

Studia Limnologica et Telmatologica (STUD LIM TEL)	6	1	19-26	2012
---	---	---	-------	------

Indywidualizm jezior Parku Narodowego „Bory Tucholskie” na tle jezior w narodowych parkach polskich

Peculiarity of the lakes in “Bory Tucholskie” National Park against the background of lakes in other national parks of Poland

Adam Choński¹, Włodzimierz Marszelewski², Rajmund Skowron³

¹Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, WNGiG, UAM, ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań
e-mail: choinski@amu.edu.pl

^{2,3}Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Geografii, UMK, ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: marszel@umk.pl; rskowron@umk.pl

Abstrakt: Badania hydrograficzne prowadzone na jeziorach Parku Narodowego “Bory Tucholskie” wykazały wyraźną ich odrębność i jednocześnie zróżnicowanie. Wynika to głównie z usytuowania jezior Parku względem jego granic i działów wodnych, typów przepływowości, braku tranzytowego charakteru wód w Parku. Duże zalesienie Parku (85,3%) oraz stosunkowo duże wyniesienie całego obszaru nad poziom morza decydują o odmienności klimatycznej tego regionu. Powoduje to, iż wody zbiorniki posiadają wyraźnie odmienne cechy termiczne. Epilimnion zalega w nich przeciętnie od 2,6 do 6,6 m, a w okresie zimowym potwierdza się wyraźny wpływ zasilania podziemnego. Duże zróżnicowanie posiada także mineralizacja i przezroczystość wody, koncentracja tlenu (deficyty i okresowe braki tlenu). Zanieczyszczenie wód jezior odpowiada I lub II klasie czystości (wg Systemu Oceny Jakości Jezior).

Słowa kluczowe: jeziora, specyfika jezior, Park Narodowy “Bory Tucholskie”

Abstract: The hydrographic investigations conducted on the lakes of the “Bory Tucholskie” National Park proved their distinctiveness and diversity. They mainly results from the location of the lakes with respect to the Park borders and watersheds, types of flow, and the lack of waters of transit character in this Park. Considerably forested area of the Park (85.3%), and relatively big elevation of the entire area above the sea level both determine climatic distinctiveness of the region. This causes that water bodies show clearly different thermal features of their waters in which the epilimnion stays from 2.6 to 6.6 m. The influence of groundwater supply is very noticeable during the winter period. Water mineralization, transparency and oxygen concentrations (deficit and periodic lacks of oxygen) are also varied. Pollution of lake waters corresponds to the I or II class of purity (according to Lake Quality Assessment).

Key words: lakes, lake peculiarity, “Bory Tucholskie” National Park

Jakkolwiek Park Narodowy „Bory Tucholskie” posiada w swej nazwie bory, jest parkiem wyjątkowo „wodnym”. Występuje w nim aż 18 jezior o powierzchni powyżej 1 ha. Jeziorne ekosystemy zajmują obszar 504 ha, co stanowi aż 11% jego powierzchni. Plasuje go to na 3. pozycji wśród 23. polskich parków narodowych.

Wyjątkowo korzystne usytuowanie jezior Parku wynika z układu jego granic i działów wodnych (ryc. 1). Generalnie działy wodne przebiegają w bezpośrednim sąsiedztwie granic Parku. Podobny przebieg (z wyjątkiem parków górskich) jest bardzo rzadko (nawet fragmentarycznie) spotykany na nizinach. Stopień zgodności przebiegu działów wodnych i granic Parku Narodowego „Bory Tucholskie” nie ma odpowiednika w skali kraju. Dodać należy, że przebieg tych działów ma wszędzie charakter pewny. Dzięki temu analizowany Park jest „szczelny”, tzn. przez Park nie przepływają wody tranzytowe, a wypływają z niego (Strugą Siedmiu Jezior) tylko wody autochtoniczne, a więc te, które zasilają jeziora w obrębie PNBT. Tym samym kontrola nad wpływem człowieka na szereg zaburzeń naturalnego obiegu wody jest ułatwiona, skupia się bowiem na tych zjawiskach, które zachodzą w granicach Parku. W przypadku innych parków (np. Wigierski, Słowiński, Wielkopolski) ma miejsce przepływ wód tranzytowych i Parki te w pewnym sensie są „bezbronne”, gdyż leżące w ich obrębie jeziora spełniają rolę swoistych „odstojników”. Dostarczone do nich duże ilości materii są deponowane na dnie tych jezior, co powoduje ich szybkie wypływanie (np. Gardno, Łebsko, Wigry). Tak więc usytuowanie jezior w PNBT jest wyjątkowe, co można określić mianem „specyficznego odosobnienia”. Wpływa również na to fakt, iż powierzchnia Parku jest prawie całkowicie zalesiona.

Kolejnym wyróżnikiem hydrograficznym Parku jest wyjątkowo duży udział obszarów bezodpływowych, zarówno chłonnych, jak i ewapotranspiracyjnych. Niektóre z nich są zupełnie pozbawione wód powierzchniowych. W kilku jednak zlokalizowane są jeziora, np. Gacno Wielkie i Małe, Krzywce Wielkie, Nierybno. Tak więc w obrębie Parku można wyodrębnić wszystkie typy przepływowości jezior, tj. dopływowe (Ostrowite), odpływowe (Jeleń), przepływowe (np. Bełczak, Główka, Płesno) i wymienione powyżej jeziora bezodpływowe.

Oprócz bezpośredniego zasilania powierzchniowego i podziemnego jezior (z pierwszego – płytkiego poziomu wodonośnego) jest prawdopodobny drenaż głębszych poziomów wodonośnych, które są „nacinane” przez misy. Dotyczy to w szczególności Jeziora Ostrowite. Jego głębokość maksymalna wynosi aż 43,0 metry. Jezioro zajmuje 11. pozycję pod tym względem spośród ponad trzech tysięcy jezior Pojezierza Pomorskiego. Warty podkreślenia jest także fakt, iż Jezioro Ostrowite pod względem zasobów (30 mln m³) jest na 5. pozycji wśród jezior w polskich parkach narodowych. Powyżej przedstawione fakty mają bezpośredni lub pośredni wpływ na fizyczne i chemiczne parametry wód.

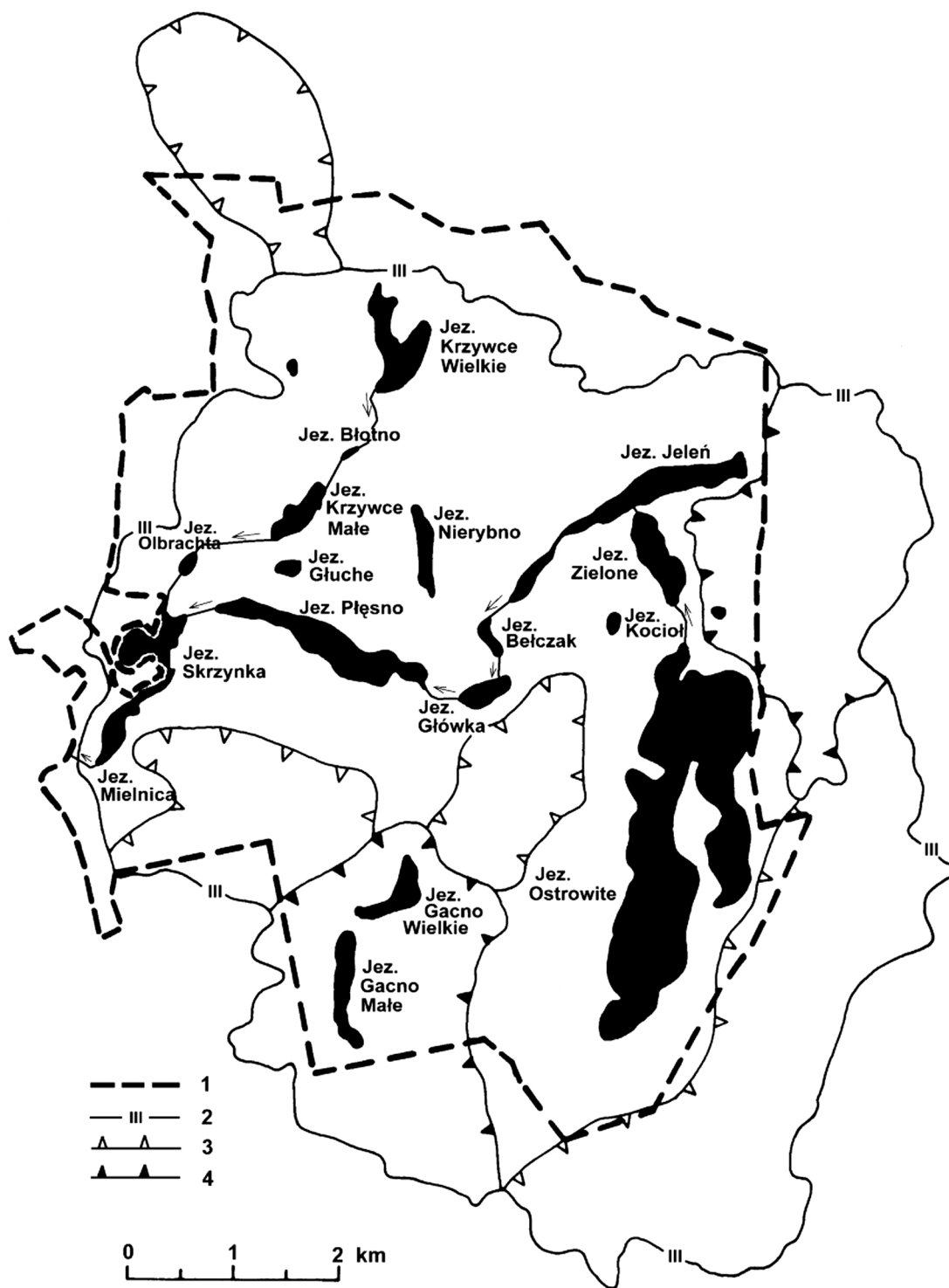
Wyraźna odrębność klimatyczna regionu, w którym położony jest Park Narodowy „Bory Tucholskie” związana jest głównie z wyniesieniem tego obszaru nieco wyżej w stosunku do sąsiadujących regionów. Przeciętnie jeziora położone są na wysokości 120-130 m n.p.m. Kolejnym elementem, który wpływa na odrębność hydrologiczną jezior jest występowanie znacznych powierzchni leśnych. Stanowią one 85,3% powierzchni całego Parku.

Według Atlasu Klimatu Polski (2005) zima termiczna na obszarze Parku Narodowego „Bory Tucholskie” pojawia się między 10 a 15. grudnia, a jej długość wynosi nieco powyżej 70 dni. Z kolei lato termiczne trwa nieco poniżej 70 dni i jego początek przypada między 15 i 20. czerwca. Pokrywa śnieżna zalega przez 50-60 dni, a jej średnia miąższość wynosi 8 cm. Średnia roczna temperatura powietrza w Chojnicach jest stosunkowo niska i wynosi tylko 7,2°C, natomiast lipca – 16,8°C i stycznia – -2,5°C, przy średniej rocznej amplitudzie temperatury powietrza wynoszącej 21,5°C.

Uwarunkowania te nie pozostają bez wpływu na przebieg temperatury wody we wszystkich jeziorach Parku. Pomiarami pionowego rozkładu temperatury wody objęto 6 jezior: Ostrowite, Wielkie Gacno, Wielkie Krzywce, Nierybno, Płesno i Główka. Przeprowadzono je w latach 2003-2011, w różnych okresach roku, przy czym największa ich liczba przypadała na lipiec i sierpień. Wyniki pomiarów temperatury wody wykazały istotne różnice pomiędzy jeziorami w zależności od parametrów morfometrycznych jezior, a szczególnie głębokości.

W okresie letniej stagnacji najcieplejszymi zbiornikami pozostawały jeziora najpłytsze, w których średnia temperatura wody w jeziorze wynosiła powyżej 19,5°C, a zawartość ciepła w 1 cm³ była wyższa od 81 J·cm⁻³. Brak warstwy metalimnionu i hypolimnionu w jeziorach Nierybno i Gacno Wielkie, kwalifikował je zdecydowanie do jezior epitermicznych. Z kolei najchłodniejszymi jeziorami były: Główka i Ostrowite, w których średnia temperatura wody w jeziorze wynosiła poniżej 17°C. Potwierdza to zawartość ciepła w jednostce objętości (<17 J·cm⁻³) oraz najmniejsza objętość epilimnionu (<55%), pozwalająca zaliczyć jeziora Główka i Ostrowite do jezior metatermicznych (tab. 1). Zauważalna jest stosunkowo niska temperatura wody w warstwach przydennych, co może sugerować drenaż wód podziemnych, zwłaszcza przez niecki jezior: Główka, Krzywce Wielkie i Płesno (ryc. 2). Potwierdzają to wyraźnie niska temperatura wody na głębokości 10 m, która w jeziorze Główka wynosiła średnio tylko 5,8°C, podczas gdy w pozostałych osiągała przeciętnie 8,1-10,5°C (tab. 2).

Również w okresie uwarstwienia katotermicznego zauważa się w jeziorach Parku bardzo wyraźny wpływ głębokości oraz zasilania podziemnego na pionowy rozkład temperatury wody. Na ogół we wszystkich jeziorach obserwowano wzrost temperatury wody wraz z głębokością (tab. 3). Przy powierzchni temperatura wody wynosiła przecięt-



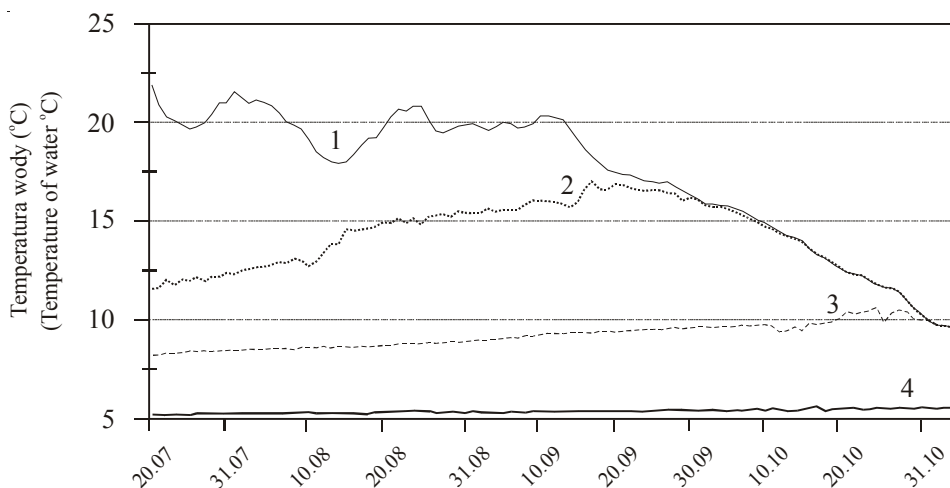
Ryc. 1. Przebieg granicy Parku na tle przebiegu działów wodnych: 1 – granica PNBT; 2 – dział wodny; 3 – dział wodny obszaru bezodpływowego chłonnego; 4 – dział wodny obszaru bezodpływowego ewapotranspiracyjnego

Fig. 1. Area covered by the “Bory Tucholskie” National Park against the background of watersheds: 1 – boundary of the National Park; 2 – watershed order; 3 – drainage divide of the absorbent type without surface runoff; 4 – drainage divide of the evapotranspiration type without surface runoff

Tab. 1. Przeciętne wielkości zasobów ciepła, zasięgu epilimnionu oraz typy termiczne wybranych jezior w Parku Narodowym „Bory Tucholskie” (w okresie 20. lipiec - 20. sierpień). Objasnienia: E – jeziora epitermiczne (objętość epilimnionu stanowi > 90% objętości jeziora); M/E – jeziora metaepitermiczne (objętość epilimnionu wynosi 60-90% objętości jeziora); M – jeziora metatermiczne (objętość epilimnionu stanowi 45-60% objętości jeziora)

Tab. 1. Average values of accumulated heat content, range of epilimnion and thermal types of selected lakes in the “Bory Tucholskie” National Park (July 20 to August 20). Explanations: E – epithermal lakes (volume of epilimnion makes >90% of lake volume); M/E – metaepithermal lakes (volume of epilimnion makes 60-90% of lake volume); M – metathermal lakes (volume of epilimnion makes 45-60% of lake volume);

Jezioro (lata) Lake (years)	Zasoby ciepła (MJ) Accumulated heat content (MJ)	Średnia temperatura w jeziorze (°C) Average temperature of lake water (°C)	Zawartość ciepła Elementary accumulated heat content		Miąższość epilimnionu (m) Thickness of epilimnion (m)	Objętość epilimnionu (%) Volume of epilimnion (%)	Typ termiczny Thermal type
			kcal·cm ⁻²	J·cm ⁻³			
Główka (2004-2011)	20,92	16,68	5,88	69,84	2,6	51,8	M
Nierybno (2003-2010)	31,08	19,52	8,25	81,73	do dna to bottom	100,0	E
Ostrowite (2003-2011)	1806,52	14,39	16,66	60,24	6,6	47,1	M
Płesno (2003-2011)	180,79	19,16	9,03	80,21	4,8	69,1	M/E
Gacno Wielkie (2003-2011)	38,25	20,60	6,44	86,23	do dna to bottom	100,0	E
Krzywce Wielkie (2003-2010)	121,57	16,84	10,96	70,51	5,1	61,0	M/E



Ryc. 2. Przebieg średniej dobowej temperatury wody w jeziorze Ostrowite na głębokościach: 1-2 m, 2-8 m, 3-11 m, 4-18 m w 2005 roku.
Fig. 2. Average daily water temperatures in Lake Ostrowite at the depths: 1-2 m, 2-8 m, 3-11 m and 4-18 m in 2005.

Tab. 2. Przeciętna temperatura wody jeziornej na wybranych głębokościach w okresie stagnacji letniej (od 20. lipca do 20. sierpnia) w latach 2003-2011.

Tab. 2. Average water temperatures at selected depths between July 20 and August 20 in years 2003-2011.

Głębokość (m) Depth (m)	Jezioro - Lake					
	Ostrowite	Wielkie Krzywce	Płesno	Główka	Wielkie Gacno	Nierybno
1	21,20	20,83	21,3	21,1	21,8	20,5
5	20,15	19,30	18,4	12,4	20,2	19,3
10	10,51	8,10	9,0	5,8		
15	6,55	6,73 ¹				
20	5,50					
25	5,14					
30	5,08					
35	5,02					
40	5,00					

¹ – na głębokości 14 m / at the depth of 14 m

Tab. 3. Przeciętne wartości temperatury wody na wybranych głębokościach w styczniu i lutym w latach 2003-2011.

Tab. 3. Average water temperatures at selected depths in January and February 2003-2011.

Głębokość (m) Depth (m)	Jezioro - Lake					
	Ostrowite	Krzywce Wielkie	Płesno	Główka	Gacno Wielkie	Nierybno
1	2,6	2,7	2,3	2,0	2,2	2,2
5	3,0	3,4	3,4	3,8	4,6	3,8
10	3,2	3,7	4,2	4,2		
15	3,4	3,9 ¹				
20	3,6					
25	3,7					
30	3,7					
35	3,7					
40	3,7					

¹ – na głębokości 14 m / at the depth of 14 m

nie od 2,0 do 2,7°C, natomiast na głębokości 5 m powyżej 3,8°C występowała w jeziorach; Gacno Wielkie, Nierybno i Główka. Najchłodniejsze wody notowano w jeziorach: Ostrowite (2,96°C), Krzywce Wielkie i Płesno (3,4°C). Tak wysokie temperatury wody na głębokości 5 i 10 m w zimie spotykamy niezwykle rzadko (Skowron 2011) i są one wyraźnym dowodem na ocieplający wpływ zasilania wodami podziemnymi. Warunki termiczne analizowanych jezior znacznie się różnią mimo, że położone są blisko siebie. Wynika to z indywidualizmu badanych jezior.

Właściwości fizyko-chemiczne jezior Parku Narodowego „Bory Tucholskie” – w porównaniu do wielu innych jezior – są rozpoznane w sposób co najmniej dobry. Jest to efekt starań kierownictwa Parku, które od czasu jego utworzenia dążyło do uruchomienia systematycznych obserwacji i pomiarów limnologicznych. Dzięki temu już w 1998 roku rozpoczęto realizację „Monitoringu hydrologicz-

nego” według projektu W. Marszelewskiego i E. Jutrowskiej (1997). Obserwacje monitoringowe były w kolejnych latach prowadzone w ramach prac związanych z wykonywaniem Planu Ochrony Parku Narodowego „Bory Tucholskie”, a następnie – do chwili obecnej – przez służby Parku.

Pod względem składu chemicznego wody jeziorne w Parku Narodowym „Bory Tucholskie” można podzielić na dwie grupy. W pierwszej znajdują się wody jezior położonych wzdłuż biegu Strugi Siedmiu Jezior. Do drugiej grupy należą wszystkie pozostałe jeziora, przeważnie bezodpływowe.

Jeziora znajdujące się na szlaku przepływu Strugi Siedmiu Jezior charakteryzują się wodami wodorowęglanowo-wapiennymi (Zdanowski i in. 2000-2003). Przewodność elektrolityczna wody wynosi od 220 do 240 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ w warstwach powierzchniowych oraz od 210 do 320 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ w warstwach naddennych. Zawartość wapnia waha się od

41 do 59 mg·dm⁻³. Odczyn wody jest alkaliczny i wynosi od pH 7,0 do 8,5. W jeziorach tych stwierdza się znacznie wyższą zasobność w fosfor. Wzrost zawartości fosforu następuje w jeziorach wzdłuż Strugi Siedmiu Jezior. Najwyższe wartości (do 0,096 mg·dm⁻³ fosforu całkowitego) stwierdzono w jeziorach Skrzyńka i Mielnica, co wynika także z oddziaływania cofki z Jeziora Charzykowskiego. Z kolei koncentracja azotu jest niższa w porównaniu z drugą grupą jezior (oligotroficznych i kwaśnych), w których procesy nityfikacji przebiegają wolniej ze względu na niski odczyn wody. Ogólnie jednak, jeziora Parku Narodowego „Bory Tucholskie” charakteryzują się małą zasobnością w fosfor (średnio 0,07 mg·dm⁻³), a także w azot (średnio 1,1 mg·dm⁻³), niższą o 30-40% w porównaniu z jeziorami występującymi w innych regionach Polski.

Jeziora zakwalifikowane do drugiej grupy charakteryzują się kilkakrotnie mniejszym zasoleniem wód. Prze-

wodność elektrolityczna wody jest niższa od 100 μS·cm⁻¹, zawartość wapnia niższa od 16 mg·dm⁻³, a odczyn wody wykazuje dużą zmienność: od 4,9 do 8,4. Niewielka jest także zawartość chlorków (2,0-5,7 mg·dm⁻³), magnezu i sodu (poniżej 2,5 mg·dm⁻³) oraz potasu (poniżej 1,0 mg·dm⁻³). Jeziora te podzielono na „bardzo słabo zasolone” oraz „o nieco większym zasoleniu” (Zdanowski i in. 2000-2003). Do jezior bardzo słabo zasolonych (suma jonów <1,0 mval·dm⁻³, przewodność elektrolityczna wody <35 μS·cm⁻¹, zawartość wapnia <4 mg·dm⁻³) zaliczono: Gacno Małe, Gacno Wielkie, Głuche, Kacze Oko, Kocioł, Kociołek, Nierybno i Rybie Oko. Do jezior o nieco większym zasoleniu (suma jonów od 1,0 do 2,0 mval·dm⁻³, przewodność elektrolityczna wody od 35 do 90 μS·cm⁻¹, zawartość wapnia od 4 do 15 mg·dm⁻³) zaliczono: Błotko, Krzywce Małe, Krzywce Wielkie i Olbrachta. W tab. 4 zestawiono wybrane parametry chemiczne wody niektórych jezior Parku Narodowego „Bory Tucholskie”.

Tab. 4. Wybrane parametry chemiczne wody kilku jezior podczas sezonu letniego (sierpień) 2008 roku (dane niepublikowane z archiwum Parku Narodowego „Bory Tucholskie”).

Tab. 4. Selected chemical parameters of lake waters in summer (August) 2008 (unpublished data, archives of the “Bory Tucholskie” National Park).

Jezioro Lake	Przewodność (μS·cm ⁻¹) Conductivity (μS·cm ⁻¹)	Ortofosforany (mg P·dm ⁻³) Orthophosphates (mg P·dm ⁻³)	Fosfor ogólny (mg P·dm ⁻³) Total phosphorus (mg P·dm ⁻³)	Azot azotanowy (mg N·dm ⁻³) Nitrate nitrogen (mg N·dm ⁻³)	Azot amonowy (mg N·dm ⁻³) Nitrite nitrogen (mg N·dm ⁻³)
Nierybno	27	<0,016	<0,02	<0,113	0,05
Ostrowite	248	<0,016	<0,02	<0,113	<0,04
Płesno	266	0,142	0,16	<0,113	0,35
Gacno Wielkie	33	<0,016	0,03	<0,113	<0,04
Krzywce Wielkie	55	<0,016	0,04	1,760	0,13

Skład chemiczny wody analizowanych jezior, mimo występowania ich w bliskim sąsiedztwie na niewielkim obszarze, wykazuje więc znaczne zróżnicowanie. Dowodem na to jest także przezroczystość wody mierzona krążkiem

Secchiego. Wielkości przezroczystości wody wykazują istotne wahania sezonowe i uzależnione są od wielu procesów fizycznych, biologicznych i chemicznych zachodzących w wodach o różnym składzie chemicznym i różnych warunkach miktycznych (tab. 5).

Tab. 5. Przezroczystość wody w wybranych jeziorach Parku Narodowego „Bory Tucholskie” (zestawiono na podstawie badań służb parku, archiwalnych materiałów niepublikowanych oraz badań własnych).

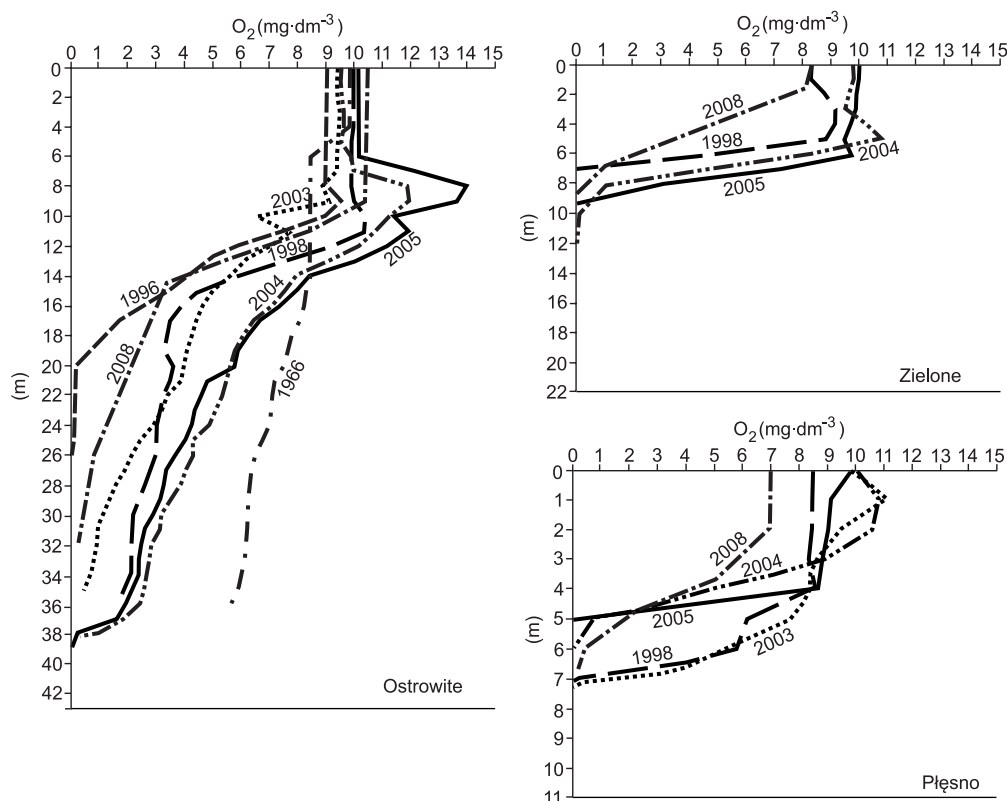
Tab. 5. Water transparency in selected lakes of the “Bory Tucholskie” National Park (on the basis of the BTNP research, unpublished archives of the BTNP and its own unpublished research).

Jezioro Lake	Minimum		Maksimum		Wielkość średnia (m) Average (m)
	(m)	Sezon Season	(m)	Sezon Season	
Nierybno	3,4	początek jesieni beginning of autumn	5,0	koniec jesieni end of autumn	4,2
Ostrowite	4,0	wiosna spring	8,7	koniec lata end of summer	6,2
Płesno	1,5	wiosna spring	8,0	koniec jesieni end of autumn	3,8
Wielkie Gacno	3,7	wiosna spring	5,0	początek jesieni beginning of autumn	4,2
Wielkie Krzywce	3,0	lato summer	6,3	koniec jesieni end of autumn	4,4

Jakość wód jeziornych jest dobra lub bardzo dobra. Zdecydowana większość wartości poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia wód odpowiada I lub II klasie czystości (wg Systemu Oceny Jakości Jezior). Najlepszą jakość wody mają jeziora bezodpływowe, zaliczone do grupy drugiej: Gacno Małe, Gacno Wielkie, Głuche, Kocioł i Nierybno (Gwoździński i in. 2001). Jezioro Krzywce Wielkie zakwalifikowano do klasy I/II. W pozostałych jeziorach, w tym w Jeziorze Ostrowite, poważnym problemem jest jednak niska zawartość tlenu lub całkowity jego brak w głębszych warstwach podczas sezonu letniego, a także podczas występowania pokrywy lodowej (Marszelewski 2006, Marszelewski i in. 2006). Ponadto w naddennych warstwach kilku jezior (Bełczak, Główka, Jeleń, Płesno, Zielone) okresowo występuje nadmierne stężenie fosforu całkowitego.

Pod względem warunków tlenowych najlepiej rozpoznane jest Jezioro Ostrowite, dla którego istnieją dane z okresu ponad 40. lat. W roku 1966 wyróżniało się ono prawie równomiernym rozkładem tlenu rozpuszczonego od powierzchni do dna w ilości $8-9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Jest to dowód na niski stan troficzny tego jeziora, typowy dla oligotrofii. W latach następnych coraz większe były deficyty tlenu, a w roku 1996 stwierdzono całkowity brak tlenu już od głębokości 26 m. W następnych latach sytuacja uległa poprawie:

w 2004 i 2005 roku stwierdzono anoxię jedynie w najgłębszym miejscu jeziora, poniżej głębokości 38 m. Do najważniejszych cech Jeziora Ostrowite należy kształt krzywej tlenowej, typowy dla heterogradi dodatniej, charakterystyczny dla jezior a-mezotroficznyc. Ogólnie, jeziora w PNBT charakteryzują się dużym zróżnicowaniem warunków tlenowych (Marszelewski i in. 2006). W wielu przypadkach warunki te są niekorzystne dla ekosystemów jeziornych. Do najgroźniejszych należą deficyty i okresowe braki tlenu zarówno w jeziorach głębokich, jak płytkich (ryc. 3). W Jeziorze Ostrowite całkowity brak tlenu występuje podczas sezonu letniego już od głębokości 20-30 m (w zależności od warunków miktycznych w danym roku). Pomimo tego Jezioro Ostrowite kwalifikowane jest do I klasy czystości (wg SOJJ). W Jeziorze Zielonym (najbardziej zeutrofizowanym) tlen występuje zaledwie do głębokości 8-10 m. Długość okresów beztlenowych zależy od warunków atmosferycznych. W przypadku zdarzających się coraz częściej ekstremalnych warunków pogodowych należy być przygotowanym na doraźne przeciwdziałanie ich negatywnym skutkom i okresowe dotlenianie jezior (np. podczas długich sezonów z pokrywą lodową). Pomimo dużego zróżnicowania średniego nasycenia tlenem wody w jeziorach widoczne jest podobieństwo w przebiegu krzywych tlenowych w tych sa-



Ryc. 3. Pionowe rozkłady tlenu rozpuszczonego w najgłębszych miejscach wybranych jezior Parku Narodowego „Bory Tucholskie” w okresach stagnacji letnich (sierpień).

Fig. 3. Vertical distribution of dissolved oxygen in the deepest sections of selected lakes in the “Bory Tucholskie” National Park in the periods of summer stagnation (August).

mych jeziorach oraz w tych samych sezonach w kolejnych latach. Świadczy to o silnych cechach indywidualnych każdego z jezior w Parku.

Brak tlenu w najgłębszych warstwach jezior, widoczny zwłaszcza w drugiej połowie okresu stagnacji letniej, związany jest z warunkami naturalnymi charakterystycznymi dla ich zlewni, w tym zwłaszcza usytuowaniem w głębokich obniżeniach pochodzenia rynnowego i osłonięciem przez lasy. Warunki tego rodzaju utrudniają mieszanie się wody w jeziorach i sprzyjają występowaniu krótkich okresów cyrkulacji wody. Ponadto ułatwiają akumulację dużych ilości materii organicznej, która nie ulega całkowitej mineralizacji. W wyniku tego następuje szybkie zużycie tlenu w głębokich warstwach jezior, prowadzące do powstania warunków anaerobowych.

Koncentracja tlenu rozpuszczonego w jeziorach Parku wykazuje duże zróżnicowanie w poszczególnych miesiącach i sezonach roku. Przykładem jest m.in. koncentracja tlenu nad dnem. W 2003 roku zakres wahań koncentracji tlenu nad dnem, wyrażony jako stopień nasycenia tlenem wody, wynosił od 0% w Jeziorze Ostrowite do 99% w jeziorze Nierybno. Największe jego wahania wystąpiły w jeziorze Płesno (0-83%) i Ostrowite (0-78%), a najmniejsze w jeziorach Gacno Wielkie (25-85%) oraz Nierybno (38-99%).

Zróżnicowanie warunków tlenowych w jeziorach Parku Narodowego „Bory Tucholskie” potwierdza średni procent nasycenia wody tlenem w profilu pionowym, który w 2003 roku wynosił od 22,5% (pod koniec zimy w jeziorze Płesno) do 101% (w środku wiosny w Jeziorze Wielkie Gacno). Największe wahania nasycenia wody tlenem obserwowano w jeziorze Płesno (22,5-97,6%) i Krzywce Wielkie (36,3-82,8%), a najmniejsze w Jeziorze Gacno Wielkie (73,8-101%). Tego rodzaju wahania wynikały przede wszystkim ze zmienności średnich ilości tlenu w profilu pionowym, które wynosiły odpowiednio: w jeziorze Płesno od 1,0 do 11,9 mg·dm⁻³, Wielkie Krzywce od 4,9 do 10,9 mg·dm⁻³, a w Jeziorze Gacno Wielkie od 8,5 do 12,4 mg·dm⁻³. Na uwagę zasługuje także zróżnicowanie koncentracji tlenu rozpuszczonego przy powierzchni niektórych jezior. W jeziorze Płesno wynosiło ono od 64 do 124%, a w Jeziorze Ostrowite od 74 do 100%.

Zróżnicowanie koncentracji tlenu w profilach pionowych pozwoliło na określenie gradientów tlenowych w czterech porach roku. Pod tym względem najbardziej interesujący okazał się sezon zimowy, kiedy to pod koniec okresu występowania pokrywy lodowej stwierdzono w powierzchniowej warstwie jeziora Nierybno rekordowo wy-

soki gradient wynoszący 10,1 mg·dm⁻³·m⁻¹. Wysoki gradient (5,1 mg·dm⁻³·m⁻¹) wystąpił w tym samym czasie w innym płytkim jeziorze – Gacnie Wielkim. W pozostałych jeziorach gradient posiadał już wartości typowe dla innych jezior w zakresie 2,3-2,6 mg·dm⁻³·m⁻¹. Wyniki aktualnie prowadzonych badań wskazują na utrzymywanie się gradientów tlenowych w podobnych zakresach.

Wysokie gradienty tlenu rozpuszczonego obserwowano także w głębszych warstwach wody pod koniec okresu stagnacji letniej: od 5,3 mg·dm⁻³·m⁻¹ w jeziorze Płesno do 1,3 mg·dm⁻³·m⁻¹ w jeziorze Nierybno. Całkowite gradienty tlenowe były najwyższe także pod koniec sezonu zimowego i wynosiły od 0,4 mg·dm⁻³·m⁻¹ (w najgłębszym – Jeziorze Ostrowite) do 3,1 mg·dm⁻³·m⁻¹ (w jeziorze najpłytszym – Wielkim Gacnie). W pozostałych sezonach gradienty były niskie i najczęściej nie przekraczały 0,5 mg·dm⁻³·m⁻¹ lub oscylowały w pobliżu 0.

Wyniki badań cech fizycznych i chemicznych jezior w Parku Narodowym „Bory Tucholskie” wskazują na duży stopień ich zróżnicowania, a w niektórych przypadkach należy uznać je za niekorzystne dla ekosystemów jeziornych. Do najgroźniejszych należą deficyty i okresowe braki tlenu nawet w jeziorach płytkich, co związane jest w największym stopniu z warunkami morfometrycznymi oraz mikrobiologicznymi.

Literatura

- Gwoździński K., Gonciarz M., Kilańczyk E., Kowalczyk A., Pieniążek A., Sztiller M. 2001. Klasy czystości wybranych jezior na terenie Parku Narodowego „Bory Tucholskie”. W: K. Gwoździński (red.) Bory Tucholskie, zasoby i ich ochrona, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: 126-164.
- Marszelewski W. 2006. Physical and chemical parameters of the Seven Lakes Stream. W: G. Kowalewski, K. Milecka (red.) Lakes and mires of „Bory Tucholskie” National Park. Park Narodowy „Bory Tucholskie”, Charzykowy: 127-137.
- Marszelewski W., Jutrowska E. 1997. Program monitoringu hydrologicznego Parku Narodowego „Bory Tucholskie”. Maszynopis, archiwum PNB.
- Marszelewski W., Błoniarski W., Pestka J. 2006. Seasonal changes in the concentrations of dissolved oxygen in the lakes of the “Bory Tucholskie” National Park. *Limnological Review* 6: 187-194.
- Zdanowski B., Stawiecki K., Prusik S., Hutorowicz J. 2000-2003. Fizykochemiczne właściwości wód. W: Plan Ochrony Parku Narodowego „Bory Tucholskie”, Operat ochrony ekosystemów wodnych, Warszawa.