

## **Water quality of the surfaces waters of the Barlinek lake (spring, summer and autumn of 2008)**

### **Ocena jakości wód powierzchniowych jeziora Barlineckiego (wiosna, lato i jesień 2008 r.)**

**Piotr Daniszewski**

Katedra Chemii i Ochrony Środowiska Wodnego

Wydział Biologii

Uniwersytet Szczeciński

ul. Felczaka 3C, 71-412 Szczecin, Poland

E-mail address: [daniszewski@univ.szczecin.pl](mailto:daniszewski@univ.szczecin.pl)

#### **ABSTRACT**

To estimate differentiation of water chemistry in reservoirs of Barlinek Lake, in time (spring, summer and autumn of 2008). In arbitrary appointed times 19 physical and chemical indicators of water quality were determined to evaluate general status and water condition (temperature, pH, concentration of dissolved oxygen and saturation by O<sub>2</sub>, solid residue, residue after ignition), trophy (concentrations of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup><sub>dissolved</sub>, P<sub>tot.</sub>), and mineralization (specyfic electrolytic conductivity, total hardness and separately concentrations of Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, total concentrations of Fe and Mn).

#### **Keywords**

waters quality, surfaces waters, eutrophication, phosphorus, nitrogen, Barlinek Lake,

#### **STRESZCZENIE**

Celem niniejszej pracy było prześledzenie w okresie od wiosny do jesieni 2008 roku poziomu oraz dynamiki zmian w wodach jeziora Barlineckiego sezonowych parametrów ogólnych, zasobności wód w substancje biogenne a także poziomu wskaźników mineralizacji. W pracy oznaczano wskaźniki ogólne wody: temperaturę, pH, Eh, alkaliczność ogólną wody, stężenie O<sub>2rozp.</sub>, ChZT-Mn, suchą pozostałość i pozostałość po prażeniu. Spośród wskaźników charakteryzujących trofię oznaczono: stężenia NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup><sub>roz.</sub>, P<sub>og</sub> oraz wskaźniki charakteryzujące mineralizację wód: twardość ogólną, stężenie Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, ogólne stężenie Fe i Mn. Stopień natlenienia wód obliczano na podstawie tablic nasycenia czystej wody tlenem atmosferycznym. Wszystkie oznaczenia i obliczenia wykonywano według metod zalecanych przez Polskie Normy, stosując procedury analityczne opisane m.in. przez Dojlido 1995; Elbanowska H. i in. 1999; Hermanowicza i in. 1999.

#### **Słowa kluczowe**

jakość wód, wody powierzchniowe, eutrofizacja, fosfor, azot, jezioro Barlineckie

## 1. WPROWADZENIE

Rozwój działalności gospodarczej człowieka a także nasilające się procesy przekształcające środowisko naturalne wpływają niekorzystnie na jakość środowiska przyrodniczego w tym na środowisko wodne (**Kajak 1979; Kalff 2001**). Procesy te uświadamiają nam, że ochrona akwenów wodnych a także ich właściwe użytkowanie stają się podstawą dla dalszego rozwoju społeczno – ekonomicznego (**Kajak 1979; Dąbrowska-Prot, Hillbricht-Ilkowska 1991; Barik S.K., Purushothaman C.S., Mohanty A.N. 2001**).

Postępujące uprzemysłowienie, rozwój rolnictwa na obszarach zlewni, rozwój turystyki wpływają na nadmierne obciążenie akwenów wodnych przede wszystkim związkami biogennymi, które mają istotny wpływ na jakość wód (**Vollenweider 1971; Kajak 1979; Kalff 2001**).

Prowadzone badania w różnych ośrodkach naukowych nad rolą, zawartością a także przemianami związków biogenicznych w środowisku wodnym wykazały, że podstawowym czynnikiem pokarmowym, kontrolującym rozwój mikroorganizmów planktonowych jest przede wszystkim zawartość związków fosforu (**Barik S.K., Purushothaman C.S., Mohanty A.N. 2001; Kentzer A. 2001; Lampart i Sommer 2001; Siuda 2001**).

Celem niniejszej pracy było prześledzenie w okresie od wiosny do jesieni 2008 roku poziomu oraz dynamiki zmian w wodach jeziora Barlineckiego sezonowych parametrów ogólnych, zasobności wód w substancje biogenne a także poziomu wskaźników mineralizacji [1-12].

## 2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Badania przeprowadzono na jeziorze Barlineckim, które zajmuje powierzchnię 259,1 ha, posiada trzy dopływy i jeden odpływ. Otoczone jest morenowymi wzgórzami, w większości porośniętymi buczynami. Fragment brzegu zachodniego badanego jeziora przylega do łąk połączonych z polami uprawnymi. Północna i północno-wschodnia część jeziora graniczy z zabudowaniami miasta Barlinek (**Marcinkiewicz W. 1963**). Podstawowe dane morfometryczno-zlewniowe badanego jeziora przedstawiono w tabeli nr 1.

**Table 1.** Morphometric and basin data of Barlineckie lake

**Tabela 1.** Dane morfometryczno-zlewniowe jeziora Barlineckiego

Lp.	Nazwa jeziora Lake name	Szerokość geograficzna Latitude	Długość geograficzna Longitude	Wysokość n.p.m. Height above sea level	Głębokość maksymalna Maximal depth	Głębokość średnia Average depth	Powierzchnia zw. wody Water surface area
		N	E	m	m	m	ha
		52°58'09''	15°12'09''	57,0	18,0	7,1	259,1
1.	Barlineckie (Barlińskie)	Powierzchnia wysp Island area	Objętość Volume	Długość maksymalna na Maximal length	Szerokość maksymalna Maximal width	Linia brzegowa misy jeziora Coastline of lake's basin	Linia brzegowa wysp Islands coastline
		ha	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	m	m	m	m
		3,7	18579,8	3770	2150	10450	1550

Ocenę jakości wód powierzchniowych jeziora Barlineckiego prowadzono określając wartości 19 wskaźników, które określają jakość wód, a są uznawane za podstawowe (**Dojlido 1995; Elbanowska H., Zerbe J., Siepak J. 1999; Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Kozirowski B., Zerbe J., 1999**) przy ustalaniu statusu ogólnego, trofii i mineralizacji wód.

Próby wody do badań pobierano według **PN/C-04632.03** z głębokości ok. 0,5 m poniżej lustra wody. W miejscu poboru prób oznaczano temperaturę, pH, potencjał redoks (Eh) oraz alkaliczność ogólną wód. Pobrane próbki wody zostały utrwalane zgodnie z zaleceniami zawartymi w Polskiej Normie - **PN/C-04632.04**.

Pozostałe wskaźniki określające jakość wód zostały oznaczone w przeciągu 24 godzin od momentu pobrania prób.

Oznaczenie ilości rozpuszczonej materii organicznej podatnej na utlenienie określano jako ChZT-Mn zgodnie z **PN/C-04578.02**. Tlen rozpuszczony oznaczono metodą Winklera w modyfikacji azydkowej Alsterberga z zastosowaniem **PN/C-04545.03**. Stopień natlenienia wód określono według tablic zamieszczonych w pracy **Nemerowa (1985)**. W wyniku oznaczeń „suchej pozostałości” i „pozostałości po prażeniu” - według **PN/C-04541**, określono ilość substancji rozpuszczonych po wprowadzeniu poprawki na ubytek masy związanej z rozkładem wodorowęglanów oraz szacować ilość rozpuszczonej materii organicznej [**Macioszczyk 1987**].

W niniejszej pracy spośród wskaźników trofii wód oznaczono również stężenie  $\text{NH}_4^+$  - zgodnie z **PN/C-04576.01**,  $\text{NO}_2^-$  - zgodnie z **PN/C-04576.06**,  $\text{NO}_3^-$  - zgodnie z **PN/C-04576.09**,  $\text{PO}_4^{3-}$  rozp - zgodnie z **PN/C-04537.02** i  $\text{P}_{\text{og}}$  - zgodnie z **PN/C-04537.09**.

Ocenę wskaźników mineralizacji badanego zbiornika wodnego tj. ogólne wskaźniki mineralizacji oraz makroskładniki i wybrane mikroskładniki mineralizacyjne: przewodnictwo elektrolityczne właściwe oznaczano zgodnie z **PN/C-04542**, twardość ogólną – oznaczano zgodnie z **PN/C-04554.02**, stężenie wapnia i magnezu – oznaczano zgodnie z **PN/C-04551.01** i **PN/C-04562.01**, stężenie chlorków – oznaczano zgodnie z **PN/C-04617.02**, siarczanów (VI) – oznaczano zgodnie z **PN/C-04566.09**, alkaliczność ogólną – oznaczano zgodnie z **PN/C-04540.03**, stężenie  $\text{Fe}_{\text{og}}$  – oznaczano zgodnie z **PN/C-04586.03** i  $\text{Mn}_{\text{og}}$  – oznaczano zgodnie z **PN/C-04590.01**.

Poszczególne wskaźników jakości wód oceniano według kryteriów zalecanych do oceniania śródlądowych wód powierzchniowych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód.

W pracy przedstawiono 19 wskaźników określających jakość wód, wśród których 18 było zawartych w przytoczonym powyżej rozporządzeniu.

### **3. DYSKUSJA WYNIKÓW**

Wyniki badań wybranych wskaźników wód jeziora Barlineckiego wraz z klasyfikacją wartości zmierzonych wskaźników wg kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. przedstawiono w tabeli 2.

**Table 2.** Results of researches on quality of surface waters from Barlineckiego lakes (spring, summer and autumn of 2008) and classification of values of examined indicators in accordance with The Decree of Minister of Environment with day 11 February 2004.

**Tabela 2.** Wyniki badań jakości wód powierzchniowych jeziora Barlineckiego (wiosna, lato i jesień 2008) wraz z klasyfikacją wartości badanych wskaźników wg kryteriów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r.

Lp. No	Wskaźnik jakości wód (jednostki) Water quality indices (units)	Jezioro Barlineckie Barlineckie Lake		
		17.04.2008 wiosna	24.07.2008 lato	15.10.2008 jesień
1	2	3	4	5
<b>I. Parametry ogólne / General parameters</b>				
I.1	Temperatura wody / Water temperature (°C)	4,0 (I)	19,0 (I)	6,0 (I)
I.2	pH (jedn. pH) / (pH units)	7,68 (I)	7,75 (I)	7,80 (I)
I.3	ChZT-Mn / COD-Mn (mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	7,6 (III)	9,3 (III)	8,8 (III)
I.4	BZT <sub>5</sub> / BOD <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	3,7 (III)	5,7 (III)	4,9 (III)
I.5	O <sub>2</sub> rozp. / O <sub>2</sub> diss. (mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	8,7 (I)	9,7 (I)	7,6 (I)
I.6	Natlenienie wód <sup>1)</sup> / Saturation with O <sub>2</sub> <sup>1)</sup> (%)	66,4	112,4	69,7
<b>II. Zasobność wód w substancje biogenne/ Biogenics substances content</b>				
II.1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mgN·dm <sup>-3</sup> )	0,12 (I)	0,28 (I)	0,22 (I)
II.2	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mgN·dm <sup>-3</sup> )	0,018 (I)	0,038 (II)	0,032 (II)
II.3	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mgN·dm <sup>-3</sup> )	1,81 (III)	0,57 (II)	0,38 (I)
II.4	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> rozp. / PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> diss. (mg PO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	1,03 (V)	0,74 (IV)	0,42 (II)
II.5	P <sub>og.</sub> / P <sub>tot.</sub> (mg P·dm <sup>-3</sup> )	0,42 (III)	0,23 (II)	0,29 (II)
<b>III. Wskaźniki mineralizacji/ Mineralization indices</b>				
III.1	Przewodnictwo elektryczne właściwe/ Specific electroconductivity (μS·cm <sup>-1</sup> )	410 (I)	480 (I)	400 (I)
III.2	Ca <sup>2+</sup> (mg Ca·dm <sup>-3</sup> )	47 (I)	59 (II)	52 (II)
III.3	Mg <sup>2+</sup> (mg Mg·dm <sup>-3</sup> )	11 (I)	8 (I)	7 (I)
III.4	Cl <sup>-</sup> (mg Cl·dm <sup>-3</sup> )	29 (I)	32 (I)	12 (I)
III.5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg SO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	34 (I)	76 (I)	98 (I)
III.6	Zasadowość ogólna / Total alkalinity (mgCaCO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	123 (II)	147 (II)	152 (II)
III.7	Fe <sub>og.</sub> / Fe <sub>tot.</sub> (mg Fe·dm <sup>-3</sup> )	0,09 (I)	0,18 (II)	0,26 (II)
III.8	Mn <sub>og.</sub> / Mn <sub>tot.</sub> (mg Mn·dm <sup>-3</sup> )	0,08 (II)	0,07 (II)	0,03 (I)

Objaśnienia/ explanation:

<sup>1)</sup> Wskaźnik jakości wód nie klasyfikowany w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r.

<sup>1)</sup> Water quality indices not classified by The Decree of Minister of Environment with day 11 February 2004.

Wody jeziora Barlineckiego w okresie prowadzonych badań posiadały wartości pH zbliżone do obojętnego tj. od 7,68 do 7,80 – zaliczane są do I klasa jakości wód.

Mierzone wartościami Eh wskazywały na to, iż mierzony potencjał redoks był kształtowany przez parę redoksową: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> [Kölling M. 1986].

Natlenienie badanych wód zmieniało się w poszczególnych porach roku, a w szczególności było wysokie pod koniec lipca 2008 roku i wynosiło powyżej 112% .

Wysoki poziom natlenienia badanego zbiornika w okresie letnim był spowodowany rozwojem roślinności wodnej. W pozostałych porach roku tj. w okresie wiosny i jesieni wody

były zdecydowanie niedotlenione – poziom natlenienia zbiornika jeziora oscylował w granicach 70%.

Tak znaczne niedotlenienie wód w jeziorze Barlineckim, może świadczyć o znacznej intensywności procesów rozkładu materii organicznej w badanym zbiorniku. Za taką tezę przemawiają także stosunkowo niskie wartości pH wody - wskazując na przewagę procesów dysymilacyjnych nad asymilacyjnymi.

W ekosystemach wodnych badanego jeziora znaczne wartości straty przy prażeniu oraz nieodpowiadające im wartości ChZT-Mn jak wynika z szacowań, jakie dokonano na podstawie oznaczeń „suchej pozostałości” i „pozostałości po prażeniu” wg [Macioszczyk A. 1987] oraz na podstawie wyników oznaczeń ChZT-Mn, którego wartości zawsze odpowiadały III klasie jakości wód – badane wody jeziora cechowały się utrzymującą się we wszystkich porach roku dość znaczną zawartością substancji organicznych, w tym substancji o charakterze reduktorów. Przyczynę tego stanu należy upatrywać również w osadzie dennym badanego jeziora, który zasobny jest w materię organiczną.

Badane wody jeziora Barlineckiego zawierały zawsze stosunkowo mało mineralnych związków azotu – stężenia mineralnych form azotu odpowiadały zazwyczaj I i II klasie jakości wód.

Badane wody posiadały zmieniające się stężenia  $\text{PO}_4^{3-}$  rozp i  $\text{P}_{\text{og}}$  – stężenia te odpowiadały wodom od II do V klasy jakości. Wzrost stężeń związków fosforu w badanym jeziorze może świadczyć o spadku ilości tlenu w wodach naddennych i zmianami ich statusu redoks prowadzącymi do uwalniania związków fosforu skumulowanych w osadach dennych [Kajak Z. 1998].

Ekosystem jeziora Barlineckiego jest zasobny w związki fosforu, które stanowią obciążenie wewnętrzne tego ekosystemu. Przemawia za tym uwalnianie z osadów do toni wodnej obok związków fosforu, także manganu i żelaza do wartości odpowiadających II klasie jakości wód.

Wartości  $\text{P}_{\text{og}}$  w okresie cyrkulacji wiosennej, kiedy to stężenie tego wskaźnika wynosiło około  $0,42 \text{ mg P dm}^{-3}$  wskazuje na to, że wody badanego jeziora Barlineckiego były w stanie zaawansowanej eutrofii [Lampert W., Sommer U. 2001 s. 352].

Wskaźniki mineralizacji wód badanego jeziora cechowały się ustabilizowanym stężeniem badanych makroskładników jonowych wody.

#### 4. WNIOSKI

1. W okresie badawczym wody powierzchniowe Jeziora Barlineckiego z uwagi na wyniki oznaczeń ChZT-Mn były wodami III klasy jakości oceniając wg przepisów obowiązujących do oceny wód powierzchniowych w Polsce.
2. Podczas wiosny i lata badane wody były klasyfikowane do IV-V klasy jakości ze względu na wartości stężeń  $\text{PO}_4^{3-}$ .
3. Znaczne zmiany natlenienia wód badanego jeziora, poczynając od stanów silnego przetlenienia w okresie letnim – spowodowanym stosunkowo krótkotrwałym bujnym rozwojem roślinności wodnej – do stanów niedotlenienia w okresie wiosny i jesieni, co z kolei świadczy o przewadze procesów dysymilacyjnych nad asymilacyjnymi w badanym ekosystemie wodnym.
4. Badane wody jeziora Barlineckiego były słabo zmineralizowanymi. Stężenia soli mineralnych w badanym jeziorze podlegały niedużym wahaniom sezonowym.

## LITERATURA

- [1] Barik S.K., Purushothaman C.S., Mohanty A.N., *Aquacult. Res.* 32 (2001) 819–832.
- [2] Dojlido J.R. *Chemia wód powierzchniowych*. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko 1995
- [3] Elbanowska H., Zerbe J., Siepak J.. *Fizyczno-chemiczne badania wód*. Wydawnictwo Naukowe PWN 1999, ss. 232
- [4] Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*. Arkady, Warszawa 1999,
- [5] Kajak Z.. *Hydrobiologia-Limnologia*. Ekosystemy wód śródlądowych, PWN, Warszawa 1998, s. 355.
- [6] Kentzer A.. *Fosfor i jego biologicznie dostępne frakcje w jeziorach o równej trofii*. Wydawnictwo UMK, Torun 2001, s. 111.
- [7] Kölling M., *Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung des Redoxpotentials natürlicher Wässer*. Meyniana. 38( 1986) 1÷19.
- [8] Lampert W., Sommer U., *Ekologia wód śródlądowych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2001, s. 415.
- [9] Macioszczyk A.. *Hydrogeochemia*. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1987, s. 475.
- [10] Marcinkiewicz W. *Barlineckie Jezioro*, Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn 1963.
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (Dz. U. Nr 32, poz. 284)
- [12] Siuda W., *Post. Mikrobiol.* 40 (2) (2001) 187–217.

## Polskie Normy

PN/C-04537.02. Oznaczanie rozpuszczonych ortofosforanów kolorymetryczną metodą molibdenianową z chlorkiem cynawym jako reduktorem.

PN/C-04537.09. Woda i ścieki. Badania zawartości związków fosforu. Oznaczenie fosforu ogólnego.

PN/C-04540.03. Badania wartości pH, kwasowości i zasadowości. Oznaczanie kwasowości i zasadowości mineralnej i ogólnej metodą miareczkowania wobec wskaźników.

PN/C-04541. Oznaczanie suchej pozostałości, pozostałości po prażeniu, straty przy prażeniu oraz substancji rozpuszczonych, substancji mineralnych i substancji rozpuszczonych lotnych.

PN/C-04542. Oznaczanie przewodności elektrolitycznej właściwej.

PN/C-04545.03. Oznaczanie rozpuszczonego tlenu metodą Winklera w modyfikacji azydkowej.

- PN/C-04551.01. Oznaczanie wapnia (twardości wapniowej) metodą wersenianową.
- PN/C-04554.02. Oznaczanie twardości ogólnej powyżej 0,357 mval/dm<sup>3</sup> metodą wersenianową.
- PN/C-04562.01. Oznaczanie magnezu metodą wersenianową.
- PN/C-04566.09. Badania zawartości siarki i jej związków. Oznaczanie siarczanów metodą wagową.
- PN/C-04576.01. Badania zawartości związków azotu. Oznaczanie azotu w postaci amoniaku i jonów amonowych.
- PN/C-04576.06. Oznaczanie azotu azotynowego metodą kalorymetryczną z kwasem sulfanilowym i 1-naftyloaminą.
- PN/C-04576.09. Oznaczanie azotu azotanowego metodą kalorymetryczną z p-fluorofenolem.
- PN/C-04578.02. Badania zapotrzebowania tlenu i zawartości węgla organicznego. Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) metodą nadmanganianową.
- PN/C-04586.03. Oznaczanie żelaza ogólnego i rozpuszczonego w zakresie 0,02–10 mg/dm<sup>3</sup> metodą kolorymetryczną z 1,10-fenantroliną lub 2,2'-dwupirydylem.
- PN/C-04590.01. Oznaczanie manganu metodą kolorymetryczną nadmanganianową.
- PN/C-04617.02. Oznaczanie chlorków w wodzie i ściekach metodą argentometrycznego miareczkowania.
- PN/C-04632.03. Ogólne zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych. Technika pobierania próbek.
- PN/C-04632.04. Ogólne zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych. Utrwalanie i przechowywanie próbek.
- PN/C-06504. Przygotowanie roztworów buforowych.