



Roman Cieśliński

Wydział Biologii, Geografii i Oceanologii
Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Dmowskiego 16a, 80-952 Gdańsk
georc@univ.gda.pl

Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe
Problemy Ekologii Krajobrazu, tom XVI
Warszawa 2006

Stosunki wodne rezerwatu „Jezioro Modła”

Water conditions of the “Jezioro Modła” reserve

Abstract: The target of present work is the realization of description of water conditions of the “Jezioro Modła” reserve which has the European meaning rank. Main focus is on chemical analysis of water of the Potynia system. The methodology of work comprised the water sampling and laboratory analysis (the evaluation of concentrations of main cations and anions).

The waters of lake Modła are characterized by very low values of ions which shows the little influence of sea, in comparison with such coastal lakes like Łebsko or Gardno. However the influence of sea water on water lake Modła was observed in spatial arrangement, where for sea coefficients for all layers step out growths towards outflow to sea with few except, meanwhile for land coefficients falls with except.

Key words: water conditions, reserve, Modła Lake, coastal zone, changeability

Słowa kluczowe: stosunki wodne, rezerwat przyrody, jezioro Modła, strefa brzegowa, zmienność

Wprowadzenie

Polska strefa brzegowa południowego Bałtyku to miejsce niezwykle cenne nie tylko pod względem gospodarczym, urbanizacyjnym, turystycznym, ale także ze względu na unikalność środowiska biotycznego i abiotycznego. Jednym z najistotniejszych elementów środowiskowych, decydujących o odmienności tego obszaru w stosunku do innych rejonów Polski, są stosunki wodne rozumiane w niniejszej pracy jako charakterystyczne dla danego środowiska i charakterystyczne dla danego okresu cechy występowania wody (Drwal, Hryniszak 2003). Ze względu na to, że obszar ten był stosunkowo niedawno pod wpływem działalności lodowca skandynawskiego i jego wód roztopowych, rzeźba terenu tej strefy jest młoda i ulega ciągłym zmianom, na które nakłada się dodatkowo działalność niszcząca i budująca morza. W efekcie obserwujemy duże zróżnicowanie pod względem morfologicznym. Występują tu bowiem liczne równiny aluwialne, klify, plaże, mierzeje itd. Od południa pobraże graniczy ze strefą pojezierzy, która znacząco wpływa na stosunki wodne. Powyższe zróżnicowanie decyduje istotnie o odmienności hydrologicznej badanego obszaru. Znaleźć można tu wiele akwenów o cechach

estuariów lub quasi-estuariów, delty rzeczne, ujścia rzek przymorskich mających swój początek na terenie pojeziernym, ramiona dużych rzek europejskich, wiele jezior mierzejowych, słonawe mokradła często nazywane w literaturze światowej wetlandami i marszami (Cowardin i in. 1979, Boorman 1999, Mucina i in. 2004). Wszystkie powyżej wymienione obiekty ze względu na swoją lokalizację znajdują się pod wpływem zjawisk i procesów, będących wypadkową oddziaływania z jednej strony zaplecza lądowego, z drugiej zaś oddziaływania morza. Odmienność fizyczna i hydrologiczna łądu i morza powoduje, że zjawiska przebiegają na tym obszarze bardzo dynamicznie w czasie, a jednym z czynników decydujących o ich zróżnicowaniu są lokalne warunki hydrograficzne. W efekcie licznych interakcji na granicy łądu i morza wykształciły się na tym terenie specyficzne ekosystemy. Obserwuje się tu nagromadzenie takich gatunków zwierząt i siedlisk roślinnych, które powiązane są przede wszystkim z występowaniem licznych mokradeł i rozlewisk, a także większym zasoleniem wód powierzchniowych i gruntowych oraz występowaniem jezior przybrzeżnych. W pozostałych regionach Polski tego typu fauna i flora nie występują w ogóle lub jest reprezentowana przez niewielką ich liczbę. Często obszary strefy brzegowej ze względu na unikatowość życia biologicznego są objęte ochroną rezerwatową, czego przykładem może być rezerwat „Jezioro Modła”.

Celem niniejszej pracy jest opracowanie charakterystyki stosunków wodnych rezerwatu „Jezioro Modła”, z położeniem głównego nacisku na analizę chemiczną wody jeziora Modła i jedyne jego odpływu – rzeki Potyni.

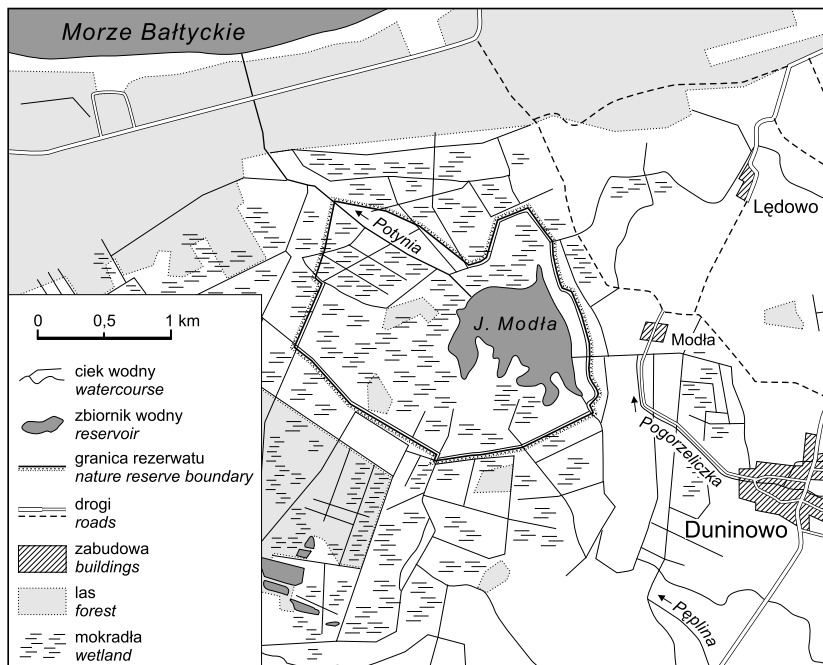


Rys. 1. Rezerwat przyrody „Jezioro Modła”

Fig. 1. The “Jezioro Modła” reserve

Charakterystyka przyrodnicza obszaru badań

Rezerwat „Jezioro Modła” (rys. 1) powstał zarządzeniem Ministra Leśnictwa i Przemysłu z dnia 12.10.1982 roku i obejmuje obszar jeziora o tej samej nazwie oraz pas nieużytków o łącznej powierzchni 194,8 ha (rys. 2). Stanowi on miejsce ochrony wielu gatunków ptaków wodnych oraz zespołów roślinności wodnej i szuwarowej. W okresach wędrówek, szczególnie wiosennych, w rezerwacie regularnie występują 54 gatunki ptaków, zaś stale gniazduje tu 35 gatunków (Górski 1994). Znaleźć można tu ptaki stanowiące ewenement polskiej ornitologii, choćby takie, jak: mewa śmieszka, łabędź niemy, rycyk, remiz, błotniak stawowy i łąkowy oraz bąk i kwiczoł. Na jeziorze żyje najliczniejsza kolonia mew śmieszek, obejmująca 5% stanu krajowego populacji tego gatunku (Łosińska 1986). Bogatą szatę roślinną prezentują z kolei: trzcina pospolita, pałka, zbiorowiska wierzbowe i zaroślowe, tworząc sprzyjające warunki do lęgowania ptaków wodnych i błotnych. „Jezioro Modła” posiada rangę ostoi o znaczeniu europejskim.

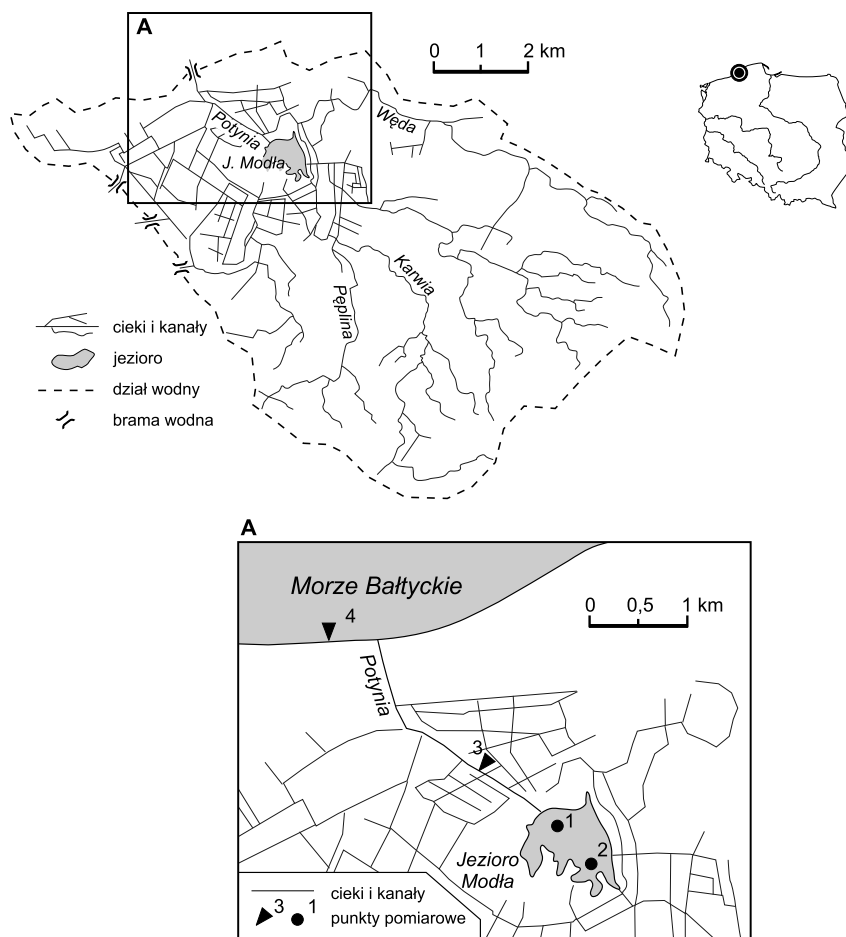


Rys. 2. Szkic sytuacyjny rezerwatu „Jezioro Modła” wraz z terenem otaczającym

Fig. 2. The sketch location of the “Jezioro Modła” reserve along with the circumjacent terrain

Metody badań

Podstawowe metody polegały na badaniach terenowych prowadzonych w latach 2002–2003, podczas których każdego roku w okresie wiosennym i letnim pobrano próbki wody powierzchniowej i naddennej oraz osady denne jeziora, z których następnie odwirowano przy użyciu wirówki wody interstycjalne, często nazywane porowymi (Weltje 2002). W tym celu na jeziorze Modła zlokalizowano dwa punkty pomiarowe (nr 1 i 2) oraz jeden na rzece Potynia (nr 3) i jeden na Morzu Bałtyckim (nr 4) – rys. 3. Wszystkie rodzaje wód poddano następnie analizie laboratoryjnej. Dotyczyły one oznaczenia stężeń chlorków, sodu, potasu, magnezu, siarczanów oraz ustalenia wielkości przewodności właściwej (wskaźniki odmorskie) oraz wodorowęglanów i wapnia



Rys. 3. Zlewnia jeziora Modła wraz z lokalizacją punktów pomiarowych

Fig. 3. The catchment of the Modła Lake with measurement sites

(wskaźniki odlądowe). W przypadku chlorków zastosowano metodę argentometrycznego miareczkowania azotanem srebra wobec chromianu potasu. Z kolei wodorowęglany oznaczono metodą miareczkowania potencjometrycznego, zaś wapń i magnez metodą wersenianową. Do określenia stężenia sodu użyto elektrody sodowej typu ERNa – 11. Jest to metoda elektrometryczna. Pomiar stężenia potasu wykonano potasową elektrodą jonoselektywną wraz z elektrodą referencyjną. Przewodność elektryczna właściwa określona jest metodą elektrometryczną. Ostatni wskaźnik, tj. siarczany, oznaczono metodą nefelometryczną. W celu obliczenia kilku wskaźników limnologicznych zastosowano w pracy kilka formuł matematycznych, których postać i opis przedstawiono poniżej. Do wyznaczenia kilku wartości hydrologicznych posłużono się mapą topograficzną w skali 1:25 000 arkusz 313.14 Postomino (1982).

Wskaźnik głębokości wg Filatowej (1962):

$$C = \frac{H_{maks.}}{S_{sr.}} \cdot 10^3, \text{ gdzie: } H_{maks.} - \text{głębokość maksymalna (m); } S_{sr.} - \text{szerokość średnia (m)}$$

Relatywny wskaźnik głębokości (Skowron 2004):

$$C_R = \frac{H_{sr.}}{S_{sr.}}, \text{ gdzie: } H_{sr.} - \text{głębokość średnia (m); } S_{sr.} - \text{szerokość średnia (m)}$$

Wydłużenie:

$$W = \frac{D}{S}, \text{ gdzie: } D - \text{długość (m); } S - \text{szerokość (m)}$$

Rozwój linii brzegowej:

$$R = \frac{L}{2\sqrt{P}}, \text{ gdzie: } L - \text{długość linii brzegowej (m); } P - \text{powierzchnia (km}^2\text{)}$$

Charakterystyka hydrologiczna głównych obiektów rezerwatu

Rezerwat jest umiejscowiony 8 km na południowy zachód od Ustki, 2 km na północny zachód od Duninowa i 2–3 km od brzegu morskiego, stanowiąc w ten sposób jedno z jezior przybrzeżnych, przekraczających z reguły 100, a często 500 ha (Choiński 1985), wynosi zaledwie 41 ha. Podstawowe parametry jeziora, tj. długość maksymalna i średnia oraz szerokość maksymalna, wynoszą odpowiednio 1000 m, 490 m i 1000 m. Z kolei głębokość maksymalna wynosi 2 m, zaś średnia 0,5 m (Wojterski, Bednorz 1982). Wskaźnik głębokości wg Filatowej (1962) wyniósł 0,0000025, co świadczy o braku występowania epi-meta- i hypolimnionu w lecie. Z kolei relatywny wskaźnik głębokości (Skowron 2004) wyniósł dla jeziora 0,00063, co świadczy o niewielkiej współzależności powierzchni i głębokości. Kształt jeziora jest w miarę regularny, zbliżo-

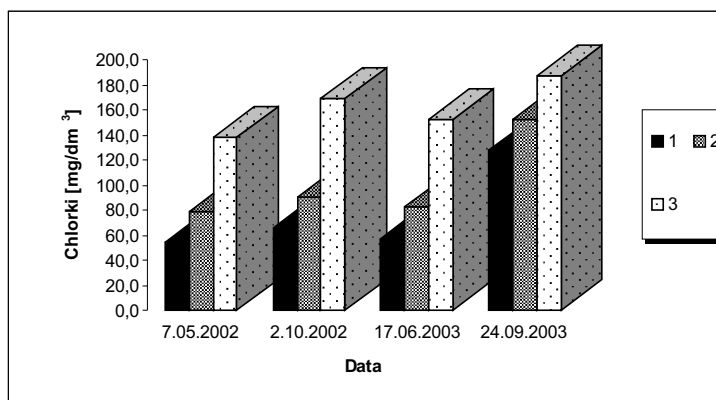
ny do okręgu, o czym może świadczyć wartość wydłużenia misy zbliżona do 1. Długość linii brzegowej Modły wynosi 4000 m, zaś rozwinięcie linii brzegowej 1,76. Zbiornik zlokalizowany jest na wysokości 0,4 m n.p.m. Mimo tego zalicza się jego nieckę do grupy jezior stanowiących kryptodepresję (1,6 m p.p.m.). Z kolei poziom wody na jeziorze mieści się w granicach od 0,2 do 0,75 m n.p.m. (Łosińska 1986). Osobliwością rezerwatu są pływające wyspy – łęgowska ptaków. Do jeziora uchodzą liczne cieki, m.in. Karwia, Węda czy Peplina, choć w większości przypadków są to sztuczne obiekty, uregulowane przez człowieka. Obszar zlewni stanowią w większości podmokłości, brak natomiast większych powierzchni leśnych. Z jeziora uchodzi jedyny ciek – Potynia, który ma bezpośrednie połączenie z morzem. Jego długość wynosi 2,6 km. Powierzchnia zlewni jeziora wynosi 26,9 km².

Chemizm wód

Układ przestrzenny

Jezioro Modła jest jeziorem, które posiada bezpośrednie połączenie z morzem w postaci rzeki Potyni. Ujście tego cieku znajduje się w części północnej jeziora, zatem jego lokalizacja ściśle powiązana jest z układem linii brzegowej morza. Dla wskaźników odmorskich między innymi takich, jak chlorki, sól czy potas, w całym okresie badawczym zaobserwowano wzrost ich stężeń w kierunku odpływu do morza (rys. 4).

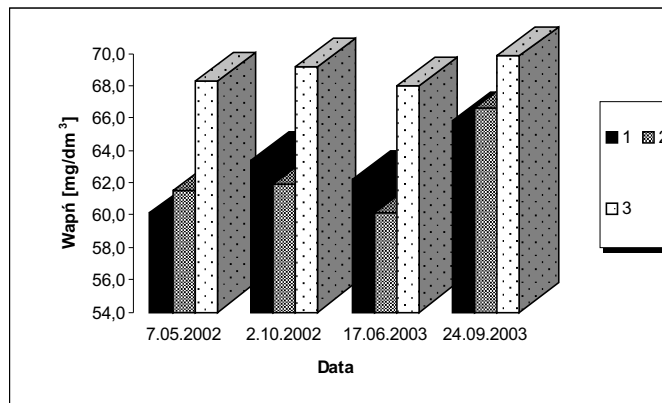
Z kolei dla wapnia (wskaźnik odlądowy) w terminie pierwszym i czwartym również wystąpił wzrost ku linii brzegowej morza, przy czym w terminie pierwszym dla wód interstycjalnych wystąpiły wartości identyczne. W terminach drugim i trzecim wystąpił natomiast wzrost ku lądowi, choć nie było to wido-



Rys. 4. Rozkład stężeń chlorków w wodach powierzchniowych jeziora Modła i rzeki Potyni

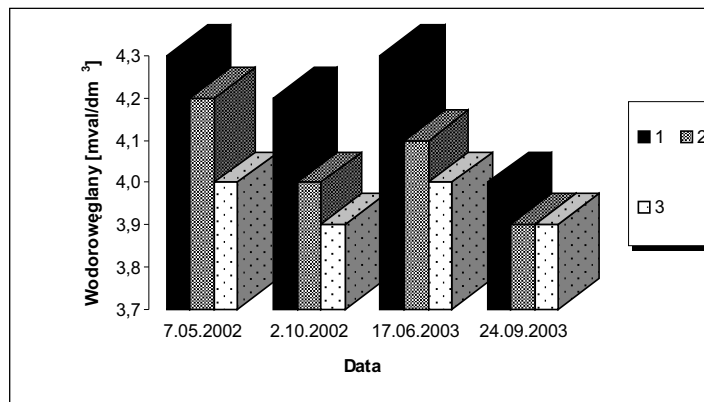
Fig. 4. The schedule of the chlorides concentrations in surface waters of the Modła Lake and the river Potynia

czne na rzece Potyni (rys. 5). Dla wodorowęglanów (wskaźnik odlądowy) zawsze wystąpił wzrost ku lądowi – rys. 6 (w terminie pierwszym dla wód nadbrzeżnych zaobserwowano identyczne wartości). Dla wszystkich wskaźników w układzie przestrzennym zaobserwowano niewysokie zróżnicowanie stężeń oraz we wszystkich terminach nieco większe wartości w niecce niż te, obserwowane w pozostałych jeziorach, co może świadczyć o pewnym, choć niewielkim wpływie wód morskich na jakość wód tego jeziora.



Rys. 5. Rozkład stężeń wapnia w wodach powierzchniowych jeziora Modła i rzece Potyni

Fig. 5. The schedule of the calcium concentrations in surface waters of the Lake Modła and the river Potynia



Rys. 6. Rozkład stężeń wodorowęglanów w wodach powierzchniowych jeziora Modła i rzece Potyni

Fig. 6. The schedule of the bicarbonates concentrations in surface waters of the Modła Lake and the river Potynia

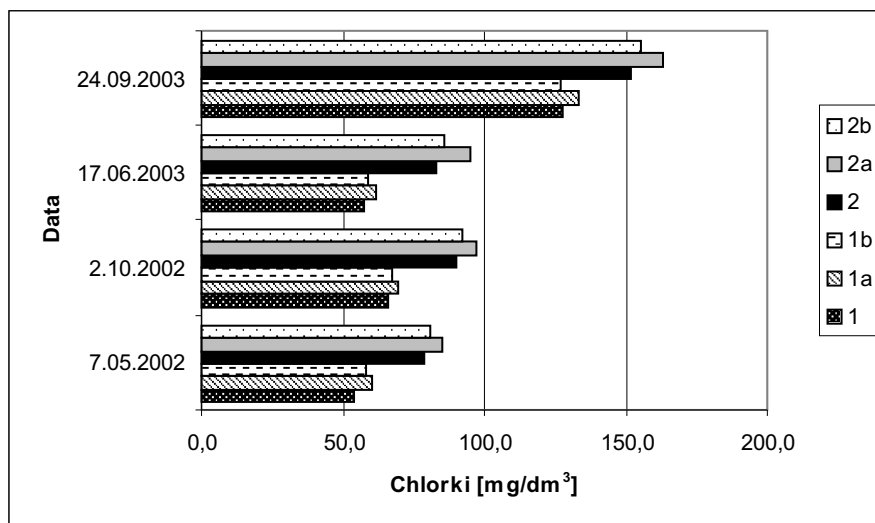
Układ pionowy

Układ pionowy w wodach jeziora Modła w terminie pierwszym charakteryzował się dla wszystkich wskaźników wzrostami do wód naddennych, a następnie spadkami do wód interstycjalnych, z wyjątkiem magnezu i wodorowęglanów oraz siarczanów (wzrosty). Z kolei w terminie drugim i trzecim dla wszystkich wskaźników wystąpiły wzrosty do warstwy naddennej oraz spadki do warstwy interstycjalnej, z wyjątkiem wodorowęglanów (spadki) i siarczanów (wzrosty). W terminie czwartym dla wszystkich wskaźników wystąpiły wzrosty do wód naddennych i następnie spadki do wód interstycjalnych z wyjątkiem magnezu (spadki) i siarczanów (wzrosty) oraz przewodności (dla jednego punktu wzrost) – rys. 7.

Układ pionowy w całym okresie badawczym dla wszystkich wskaźników był mało zróżnicowany (rys. 8).

Układ czasowy

Zmiany stężeń w układzie czasowym dla wszystkich wskaźników poza wodorowęglanami z terminu pierwszego na drugi i trzeciego na czwarty w wodach jeziora Modła charakteryzowały się wzrostami, zaś z terminu drugiego na trzeci spadkami (rys. 9). Wyjątek stanowiły wodorowęglany, gdzie dla wód interstycjalnych we wszystkich okresach wystąpiły identyczne wartości, zaś

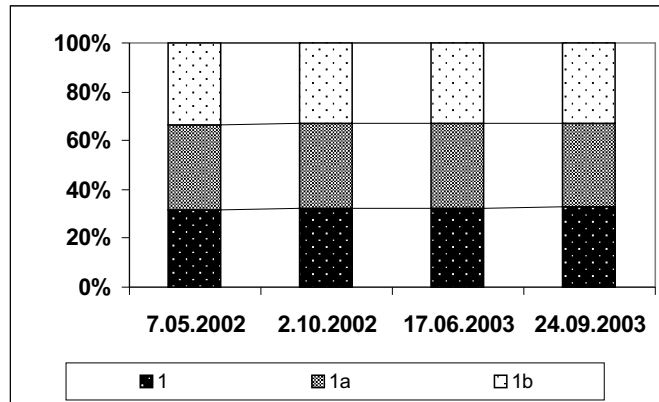


Rys. 7. Rozkład pionowy stężeń chlorków w okresie badań dla wód jeziora Modła (1,2 – wody powierzchniowe; 1a, 2a – wody naddenne; 1b, 2b – wody interstycjalne)

Fig. 7. The perpendicular schedule of chlorides concentrations in period researches in water of the Modła Lake

(1,2 – surface waters; 1a, 2a – subsurface waters; 1b, 2b – interstitial waters)

dla pozostałych warstw z terminu pierwszego na drugi i trzeciego na czwarty wystąpiły spadki, a z terminu drugiego na trzeci wzrosty.

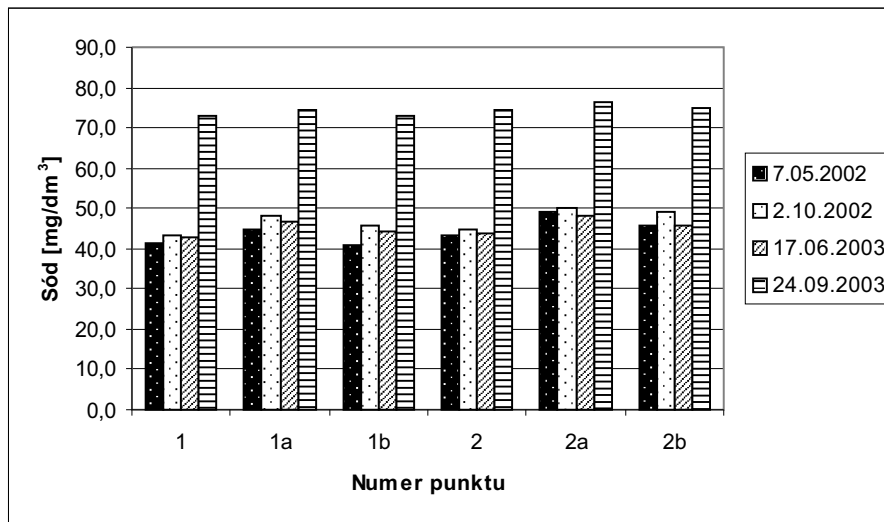


Rys. 8. Procentowe zróżnicowanie stężeń chlorków w układzie pionowym dla punktu nr 1 w wodach jeziora Modła

(1 – wody powierzchniowe; 1a – wody naddenne; 1b – wody interstycjalne)

Fig. 8. The proportional differentiation of chlorides concentrations in perpendicular arrangement for the point No. 1 in waters of the Modła Lake

(1 – surface waters; 1a – subsurface waters; 1b – interstitial waters)



Rys. 9. Zmienność czasowa stężeń sodu w wodach jeziora Modła

Fig. 9. The temporary changeability of sodium concentrations in waters of the Modła Lake

Wnioski

Analizowany w niniejszej pracy obszar rezerwatu przyrody „Jezioro Modła” stanowi bardzo ciekawy przykład terenu, gdzie dochodzi do ścisłej współzależności istnienia życia biologicznego i szeroko pojętych stosunków wodnych. Głównym obiektem hydrologicznym rezerwatu, jak już wcześniej wspomniano, jest jezioro Modła, na obszarze którego obserwuje się wiele gatunków gniazdujących ptaków, w tym często będących pod ochroną. Również istniejąca roślinność reprezentowana jest przez gatunki rzadko spotykane w Polsce. Jednocześnie bujny rozwój biomasy sprzyja szybkiemu zarastaniu zbiornika. Zarastanie to wywołane jest przede wszystkim w wyniku istniejących cech morfometrycznych jeziora m.in. głębokości, której średnia wartość nie przekracza 0,5 metra.

Na podstawie obserwacji hydrochemicznych stwierdzić należy, że główne obiekty rezerwatu charakteryzują się dość dużym wysłodzeniem wód i tylko okresowo obserwuje się wzrost stężeń niektórych wskaźników fizyczno-chemicznych nazywanych często odmorskimi i spadków stężeń wskaźników nazywanych odładowymi. Mimo obserwowanych wzrostów niektórych jonów nie można ich porównać do tych obserwowanych na innych jeziorach przybrzeżnych, mających bezpośrednie połączenie z Morzem Bałtyckim, choćby takich, jak Łebsko czy Gardno, których wartości przekraczają kilkanaście bądź kilkadziesiąt razy wartości na jeziorze Modła (Cieśliński 2003, 2004). Należy zatem stwierdzić, że na tle innych jezior przybrzeżnych wody jeziora Modła charakteryzują się w układzie przestrzennym bardzo niskimi wartościami, co oznacza niewielki wpływ wód morskich na ich jakość. W układzie pionowym dla wód badanego jeziora obserwuje się układy zróżnicowane, choć zauważyć można więcej sytuacji wzrostów do wód naddennych, a następnie spadków do wód interstycjalnych. Pod względem zróżnicowania wartości widać niewielkie zmiany w poszczególnych warstwach, co świadczyć może o niewielkim wpływie wód interstycjalnych osadów dennych jeziora na pozostałe warstwy, chociażby w okresie resuspensji osadów do toni wodnej w czasie mieszania wiatrowego.

Reasumując, można przypuszczać, że zmiany obecnie istniejących stosunków wodnych, czy wręcz pojedynczych elementów sieci hydrograficznej rezerwatu spowodować może poważne zmiany w liczebności i jakości gatunkowej fauny i flory. Człowiek powinien zatem dążyć do zachowania istniejących warunków środowiskowych tak, aby współczesna ingerencja ograniczała się do minimum, a przez to obecne warunki były niezmiennie.

Literatura:

- Boorman L.A., 1999: *Salt Marshes – Present Functioning and Future Change*. „Wetlands Ecology and Management”, 3 (4), Kluwer Academic Publisher: 227–241.
- Choiński A., 1985: *Wybrane zagadnienia z limnologii fizycznej Polski*. UAM, Poznań.
- Cieśliński R., 2003: *Lake Łebsko in the Light of Current Hydrochemical Research*. „Limnological Review”, volume 3/2003, Institute of Geography of the Jan Kochanowski University, Kielce: 47–52.
- Cieśliński R., 2004: *Chemical Classifications of Waters of Chosen of the Central Coast of The Polish Coastline Zone of the Southern Baltic*. „Limnological Review”, volume 4 (2004), University of Silesia, Faculty of Earth Sciences, Sosnowiec: 57–66.
- Cowardin L.M., Carter V., Golet F.C., LaRose E.T., 1979: *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service Office of Biological Services, Washington.
- Drwal J., Hrynyszak E., 2003: *Hydrologiczne funkcje zagłębi bezodpływowych na terenach młodej akumulacji lodowców skandynawskich [w:] Funkcjonowanie geosystemów zlewni rzecznych*, Poznań.
- Fiłatowa T.N., 1962: *Niekotoryje osobiennosti termiczieskowo režima małych ozier w period [w:] Trudy GGI, wyp. 85, Leningrad*.
- Górski W., 1994: *Operat ochrony awifauny dla rezerwatu przyrody „Jezioro Modła”*. Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Słupsku (manuscr.).
- Łosińska K., 1986: *Awifauna jeziora Modła z uwzględnieniem ekologii i fenologii okresu lęgowego mewy śmieszki – *larus ridibundus**. Maszynopis w Zakładzie Zoologii Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku.
- Mapa topograficzna*, 1:25 000, 1982, 313.14 Postomino, Geokart.
- Mucina L., Janssen J.A., O’Callaghan M., 2004: *Syntaxonomy and Zonation Patterns in Coastal Salt Marshes of the Uilkraals Estuary, Western Cape (South Africa)*. „Phytocoenologia”, vol. 33, No. 2: 309–334.
- Skowron R., 2004: *Description of Lake Basin in the Light of Selected Morphometric Indicators*. „Limnological Review”, volume 4 (2004), University of Silesia, Faculty of Earth Sciences, Sosnowiec: 233–240.
- Wojterski T., Bednorz J., 1982: *Pobrzeże Słowińskie i Kaszubskie*. Wiedza Powszechna, Warszawa.

