

Wpływ Zatoki Puckiej na chemizm wód rezerwatu „Słone Łąki”

ZUZANNA KRAJEWSKA, ROBERT BOGDANOWICZ

Katedra Hydrologii, Uniwersytet Gdański, ul. R. Dmowskiego 16a, 80-264 Gdańsk,
zuzelina@vp.pl, georb@univ.gda.pl

Zarys treści: Rezerwat „Słone Łąki”, położony w strefie brzegowej Zatoki Puckiej, stanowi przykład słonawej podmokłości, na obszarze której rozwinęły się unikatowe na skalę kraju roślinne zbiorowiska słonolubne. Ich egzystencja uwarunkowana jest występowaniem specyficznego składu chemicznego wód powierzchniowych i podziemnych, uzależnionego głównie od dopływu wód zasolonych. Na podstawie przeprowadzonych badań, których głównym celem była ocena zakresu i intensywności oddziaływania Zatoki Puckiej na skład chemiczny wód rezerwatu, stwierdzono powiązanie pomiędzy obydwooma środowiskami wodnymi. Związek ten uwidocznili się szczególnie w środkowych odcinkach kanałów melioracyjnych.

Słowa kluczowe: podmokłości słonawe, wskaźniki chemiczne, rezerwat „Słone Łąki”, Zatoka Pucka

Key words: brackish wetlands, hydrochemistry, nature reserve “Słone Łąki”, Bay of Puck

Wstęp

Charakterystyczną cechą strefy brzegowej południowego Bałtyku jest występowanie licznych podmokłości powstałych na skutek płytko występujących wód gruntowych będących pod stałym wpływem wód morskich. Przejawem tego oddziaływania są m.in. zmiany składu fizyczno–chemicznego występujących tu wód powierzchniowych i podziemnych, a przede wszystkim wzrost ich zasolenia. Wyrazem zmian jakości tych wód jest także duża dynamika zawartości składników chemicznych charakterystycznych dla wody morskiej, a szczególnie zmiany stężeń takich jonów jak chlorki oraz sól (Burchard i in. 1990; Pempkowiak 1997; Bolałek, Falkowska 1999; Cieśliński 1999; Stamatis 1999).

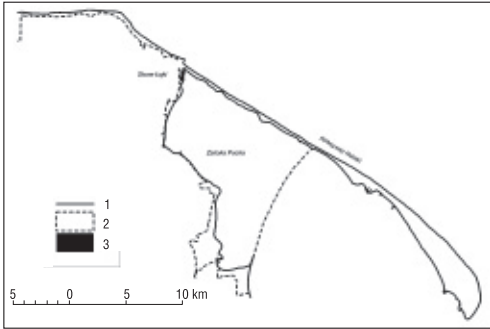
Jednym z rejonów wybrzeża Bałtyku, gdzie obserwuje się duże nagromadzenie słonawych podmokłości jest zlewisko Zatoki Puckiej. To nagromadzenie wynika w głównej mierze z osłonięcia tego obszaru od otwartego morza i mniej dynamicznego przebiegu zjawisk i procesów obserwowanych na polskim wybrzeżu, co sprzyja tworzeniu się niskich wybrzeży zalewowych (Krajewska 2006).

Wspomniane podmokłości są niezwykle ważnym elementem środowiska przyrodniczego tej strefy stanowiącej jeden z głównych „korytarzy ekologicznych kraju”, w którym istnieją ostoje noclegowe i żerowiska dla migrującego ptactwa. Ponadto, na zatorfionych obszarach niskich wybrzeży zalewowych i pradolinnych występują unikatowe w Polsce nadmorskie zbiorowiska solniskowe (Gerstmannowa, Lenartowicz 2000; Gromadzki, Mokwa 2000).

Głównym celem przeprowadzonych badań była ocena zakresu i intensywności wpływu wód Zatoki Puckiej na chemizm wód rezerwatu „Słone Łąki”. Celem dodatkowym było ukazanie obecnego stanu sieci hydrograficznej tego terenu i jej zmian na przestrzeni ostatnich dwustu lat, które mogły przyczynić się do zmiany jakości wód na tym obszarze.

Charakterystyka obszaru badań

„Słone Łąki” są rezerwatem florystycznym o powierzchni 0,277 km², który został utworzony w 1999 r. Znajduje się on na Pobrzeżu Kaszubskim, na obszarze Nadmorskiego Parku Krajobrazowego, w granicach miasta Władysławowa (dzielnica Szotland). Jego obszar obejmuje płaski obszar u nasady Półwyspu Helskiego oraz u stóp Kępy Swarzewskiej nad brzegiem Zatoki Puckiej (ryc. 1).



Ryc. 1. Położenie obszaru badań

1 – linia brzegowa, 2 – granica Nadmorskiego Parku Krajobrazowego, 3 – rezerwat „Słone Łąki”

Fig. 1. Location of the study area

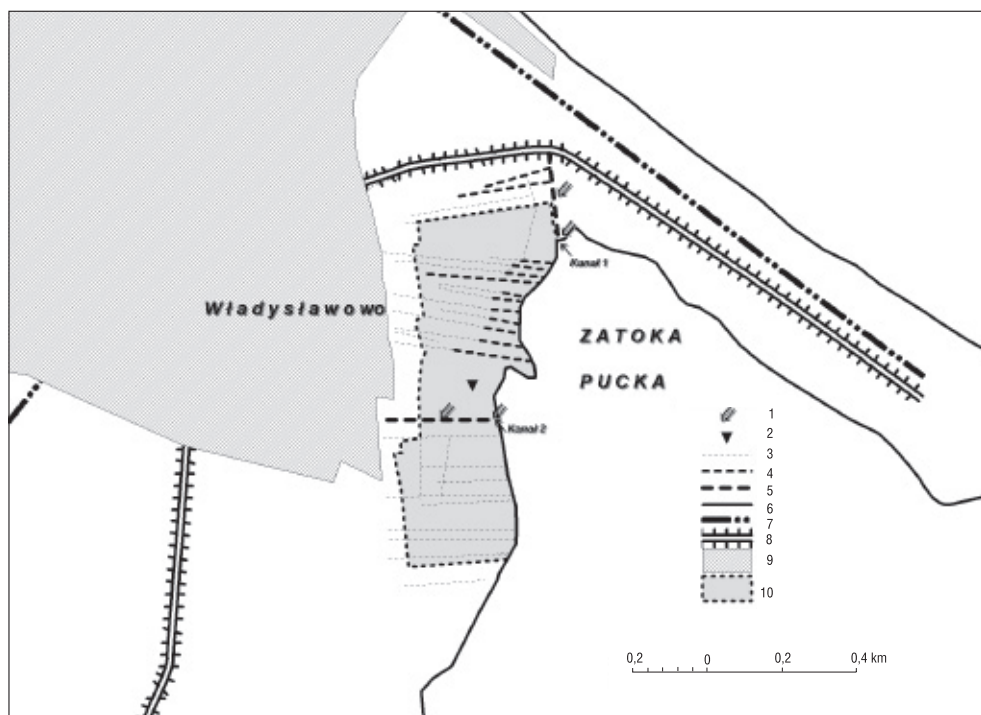
1 – coastline, 2 – boundary of the Coastal Landscape Park, 3 – the “Słone Łąki” nature reserve

ków zielonych obowiązku regularnego czyszczenia kanałów przylegających do ich łąk. Ponadto pojawiły się wówczas doły powstałe w wyniku pozyskiwania torfu na opał przez okolicznych mieszkańców. Doły potorfowe były miejscem gromadzenia się i stagnowania wód opadowych i pochodzącej z wlewów wód morskich (Krajewska 2006). W drugiej połowie XX w. zaczęły powoli zanikać istniejące obiekty liniowe, co wynikało z zaniechania regularnego ich czyszczenia. Zaprzestano także kopania torfu.

Obecnie w rezerwacie „Słone Łąki” już tylko nieliczne rowy są w pełni drożne. Znaczna ich część jest w dużej mierze zarośnięta lub też prawie zupełnie nie ma po nich śladu (ryc. 2). Warstwy wodonośne słodkich wód podziemnych narażone są na napływ słonych wód morskich w głąb łąd. Jest to efekt sztucznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych przez kanały i rowy melioracyjne. Również wody powierzchniowe są pod wpływem wód morskich. W efekcie powstał tu specyficzny ekosystem łąk halofilnych. Do najcen-

Przeważająca część „Słonich łąk” jest mokradłem stałym, z niewielkimi obszarami bagiennymi występującymi w części południowo-wschodniej. W drugiej połowie XIX w. doszło na tym terenie do przemian hydrograficznych – powstała tu wówczas sieć kanałów i rowów melioracyjnych. W efekcie przeprowadzonych prac, zwierciadło wód podziemnych zostało obniżone, co ułatwiło penetrację słonawych wód z głębi łąd.

Pierwsza połowa XX w. to okres intensywnego użytkowania terenu, z czym związane było utrzymywanie istniejących wówczas liniowych obiektów hydrograficznych (kanałów i rowów melioracyjnych). Wynikało to częściowo z nałożonego na właścicieli użyt-



Ryc. 2. Rezerwat „Słone Łąki”

1 – punkt poboru wód, 2 – piezometr, 3 – zarastające kanały, 4 - funkcjonujące kanały, 5 - główne kanały, 6 - linia brzegowa, 7 - droga nr 216, 8 – linia kolejowa, 9 – obszar zabudowany, 10 - granica rezerwatu

Fig. 2. The “Słone Łąki” nature reserve

1 – water intake station; 2 – piezometer; 3 – channels overgrowing with vegetation; 4 – functioning channels; 5 – main channels; 6 – coastline; 7 – road 216; 8 – railway; 9 – urban area; 10 – boundary of the nature reserve

niejszych gatunków flory występujących w rezerwacie należy jarnik solniskowy (jedyne współczesne stanowisko na Pomorzu Gdańskim), centuria nadbrzeżna (ochrona ścisła), ostrzew spłaszczony, ostrzew rudy i babka nadmorska (ochrona ścisła).

Metody pracy

Główne prace, polegające na badaniach terenowych, trwały od sierpnia 2005 r. do marca 2006 r. W ich trakcie dokonano poboru próbek wód powierzchniowej i podziemnej oraz wody z Zatoki Puckiej we wcześniej wybranych punktach pomiarowych (ryc. 2). Próbki wód powierzchniowych były pobierane z dwóch głównych stałych kanałów rezerwatu. Pierwszy z nich (Kanał 1) stanowi wschodnią granicę rezerwatu, natomiast drugi (Kanał 2) jest kanałem osiowym obszaru badań. Na obydwu obiektach zlokalizowano po dwa punkty pomiarowe – po jednym w odcinkach ujściowych i po jednym w środkowych odcinkach obydwu kanałów. Poboru próbek wód podziemnych dokonywano z piezometru zlokalizowanego w niewielkiej odległości od brzegu Zatoki Puckiej (ryc. 2). Analizy

chemiczne pobranych próbek wody przeprowadzone były w Laboratorium Hydrochemicznym Katedry Hydrologii UG. Do oceny wpływu zatoki na chemizm wód rezerwatu jako wskaźniki wybrano sód, potas, magnez oraz chlorki, uznane w dotychczasowej literaturze za najważniejsze indykatory wpływów morza na zasolenie wód lądowych (Cieśliński 1999, 2003; Dojlido 1995; Pempkowiak 1997).

W czasie realizacji pracy wykonano szczegółowe kartowanie obszaru badań, którego wyniki porównano z treścią hydrograficzną na dostępnych mapach historycznych z lat 1889–2005 w celu analizy przemian antropogenicznych, jakie zaszły na badanym terenie.

Wyniki

Analiza wyników badań wskazuje na podwyższone, w stosunku do wód śródlądowych, stężenia wszystkich analizowanych jonów. Ich średnie oraz maksymalne i minimalne wartości w okresie badań przedstawia tabela 1. Porównując wyniki uzyskane dla wód powierzchniowych i podziemnych z wynikami z Zatoki Puckiej można zauważyć, iż są one ze sobą silnie skorelowane. Najsilniejsza korelacja występuje pomiędzy wodami Zatoki Puckiej i środkowym punktem pomiarowym w Kanale 2 (tab. 2). Rytm wahań stężeń chlorków, magnezu i potasu jest bardzo podobny. Dotyczy to zarówno odcinka ujściowego, jak i środkowego kanału. Natomiast zmiany wielkości stężeń sodu przebiega w obydwu punktach nieco odmiennie (ryc. 3).

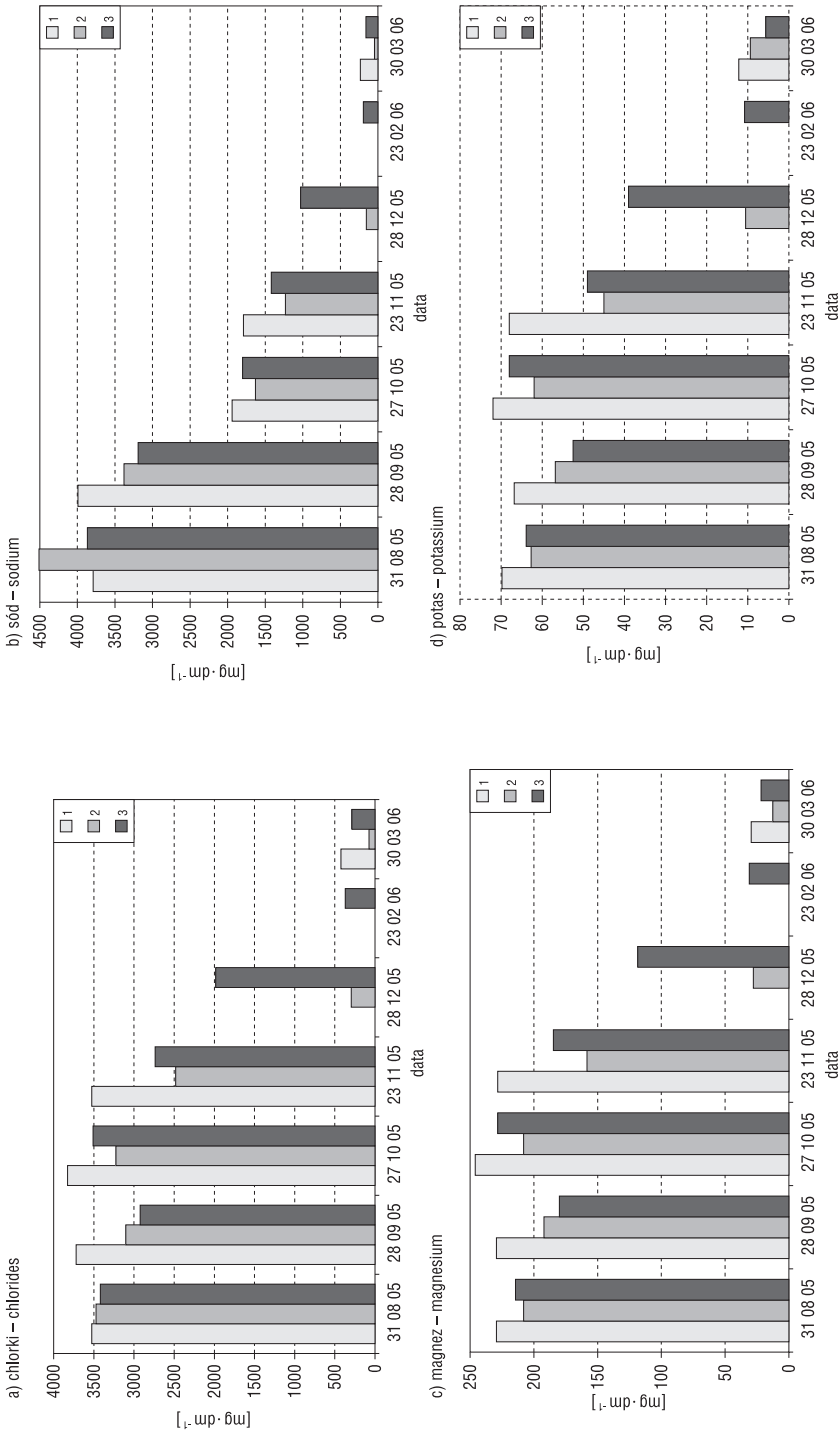
Wspólną cechą wszystkich badanych wskaźników jest osiągnięcie najniższych stężeń w marcu 2006 r. w obydwu punktach pomiarowych na Kanale 2. Minimalne wartości zanotowano w tym terminie także w Zatoce Puckiej. W odcinku ujściowym wartości stężeń analizowanych jonów były w tym terminie niższe od zbadanych w zatoce o ponad 25% w przypadku chlorków, magnezu i sodu oraz o ponad 50% w przypadku sodu. W środkowym odcinku stężenia chlorków i sodu były niższe o ponad 80%, magnezu – o ponad 50%, natomiast potasu – zaledwie o 23%.

Stężenia chlorków, magnezu i potasu w strefie ujścia osiągały swe maksima w październiku 2005 r. Pokryły się one z maksimami stężeń tych jonów w wodach Zatoki. Wartości wymienionych wskaźników w kanale były niższe od zbadanych w Zatoce o mniej niż 10%. W przypadku sodu, maksimum jego stężenia przypadło na sierpień 2005 r., natomiast stężenia chlorków, sodu i potasu w odcinku środkowym osiągnęły swe maksima w sierpniu. Maksima stężeń magnezu w tym punkcie zanotowano dwukrotnie – w sierpniu oraz w październiku 2005 r. Analizując przebieg zawartości poszczególnych jonów w wodach podziemnych można zauważyć, iż podobnym przebiegiem stężeń charakteryzują się sód i potas oraz chlorki i magnez (ryc. 4).

Minima stężeń wszystkich badanych jonów, zarówno w wodach powierzchniowych, jak i w Zatoce Puckiej zaobserwowano w marcu 2006 r. Maksima stężeń chlorków i magnezu wystąpiły w październiku, natomiast sodu i potasu we wrześniu 2005 r.

Tab. 1. Maksymalne, minimalne i średnie stężenia wybranych wskaźników w Kanale 2, wodach podziemnych i Zatoce Puckiej [mg·dm⁻³]Table 1. Maximum, minimum and mean levels of selected indicators in Channel 2, groundwater and the Bay of Puck [mg·dm⁻³]

Wskaźnik Indicator	Obiekt Object	Średnie stężenie Mean concentration	Maksymalne stężenie Maximum concentration	Minimalne stężenie Minimum concentration
Chlorki Chlorides	Ujście kanału Channel-mouth	2379,2	3508,4	286,5
	środkowy odcinek kanału In the middle of channel	2108,3	3473,0	74,8
	Wody gruntowe Groundwater	1261,8	1859,9	215,6
	Zatoka Pucka Bay of Puck	3005,1	3827,5	424,7
Sód Sodium	Ujście kanału Channel-mouth	1666,4	3867,5	160,0
	Środkowy odcinek kanału In the middle of channel	1824,9	4510,7	45,0
	Wody gruntowe Groundwater	1055,3	1930,1	188,0
	Zatoka Pucka Bay of Puck	2349,1	3991,3	235,0
Magnez Magnesium	Ujście kanału Channel-mouth	139,9	139,9	21,9
	Wody gruntowe Ground water	75,9	103,0	6,8
	Środkowy odcinek kanału In the middle of channel	134,5	208,0	12,6
	Zatoka Pucka Bay of Puck	192,5	245,9	29,6
Potas Potassium	Ujście kanału Channel-mouth	39,7	68,0	0,3
	Środkowy odcinek kanału In the middle of channel	41,0	62,7	9,4
	Wody gruntowe Groundwater	8,9	17,9	0,2
	Zatoka Pucka Bay of Puck	57,7	72,0	12,2

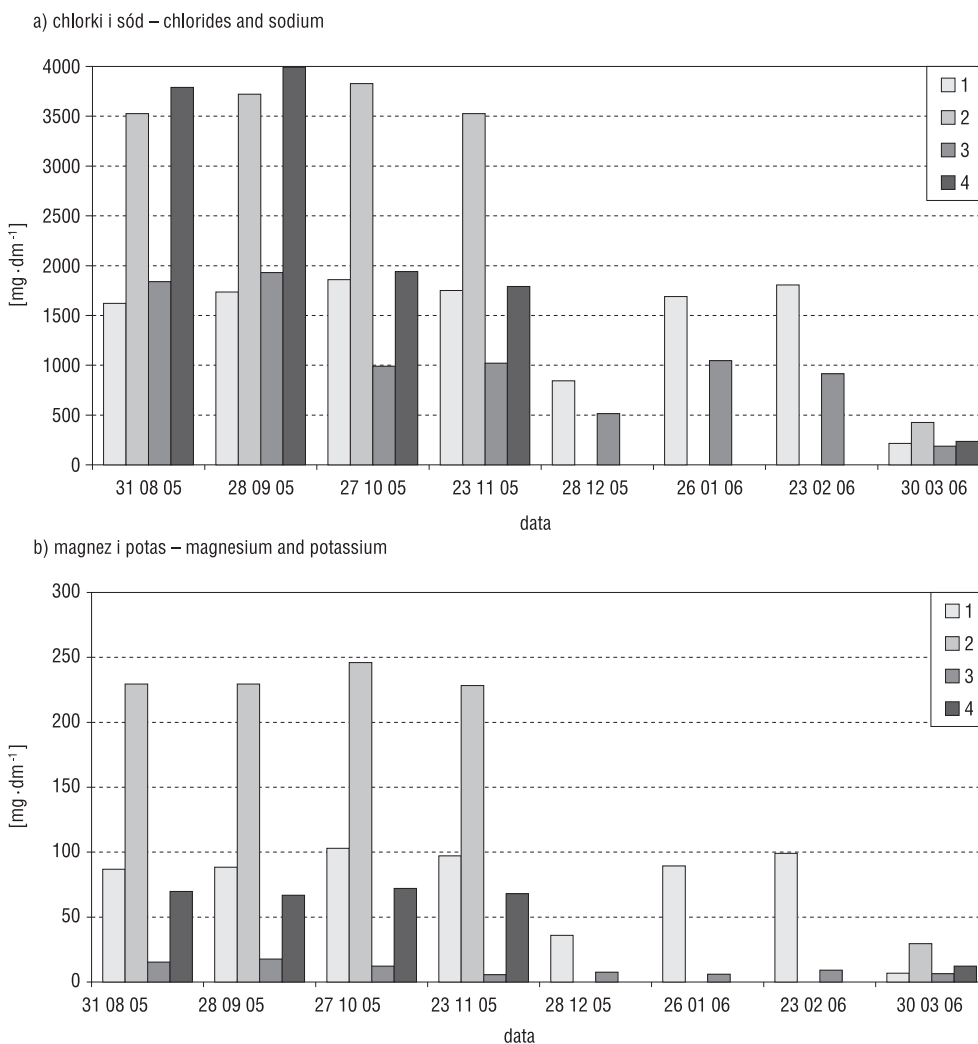


Ryc. 3. Zmienność stężeń wskaźników morskich w wodach Kanatu 2 i Zatoki Puckiej od sierpnia 2005 r. do marca 2006 r.

1 – Zatoka Pucka, 2 – środek kanatu, 3 – ujście kanatu

Fig. 3. Variability of marine indicators in the waters of Channel 2 and the Bay of Puck from August 2005 till March 2006

1 – Bay of Puck, 2 – in the middle of the channel, 3 – channel-mouth



Ryc. 4. Zmienność stężeń wskaźników morskich w wodach gruntowych i Zatoce Puckiej

a) chlorki i sól: 1– chlorki (wody gruntowe); 2 – chlorki (Zatoka Pucka), 3 – sól (wody gruntowe), 4 – sól (Zatoka Pucka)

b) magnez i potas: 1– magnez (wody gruntowe), 2– magnez (Zatoka Pucka), 3 – potas (wody gruntowe), 4 – potas (Zatoka Pucka)

Fig. 4. Variability of marine indicators in groundwater and the Bay of Puck

a) chlorides and sodium: 1 - chlorides (groundwater), 2 – chlorides (the Bay of Puck), 3 - sodium (groundwater), 4 – sodium (the Bay of Puck)

b) magnesium and potassium: 1 – magnesium (ground waters), 2 – magnesium (the Bay of Puck), 3 – potassium (groundwater), 4 – potassium (the Bay of Puck)

Tab. 2. Korelacja pomiędzy koncentracją wskaźników morskich w wodach rezerwatu i Zatoki Puckiej ($n = 7$)

Table 2. Correlation between water marine indicators in waters of the nature reserve and the Bay of Puck ($n = 7$)

Objekt Object	Wskaźnik Indicator			
	Chlorki Chlorides	Sód Sodium	Magnez Magnesium	Potas Potassium
Zatoka i środek Kanału 2 Bay and Middle of Channel 2	0,982	0,969	0,984	0,978
Zatoka i ujście Kanału 2 Bay and Channel-mouth 2	0,893	0,957	0,909	0,867
Zatoka i wody podziemne Bay and groundwater	0,498	0,865	0,502	0,615

Podsumowanie i wnioski

Rezerwat „Słone Łąki” stanowi przykład podmokłości będącej pod stałym wpływem wód słonawych pochodzących z Zatoki Puckiej. Na jego obszarze występuje sieć rowów i kanałów melioracyjnych, z których niektóre mają bezpośrednie połączenie z Zatoką. Mimo, iż część z nich uległa już całkowitemu lub częściowemu zarośnięciu, umożliwiają one w dalszym ciągu wkraczanie wód z Zatoki na teren rezerwatu. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono oddziaływanie wód Zatoki Puckiej na wody brzeżnych partii „Słonych Łąk”. Przemawia za tym występowanie podwyższonych stężeń wskaźników morskich (jony sodu, potasu, magnezu, chlorkowe) zarówno w wodach powierzchniowych, jak i podziemnych.

Rezerwat „Słone Łąki” wykazuje liczne podobieństwa z rezerwatem „Beka” również zlokalizowanym w strefie brzegowej Zatoki Puckiej. W obydwu obiektach obserwuje się podobną zmienność i zróżnicowanie przestrzenne wartości podstawowych wskaźników wynikających z wpływów morskich. Przejawem zmienności stężeń tych jonów są duże wahania w następujących po sobie miesiącach na obydwu obszarach chronionych. Jednakże zróżnicowanie przestrzenne jest nieco inne: w rezerwacie „Słone Łąki” widoczne jest utrzymywanie się wysokich stężeń w ujściowych odcinkach kanałów i niewielkich stężeń w punktach oddalonych od zatoki, natomiast w rezerwacie „Beka” najwyższe stężenia obserwowane są w części centralnej rezerwatu (Fac-Beneda, Cieśliński 2007).

Literatura

- Bolałek J., Falkowska L., 1999, *Analiza chemiczna wody morskiej, cz.1 – makroskładniki i gazy rozpuszczone w wodzie morskiej*, Wyd. UG, Gdańsk.
- Burchard J., Hereźniak-Ciotowa U., Kaca W., 1990, *Metody badań i ocena jakości wód powierzchniowych i podziemnych*, Wyd. UŁ, ss. 273.
- Cieśliński R., 1999, *Stosowność wybranych parametrów fizyczno-chemicznych w ocenie wpływu wód morskich na jakość wód jezior przybrzeżnych*, [w:] Rocznik Fizyczno-Geograficzny, 4, Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego województwa pomorskiego, Wyd. DJ, Gdańsk, 41–55.

- Cieśliński R., 2003, *Wpływ współczesnych intruzji wód morskich na zawartość chlorków, sodu, potasu i magnezu w wodach jezior Pobrzeża Południowobałtyckiego*, [w:] R. Gołębiwski (red.), *Ewolucja Pojezierzy i Pobrzeży Południowobałtyckich*, UG, Gdańsk, 7–15.
- Dojlido J., 1995, *Chemia wód powierzchniowych*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok, ss. 342.
- Fac-Beneda J., Cieśliński R. (red.), 2007, *Wody słonawych podmokłości delty Redy i Zagórskiej Strugi*, Wyd. Gdańskiego Towarzystwa Naukowego, Gdańsk, ss. 106.
- Gerstmannowa E., Lenartowicz Z., 2000, *Rzeźba terenu i szata roślinna*, [w:] E. Gerstmannowa (red.), *Nadmorski Park Krajobrazowy*, Materiały do Monografii Przyrodniczej Regionu Gdańskiego, 3, 25–28.
- Gromadzki M., Mokwa T., 2000, *Walory ornitologiczne*, [w:] E. Gerstmannowa (red.), *Nadmorski Park Krajobrazowy*, Materiały do Monografii Przyrodniczej Regionu Gdańskiego, 3, 35–38;
- Krajewska Z., 2006, *Wpływ morza na cechy hydrologiczne podmokłości w strefie brzegowej Zatoki Puckiej*, Praca magisterska, Archiwum Katedry Hydrologii UG, 52–26.
- Pempkowiak J., 1997, *Zarys geochemii morskiej*, Wyd. UG., Gdańsk, ss. 170.
- Stamatis G., 1999, *The chemical composition of the surface system of Peneos river*, Thessaly Central Greece, *Environmental Geology*, 38 (2), 126–140.

Zuzanna Krajewska, Robert Bogdanowicz

The influence of the Bay of Puck on the water chemistry of the “Słone Łąki” nature reserve

Summary

The “Słone Łąki” (Salty Meadows) nature reserve located on the Bay of Puck seashore, is an example of salt marshes where many unique halophilous plant communities have developed. Among plant species that can be found in the reserve are *Plantago maritima* L. and *Samolus valerandi* L. Their existence is conditioned by the appearance of the specific chemical composition of surface waters and ground waters, which depends on the salty water supply. The aim of the study conducted in the “Słone Łąki” reserve between August 2005 and March 2006 was the assessment of the range and intensity of the Bay of Puck influence on the chemical composition of the reserve’s waters. The findings of the research showed increased in comparison with inland waters values of sodium, potassium, magnesium and chlorides in surface and ground waters of the reserve (Table 1). Moreover, a relation between water compositions in both water environments was detected. An especially strong relation was found between the middle part of Channel 2 and the Bay’s waters (Table 2).

