowanych (jakim jest obszar jeziora Barlineckiego) skanalizowanie i centralizacja oczyszczania ścieków jest jedynym możliwym rozwiązaniem. W przypadku zlewni

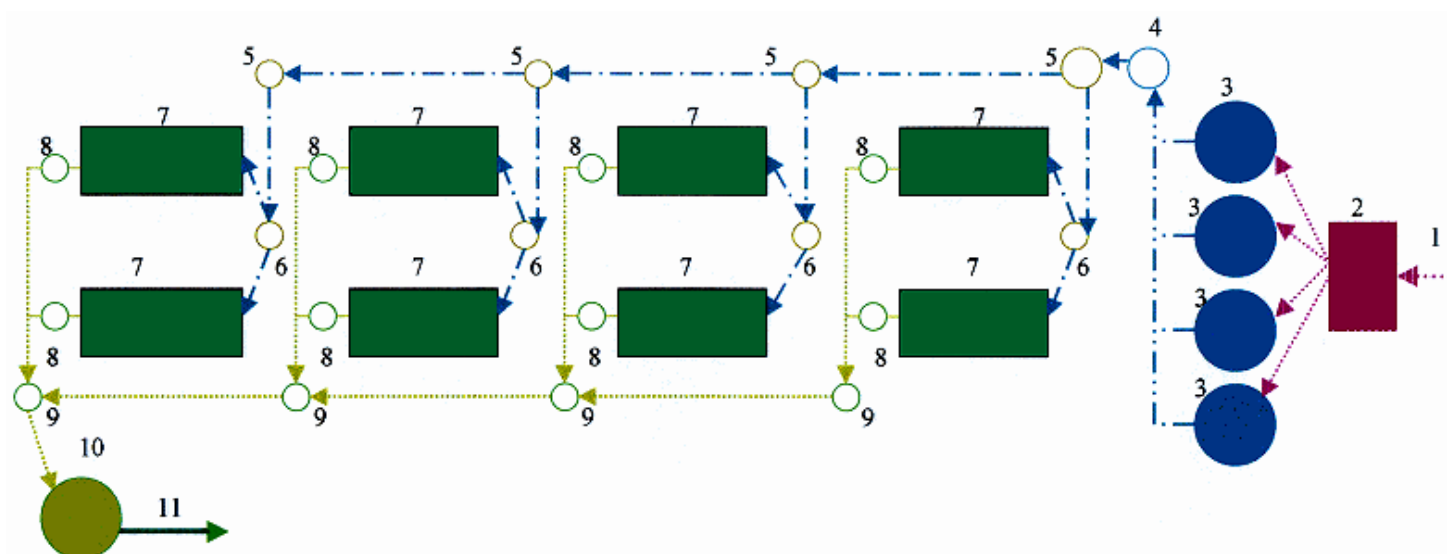
bezpośredniej badanych jezior Barlinecko – Gorzowskiego Parku Krajobrazowego (jak jeziora Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie) o nierównomiernej i rozproszonej zabudowie regułą winna być strategia: „pobierz – wykorzystaj – oczyść – zwróć skąd pobrałeś”. Zakłada ona zwrot do gruntu wody pobranej z zasobów gruntowych, po jej wykorzystaniu i oczyszczeniu w niewielkich sprawnie działających oczyszczalniach lokalnych.

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 niniejszej publikacji w skali laboratoryjnej i wykorzystana w ocenie skuteczności oczyszczania ścieków komunalnych [schemat nr 1].

Schemat nr 1

OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW Z WYKORZYSTANIEM ROŚLIN WODNYCH



LEGENDA:

- 1 dopływ ścieków do oczyszczalni
- 2 komora rozdziału ścieków
- 3 cztery osadniki wstępne
- 4 studzienka zbiorcza ścieków
- 5 i 6 studzienki rozdziału ścieków
- 7 złożo biologiczne z roślinnością wodną
- 8 studzienki regulacyjne ścieków
- 9 studzienki zbiorcze ścieków
- 10 zbiornik do dezynfekcji ścieków
- 11 wypływ ścieków oczyszczonych

- - - - - ▶ ścieki surowe
- - - - - ▶ ścieki wstępnie oczyszczone
- - - - - ▶ ścieki oczyszczone
- - - - - ▶ ścieki oczyszczone odprowadzone

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, 2009; 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, 2002a, b]. 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, 2002a, b].

Wpływ zlewni na degradację zbiornika jest niewątpliwym, może przyspieszać lub hamować ten proces. Geosystem badanych jezior podlegał oddziaływaniu środowiska naturalnego, które warunkuje jego funkcjonowanie oraz decyduje o stopniu podatności na degradację (szczegółowo przedstawiono w tabelach 101, 102). Ostatecznie też determinuje możliwości dalszego użytkowania zbiornika m.in. na cele rekreacyjne, zaopatrzenia ludności w wodę. W obrębie badanych jezior należy prowadzić prawidłową gospodarkę wodną, tak aby utrzymać obecny stan i dążyć do poprawy. Podczas opracowywania strategii działań ochronnych nie można również zapomnieć o presji, jaką wywiera na badane jeziora rozwój turystyki na przyległych terenach (w głównej mierze dotyczy to Jeziora Barlineckiego) [publikacja 3.2.2].

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.

Jezioro Barlineckie jest intensywnie wykorzystywane rekreacyjnie. W bezpośredniej zlewni funkcjonują ośrodki wypoczynkowe oraz domy letniskowe. W celu ochrony jeziora powinna być oceniona gospodarka ściekowa 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 Chełmickiego (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.

Zaproponowane obszary lokalizacji barier biogeochemicznych wokół badanych jezior: Suche, Lubiszewko, Przyłęg, Chłop, Lubie, Wielgie przedstawiono na rysunkach 17 – 22 [publikacja 3.2.2].

W celu oceny właściwości bioakumulacyjnych roślin wodnych (rogatka sztywnego, moczarki kanadyjskiej i rzęsy drobnej) wyznaczono współczynnik biokoncentracji BCF (*Bioconcentration factor*) [publikacja 3.2.2].

Wartości współczynnika BCF > 1000 wskazują na bardzo dobre właściwości akumulacyjne metali ciężkich w danych elementach bioty (np. w roślinach wodnych, zooplanktonie oraz w glonach), a także na możliwość ich zastosowania w biomonitoringu wodnym oraz w efektywnej fitoremediacji.

Wyniki oceny właściwości bioakumulacyjnych roślin wodnych (rogatka sztywnego, moczarki kanadyjskiej i rzęsy drobnej) - wyznaczenie współczynnika biokoncentracji BCF (*Bioconcentration factor*) przedstawiono w publikacji 3.2.2, tabele 57 – 95.

Duże wartości współczynnika biokoncentracji BCF (> 1000) u rogatka sztywnego (*Ceratophyllum demersum L.*), moczarki kanadyjskiej (*Elodea canadensis Michx.*) i rzęsy drobnej (*Lemna minor L.*) świadczą o bardzo dobrych właściwościach akumulacyjnych metali ciężkich w/w roślin wodnych:

- Rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum L.*) posiadał współczynnik biokoncentracji BCF > 1000 dla Cd, Cr, Hg.
- Moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis Michx.*) posiadała współczynnik BCF > 1000 dla Cd, Cr, Cu, Hg, Pb.
- Rzęsa drobna (*Lemna minor L.*) posiadała 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 [publikacja 3.2.2].

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

Literatura

- [1] 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.
- [2] Bajkiewicz-Grabowska E., 1985. Struktura fizyczno-geograficzna zlewni jako podstawa oceny dostawy materii biogennej do jezior. *Pr. Stud. Geogr.* 7, 65-89.
- [3] Bajkiewicz-Grabowska E., 1987. Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie. *Wiad. Ekol.* 33(3), 279-289.
- [4] Bajkiewicz-Grabowska E., 1990. Stopień naturalnej podatności jezior na eutrofizację na przykładzie wybranych jezior Polski. *Gospod. Wod.* 12, 270-272.
- [5] Bajkiewicz-Grabowska E., 2002. Obieg materii w ekosystemach rzeczno-jeziornych. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.
- [6] Bajkiewicz-Grabowska E., 2002. The circulation of matter in river-systems of Lake. Warsaw Publisher UW.
- [7] 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.
- [8] Carlson R.F., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22(2), 361-369.
- [9] Chelmiecki W., 2001. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- [10] 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.
- [11] Choiński A., 1988. Wybrane zagadnienia z limnologii fizycznej Polski. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- [12] Choiński A., 1991. Katalog jezior Polski. Cz. I: Pojezierze Pomorskie. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- [13] Choiński A., 1995. Zarys limnologii fizycznej Polski. Wyd. Nauk. UAM Poznań.

- [14] Choiński A., 2007. Limnologia fizyczna Polski. Wyd. Nauk. UAM Poznań.
- [15] Daniszewski P. 2000. Effectiveness of decreasing BOD₅ quality by *Pistia stratiotes*, *Echhornia crassipes* and *Stratiotes aloides* roots form in water-vegetation form of imperf wastes. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura 2000 No. 84 pp. 87-90.
- [16] 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 No. 89 pp.25-28.
- [17] 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 No. 89 pp. 21-24.
- [18] Daniszewski, P., Falkowski, J. 2002a. Use of colonizing organisms for communal sewage treatment by water-plant method. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych No.: 484, pp.125-129.
- [19] Daniszewski, P., Falkowski, J. 2002b. Utilization of water plants for sewage treatment in water-plant purification system. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. No.: 484, pp.131-137.
- [20] Daniszewski, P. 2008a. Aspekt ekologiczny oczyszczania ścieków metodą roślinno-wodną. Ekologia i Technika nr 5, s. 211—214.
- [21] Daniszewski P. 2008b. Vegetation – water purification as a way of solving problem of wastewater managment on rural areas. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr 4/2008 s. 187 – 188.
- [22] Daniszewski P. 2009. Oczyszczalnia roślinno – wodna. Inżynier budownictwa nr 11/2009, s. 81 – 82.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] Daniszewski P., Konieczny R., 2014. Heavy metal content of water in the lakes of the Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland). Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 12, 3443-3449.
- [26] Daniszewski P. 2014. Heavy Metals in Water German-Polish Szczecin (Oder-)Lagoon and Their Potentiality in Health Risk Assessment. Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 14, 4251-4254.
- [27] Konieczny R., Daniszewski P. 2013. Using Macrozoobenthos to Assess the Ecological Condition of the Starzyc Lake (North-West Poland). Journal of Ecological Engineering. Vol. 14, No. 4, October 2013.
- [28] Daniszewski P., 2014. Evaluation of Chemical and Physico-Chemical Indicators of Water in the Lakes of Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland). Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 9 (2014), 2527-2536.
- [29] Daniszewski P. 2014. Evaluation of Chemical and Physico-Chemical Indicators of Water in Miedwie Lake (North-West Poland). Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 14, 4189-4192.
- [30] Daniszewski P. 2014. Quality of Water in Dabie Lake (North-West Poland) During Different Seasons (2008-2012). Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 14 (2014), 4193-4196.
- [31] Daniszewski P. 2014. Total Alkaline Phosphatase Activity of Water in the Lakes of Barlinek-Gorzów Landscape Park (North-West Poland). Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 13 (2014), 3888-3890.
- [32] Daniszewski P. 2014. Evaluation of Physico-Chemical Parameters of German-Polish Szczecin Lagoon Water. Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 14, 4184-4188.
- [32] Daniszewski P. 2014. River Odra Estuary (North-West Poland): Assessment of Physical and Chemical Parameters of Water on Basis of European Union Water Framework Directive Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 14 (2014), 4219-4223.
- [33] Daniszewski P. 2014. Studies of Heavy Metal Pollution in Water River Odra Estuary (North-West Poland). Asian Journal of Chemistry. Vol. 26, No. 14, 4247-4250.
- [34] Dąbrowska-Prot E., Hillbricht-Ilkowska A., 1991. Struktura i funkcjonowanie krajobrazu pojeziernego – próba ekologicznego spojrzenia, kierunki ochrony. Ochr. Śr. 15(3-4), 237-250.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] Dojlido J., 1995. Chemia wód powierzchniowych. Wyd. Ekonomia i Środowisko Białystok.
- [38] 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.
- [39] Domagała J., Kubiak J., Tadjewski A., Trzebiatowski R., 1982. Możliwości chowu pstrąga tęczowego w eutroficznych wodach estuariowych. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Ryb. Mor. Technol. Żywn. 93(12), 81-103.

- [40] Durkowski T., 1998. Chemizm wód drenarskich obiektów Pomorza Zachodniego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 458, 349-356.
- [41] Durkowski T., Walczak B., 1998. Jakość wód powierzchniowych małych zlewniach rolniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 459 (supl.), 173-174.
- [42] 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.
- [43] Elbanowska H., Zerbe J., Siepak J., 1999. Fizyczno-chemiczne badania wód. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- [44] Furczak J., 2000. Aktywność ogólnej fosfatazy zasadowej w wodzie i osadzie dennym niektórych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Cz. II. Eutroficzne jezioro Głębokie. Acta Agrophysica 4(2), 291-299.
- [45] 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.
- [46] Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady Warszawa.
- [47] Hillbricht-Ilkowska A., 1989. Jeziora Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Stan eutrofizacji, kierunki ochrony. Zesz. Nauk. Kom. PAN Człowiek i Środowisko 1, 1-167.
- [48] Hillbricht-Ilkowska A., Kostrzewska-Szłakowska 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.
- [49] Hillbricht-Ilkowska A., Kostrzewska-Szłakowska 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.
- [50] 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.
- [51] 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.
- [52] 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.
- [53] Jansson M., Olsson H., Pettersson K., 1988. Phosphatases: origin, characteristics and function in lakes. Hydrobiology 170, 157-175.
- [54] Jones J.G., 1972. Studies on freshwater microorganisms: phosphatase activity in lakes of differing degrees of eutrophication. J. Ecol. 60, 777-791.
- [55] 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.
- [56] Kajak Z., 1979. Eutrofizacja jezior. PWN Warszawa.
- [57] 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.
- [58] Kajak Z., 1998. Hydrobiologia – limnologia. PWN Warszawa.
- [59] Kubiak J., 2003. Największe dimiktyczne jeziora Pomorza Zachodniego. Poziom trofii, podatność na degradację oraz warunki siedliskowe ichtiofauny. AR Szczecin, Rozprawy 214.
- [60] Kubiak J., Tórz A., 2005. Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim. Słupskie Prace Biologiczne 2. 17-36.
- [61] Kubiak J., Chojnacki J., 1995. Pomeranian Bay –Trophic level. Part 1. Abiotic factors. 4th Int. Symp. on Model Estuaries, Inst. Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Nantes, 100-102.
- [62] 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.
- [63] 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.

- [64] 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.
- [65] 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.
- [66] Kubiak J., Nędzarek A., Tórz A., 1997b. Charakterystyka limnologiczna jezior przymorskich Pomorza Zachodniego, Materiały 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM Poznań, 40-41.
- [67] Kubiak J., Nędzarek A., Żurawska J., 1996a. Hydrochemia jezior zlewni rzeki Wołczenicy. Mat. Konf. Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych, Biuro Inf. Nauk. Szczecin, 157-159.
- [68] 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.
- [69] Kubiak J., Raczyńska M., Żurawska J., 1997c. Warunki hydrochemiczne wybranych jezior rzeki Tywy. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM Poznań, 41-42.
- [70] 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).
- [71] 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.
- [72] 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.
- [73] 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.
- [74] Kubiak J., Tórz A., Nędzarek A., 1997d. Charakterystyka limnologiczna jezior Ińskiego Parku Krajobrazowego. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM, Poznań, 42.
- [75] Kubiak J., Tórz A., Nędzarek A., 1997e. Charakterystyka limnologiczna wybranych jezior zlewni rzeki Płoni. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM Poznań, 43.
- [76] 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.
- [77] 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.
- [78] 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.
- [79] Kubiak J., Żurawska J., Raczyńska M., 1997f. Hydrochemia wybranych jezior rzeki Rurzyca. Mat. 17. Zjazdu Hydrobiologów Polskich, Wyd. UAM Poznań, 44.
- [80] Kudelska D., Cyzdik D., Soszka H., 1994. Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. PIOŚ Warszawa, 1-42.
- [81] 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.
- [82] 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.
- [83] Singare P.U., 2011b. Thane lakes high on metal content: Study, Daily Times of India, August 10, 2011. Mumbai, India.
- [84] 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.
- [85] 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.
- [86] 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.
- [87] 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.

- [88] 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.
- [89] 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
- [90] 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
- [91] 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
- [92] 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.
- [93] 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.
- [94] Vollenweider R.A., 1989. Global problems of eutrophication and its control. Symp. Biol. Hung. 38, 19-41.

Piotr Daniszewski

