

Ekotoksykologiczna ocena jakości wód powierzchniowych wyspy Wolin

The surface water quality ecotoxicological assessment of Wolin Island

Paweł Czyryca¹, Mariusz Samolyk²

**¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Stacja Monitoringu Środowiska
Przyrodniczego w Białej Górze**

**²Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Geologii i Geoinformacji,
Zakład Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**

Abstrakt

Określenie jakości wód powierzchniowych jest bardzo istotne nie tylko w odniesieniu hydrobiologicznym ale także z punktu widzenia zdrowia człowieka. Właściwe rozpoznanie stanu ekologicznego wód pozwala określić ich aktualny stan i przewidywany rozwój i w razie konieczności na podjęcie odpowiednich działań zmierzających do poprawy jakości wody. W pracy przedstawiono wyniki analiz fizykochemicznych oraz badań toksykologicznych wód powierzchniowych wyspy Wolin, w szczególności systemu rzeczno-jeziornego Lewińskiej Strugi. Toksyczność próbek wodnych oznaczono testem toksyczności ostrej *Thamnotoxkit F* bazującym na słodkowodnych skorupiakach *Thamnocephalus platyurus*. Uzyskane wyniki pozwoliły w bardziej szczegółowy sposób scharakteryzować stan ekologiczny badanych wód.

Słowa kluczowe: testy ekotoksykologiczne, Thamnotoxkit F, wody powierzchniowe, wyspa Wolin

Abstract

Determining the quality of surface waters is very important from human health point of view. Proper recognition of the ecological condition of surface waters allows to take appropriate actions to improve it. This paper presents the results of physico-chemical analyses and toxicological studies of surface waters of Wolin Island. The toxicity of the samples was determined by the acute toxicity test Thamnotoxkit F. based on freshwater crustaceans *Thamnocephalus platyurus*. The results enabled to assess the ecological state of the examined waters.

Key words: ecotoxicological tests, Thamnotoxkit F, surface water, Wolin Island

Wprowadzenie

Przepisy dotyczące oceny jakości wód powierzchniowych (Ustawa 2001, Rozporządzenie 2016a) szczegółowo określają elementy fizykochemiczne i hydrobiologiczne stanowiące o ich jakości. Celem zwiększenia ochrony i poprawy środowiska wodnego określono szczególne środki dla redukcji zrzutów, emisji i strat substancji priorytetowych (Dyrektywa 2000, Rozporządzenie 2016b). Stan ekologiczny wód powierzchniowych powinien być analizowany z wykorzystaniem danych o toksyczności ostrej i chronicznej (Rozporządzenie 2011). Jednak w przeważającej większości przypadków ocena ogranicza się do określenia stanu troficznego, prowadzona jest w oparciu o wskaźniki biologiczne (np. Makrofitowy Indeks Rzeczny, wskaźniki okrzemkowe) parametry fizykochemiczne siedliska (m.in. przezroczystość, warunki tlenowe, zawiesina ogólna, warunki tlenowe, zasolenie, substancje biogenne) czy elementy hydromorfologiczne. Niemal całkowicie pominięta jest ocena stanu ekologicznego uwzględniająca skażenie substancjami toksycznymi i ich wpływ na organizmy żywe. Największymi zagrożeniami dla ekosystemów jest poziom zanieczyszczeń w wodach, przekształcenia biocenoz oraz kumulowanie się toksykantów w organizmach żywych (Śliwka i Mazur 2004, Napiórkowski i in. 2008, Łaszczyca i in. 2012, Sadowska 2012).

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań fizykochemicznych i toksykologicznych wód powierzchniowych wyspy Wolin. Badania terenowe i analityczne przeprowadzono we

wrześniu 2016r. z wykorzystaniem sprzętu i aparatury Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego UAM w Białej Górze. Badania te stanowią uszczegółowienie programów wód powierzchniowych wykonywanych w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (Państwowy Monitoringu Środowiska) na wyspie Wolin.

Obszar i metody badań

Badaniom właściwości fizykochemicznych i toksykologicznych poddano łącznie osiem jezior oraz dwa ciekі na wyspie Wolin (ryc. 1, tab. 1). Badany obszar jest bardzo zróżnicowany pod względem budowy geomorfologicznej, litologii, użytkowania i ukształtowania terenu.

Lewińska Struga jest naturalnym ciekim o długości 12,8 km, przepływającym przez sześć jezior rynnowych (Warnowo, Rabiąż, Czajcze, Domysłowskie, Żółwińskie, Kołczewo) oraz jezioro przybrzeżne (Koprowo), uchodząc do Zalewu Kamieńskiego. W obrębie zlewni położone są liczne izolowane zagłębienia bezodpływowe oraz jeziora powierzchniowo bezodpływowe (Wiselka, Zatorek, Gardno, Recze). Deniwelacje sięgają 116 m, zlewnię w 70% budują osady słabo przepuszczalne, zalesienie wynosi 47%, jeziorność 12,4%. Jeziora położone w obrębie zlewni są mało odporne na degradację. Niekorzystna ocena warunkowana jest morfometrią zbiorników oraz niewielką stratyfikacją wód.

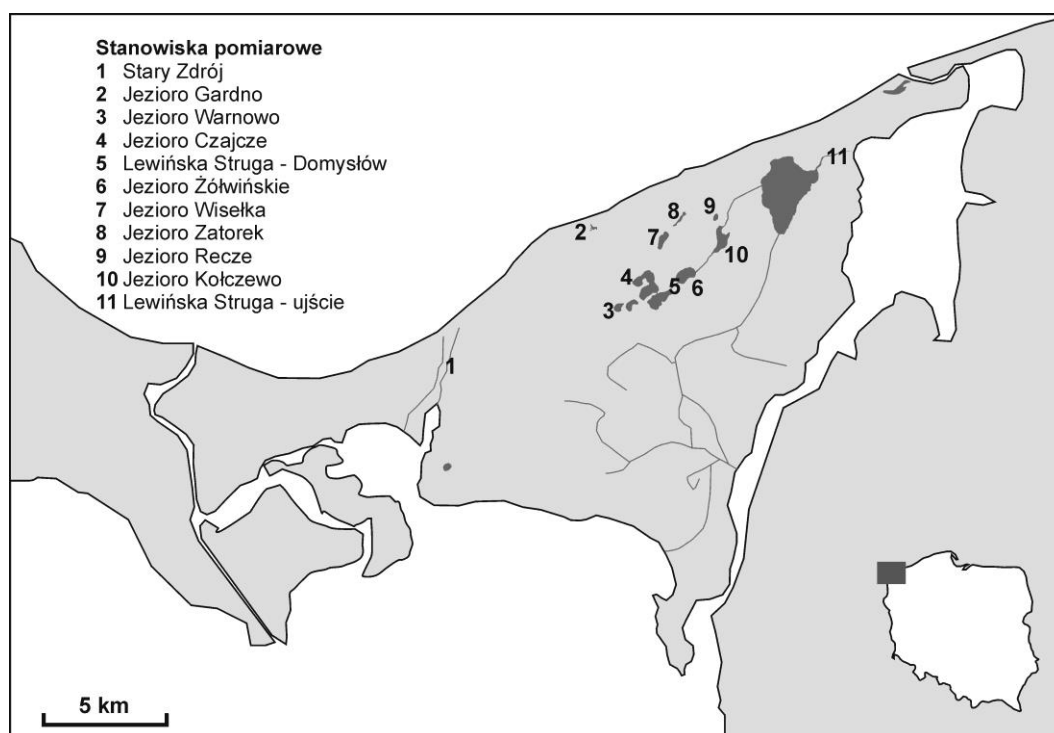
Stary Zdrój, o długości niemal 3 km, uchodzi do jeziora Wicko Małe. Ciek przepływa przez tereny silnie przeobrażone: obszar miejski, ogródki działkowe, polder o glebach torfowomurszowych.

Tab. 1. Charakterystyka badanych jezior wyspy Wolin (źródło: Choiński 1991, Janczak 1997, Samołyk 2013)

	powierzchnia [ha]	głębokość maksymalna [m]	głębokość średnia [m]	objętość [tys. m ³]	rozwinięcie linii brzegowej [-]	wskaźnik trwałości basenu jeziornego [lata]	wskaźnik odsłonięcia [-]	kryptodepresja [m p.p.m.]
Jezioro Warnowo	10,4	1,9	1,6	168	1,17	125	6,5	0,5
Jezioro Czajcze	71,5	4,6	2,9	2073	1,72	403	24,6	3,3
Jezioro Żółwińskie	39,4	3,0	2,1	876	1,12	347	18,8	2,4
Jezioro Kołczewo	38,7	4,0	2,2	1081	1,49	299	17,6	3,6
Jezioro Wiselka	18,4	6,1	3,6	720	1,32	360	5,1	0,0
Jezioro Zatorek	6,6	2,0	-	-	1,92	-	-	-
Jezioro Recze	4,1	12,0	8,3*	240*	1,06	315	0,5	9,4
Jezioro Gardno	2,5	7,3	2,6	64	1,04	39	1,0	-

* źródło: badania własne Samołyk 2015

Pobór próbek terenowych i analizę laboratoryjną przeprowadzono we wrześniu 2016 r. Przypowierzchniowe próbki wody pobierane były z głębokości 0,3-0,5 m w strefie litoralu lub pelagialu. Próbki wód rzecznych pobierane były z nurtu w połowie głębokości cieku. Zmierzono odczyn, przewodność elektrolityczną, stężenie tlenu rozpuszczonego, oznaczono stężenia głównych jonów: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Szczegółowe badania składu chemicznego próbek wody wykonano w laboratorium hydrochemicznym Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego UAM w Białej Górze.



Ryc. 1. Lokalizacja punktów badawczych

Temperaturę, odczyn, przewodność elektrolityczną oraz zawartość tlenu zmierzono za pomocą mierników Elmetron seria 401. Stężenie wodorowęglanów oznaczono metodą miareczkową, jonów amonowych metodą spektrofotometryczną (metoda nesslera, Metertech SP 8001), natomiast stężenie jonów: SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} metodą chromatografii jonowej (Dionex ICS1100). Toksyczność próbek oznaczono testem toksyczności ostrej Thamnotoxkit F bazującym na słodkowodnych skorupiakach *Thamnocephalus platyurus*. Reakcją testową było unieruchomienie i śmierć organizmu. Test wykonano według standardowej procedury (Creasel 1993) zgodnej z normą ISO14380. W badanych próbkach określono PE (procentowy efekt) toksyczny po 24 godzinnej ekspozycji, natomiast stopień zagrożenia określono w pięciu klasach (Sawicki i in. 2007):

- klasa I: brak ostrego zagrożenia: żaden z testów nie wykazał efektu toksycznego,

- klasa II: małe ostre zagrożenie: $20\% \leq PE < 50\%$ wykazany przez co najmniej 1 test,
- klasa III: ostre zagrożenie: $50\% \leq PE < 100\%$ wykazany przez co najmniej 1 test,
- klasa IV: wysokie ostre zagrożenie: wartość $PE=100$ wykazana w co najmniej 1 teście,
- klasa V: bardzo wysokie ostre zagrożenie: wartość $PE=100\%$ wykazana we wszystkich testach.

Wyniki

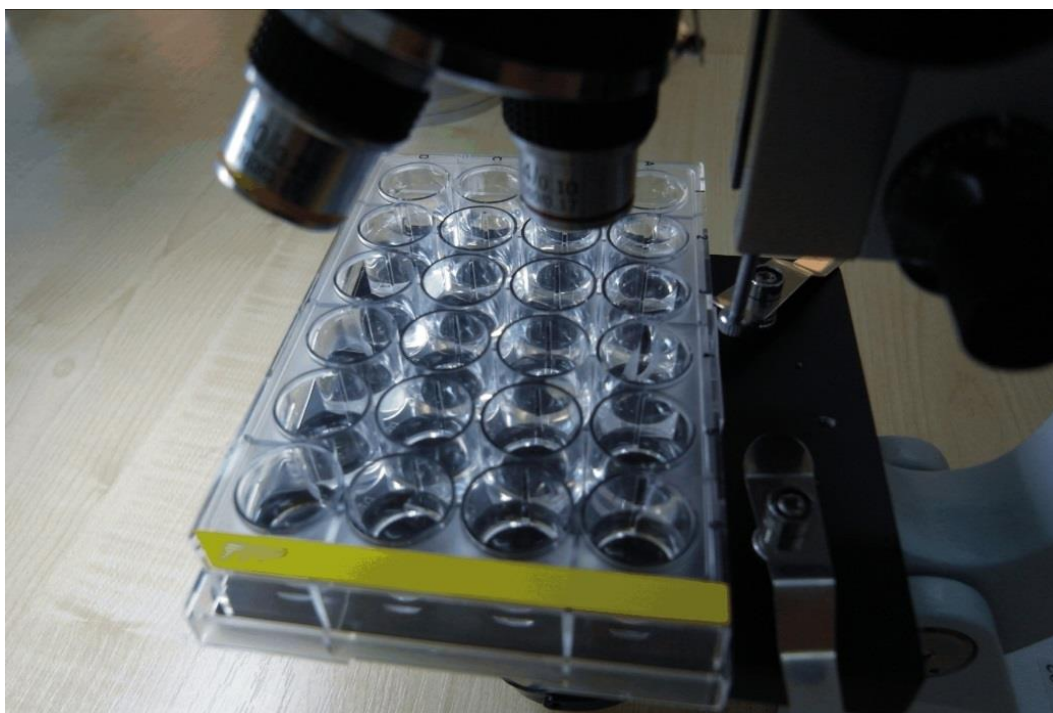
Wody powierzchniowe w zlewni Lewińskiej Strugi są wodami średnio zmineralizowanymi (przewodności elektrolityczna od 147,8 w przypadku jeziora Zatorek do 390,3 $\mu\text{S m}^{-1}$ w przypadku jeziora Gardno). Jedynie odcinek ujściowy Lewińskiej Strugi wraz z jeziorem Koprowo, znajduje się w strefie wpływów słonego Zalewu Kamieńskiego i wykazuje wysoką mineralizację (3047,1 $\mu\text{S m}^{-1}$). Większość wód powierzchniowych zlewni Lewińskiej Strugi reprezentuje wodorowęglanowo-wapniowy typ hydrochemiczny (wg klasyfikacji Szczukariewa). Jedynie jezioro Zatorek posiada wodę o typie chlorkowo-wodorowęglanowo-wapniowym oraz woda w ujściowym odcinku Lewińskiej Strugi, znajdująca się pod wpływem wlewów wód morskich, ma typ hydrochemiczny chlorkowo-sodowy. W badanych wodach wartości odczynu mieściły się w zakresie od 6,88 (Zatorek) do 8,16 (Czajcze) pH, przy czym w większości badanych próbek odczyn był lekko zasadowy. Wody powierzchniowe wyspy Wolin wykazywały na ogół dobre natlenienie (od 6,42 mg dm^{-3} w przypadku jeziora Recze do 8,28 mg dm^{-3} w przypadku Lewińskiej Strugi – Domysłów oraz jeziora Wisełka). Jedynie w przypadku Starego Zdroju i Jeziora Warnowskiego obserwowano deficyty tlenu (2,59 mg dm^{-3}). Skład chemiczny wód zlewni Lewińskiej Strugi determinowany jest przez litologię osadów dennych oraz użytkowanie terenu. Wysokie stężenia jonów wodorowęglanowych i wapniowych w badanym cieku wynikają z gliniastego podłoża, działalności bakterii chemoautotroficznycych oraz napływu martwej biomasy (Kostrzewski i in. 2015, Samołyk i Ścisłowska 2014). Badane wody charakteryzują się niewielkimi stężeniami jonów biogennych, NO_3^- i NH_4^+ . Pod względem tych wskaźników wody powierzchniowe zlewni Lewińskiej Strugi można zgodnie z Rozporządzeniem (2016b) zaklasyfikować do I klasy czystości. Odmiennie sytuacja wygląda w przypadku Starego Zdroju, gdzie odnotowano stosunkowo wysokie stężenia jonów azotanowych i amonowych (tab. 2). Wy tłumaczeniem tego stanu może być fakt, że ciek przepływa przez tereny poddane silnej antropopresji. Porównując wyniki jakości wód powierzchniowych zlewni Lewińskiej

Strugi uzyskane w 2016 roku z danymi z lat 2009-2013 (Kostrzewski i in. 2015) nie zaobserwowano znaczących zmian w składzie chemicznym wody. W przypadku jeziora Warnowskiego, Czajczego i Wisielka obserwowano nieco niższe od średnich stężenia jonów chlorkowych. Stężenia pozostałych jonów były charakterystyczne dla badanych wód, ewentualna zmienność wynikała z procesów naturalnych.

Tab. 2. Właściwości fizykochemiczne wód powierzchniowych wyspy Wolin, wrzesień 2016

	T	pH	SEC	O ₂	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻
	°C	-	μS·m ⁻¹	mg·dm ⁻³									
Jezioro Warnowo	21,4	7,24	377,5	2,59	15,50	0,51	23,96	0,03	10,45	3,42	6,40	56,72	180,61
Jezioro Czajcze	22,2	8,16	333,4	7,80	14,11	0,39	23,11	0,06	10,60	2,22	5,95	50,04	160,48
Lewińska Struga - Domysłów	15,3	7,27	320,1	8,28	14,74	0,31	22,52	0,21	11,48	2,47	6,10	46,32	151,32
Jezioro Żółwińskie	21,7	8,04	293,7	6,62	15,51	0,32	24,40	0,03	11,13	2,47	6,31	39,86	128,75
Jezioro Kołczewo	21,6	8,10	314,9	7,35	17,16	0,32	31,22	0,05	10,91	3,05	6,87	43,41	128,14
Lewińska Struga - ujście	21,6	7,87	3047,1	6,61	848,54	0,64	146,04	0,15	453,71	19,30	54,10	81,71	169,63
Jezioro Wisielka	21,8	7,87	157,9	8,28	15,69	0,11	3,58	0,05	10,35	3,57	1,89	17,72	64,07
Jezioro Zaterek	20,1	6,88	147,8	6,50	20,97	0,09	0,28	0,05	11,77	2,35	1,73	13,82	46,37
Jezioro Recze	22,1	7,35	244,2	6,42	16,11	0,19	15,50	0,01	10,26	3,11	4,03	32,71	102,51
Jezioro Gardno	19,7	7,87	390,3	7,51	26,32	0,49	23,67	0,03	16,38	1,12	6,41	56,66	177,56
Stary Źród	17,3	7,46	985,7	1,09	102,67	1,17	94,86	2,93	62,67	12,62	11,46	131,78	366,10

Nowe spojrzenie na aktualny stan ekologiczny badanych wód dały wyniki testów toksyczności ostrej. Analizy prowadzono w celu wykrycia obecności substancji potencjalnie toksycznych dla organizmów wodnych. W przypadku wszystkich próbek określono procentowy efekt toksyczny (PE) przy pomocy testu toksyczności ostrej Thamnotoxkit F. Procedura przeprowadzania testu była zgodna z wytycznymi Creasel (1993) i obejmowała trwający 24 godziny wylęg organizmów testowych i 24 godzinną inkubację w badanych wodach o stężeniach: 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 0% (ryc. 2). Analizę każdej próbki wody wykonano w trzech powtórzeniach dla każdego stężenia.



Ryc. 2. Test toksyczności ostrej Thamnotoxkit F

W przypadku większości badanych wód powierzchniowych w zlewni Lewińskiej Strugi nie zaobserwowano efektu toksycznego (tab. 3). Najwyższe reakcje śmiertelne wobec testowanej wody obserwowane były dla wód Lewińskiej Strugi w ujściowym odcinku (16%), Jeziora Kołczewo (13%) oraz Jeziora Żółwińskiego (10%). Tak niski efekt toksyczny wskazuje na bardzo dobry stan ekologiczny wód.

Tab. 3. Wyniki testu toksyczności ostrej Thamnotoxkit F dla 100 % koncentracji badanej wody, wyspa Wolin, wrzesień 2016

	Próba A	Próba B	Próba C	Suma	Śmiertelność [%]
Jezioro Warnowo	6	4	6	16/30	53
Jezioro Czajcze	0	0	1	1/30	3
Lewińska Struga - Domysłów	0	0	0	0/30	0
Jezioro Żółwińskie	1	2	0	3/30	10
Jezioro Kołczewo	1	2	1	4/30	13
Lewińska Struga - ujście	1	2	2	5/30	16
Jezioro Wisielka	0	0	1	1/30	3
Jezioro Zatorek	1	1	0	2/30	6
Jezioro Recze	0	0	0	0/30	0
Jezioro Gardno	0	0	0	0/30	0
Stary Źródź	2	3	2	7/30	23

Odmierna sytuacja miała miejsce w przypadku wód Jeziora Warnowo, dla którego stwierdzono III klasę zagrożenia toksycznością wód naturalnych wg systemu klasyfikacji toksyczności Persoone i in. (2003). Testy wykazały reakcję śmiertelną organizmów niemal przy każdym stężeniu badanych wód: koncentracja 12,5% - śmiertelność 3%, koncentracja 25% - śmiertelność 3%, koncentracja 50% - śmiertelność 13%, koncentracja 100% -

śmiertelność 53%. Tak niekorzystna sytuacja może wynikać z obecności substancji toksycznych pochodzenia antropogenicznego. Strefa brzegowa jeziora jest silnie przekształcona i zabudowana (ryc. 3), brak jest sieci kanalizacyjnej, w pobliżu znajdują się pola uprawne. Możliwa jest dostawa ścieków do tego jeziora. Jest to sytuacja ekstremalnie niekorzystna dla organizmów żyjących w tym jeziorze, ale może mieć także bardziej dalekosiężne skutki w postaci degradacji warunków życia w jeziorach znajdujących się poniżej Jeziora Warnowo – jezior: Rabiąż, Czajcze, Domysłowskie itd. Jest to sytuacja o tyle niekorzystna, że Jezioro Warnowo jest najmniej odpornym na degradację, o najsilniejszej antropopresji. Jezioro Warnowskie jest pierwszym zbiornikiem wodnym w systemie rzeczno-jeziornym Lewnińskiej Strugi. Dlatego niekorzystne warunki ekologiczne w tym jeziorze mogą w przyszłości oddziaływać na kolejne jeziora. Sytuację „komplikuje” fakt, że Jeziora Warnowo, Rabiąż, Czajcze i Domysłowskie są w granicach Wolińskiego Parku Narodowego. Dlatego ochrona tych zbiorników powinna być najwyższym priorytetem, wymagającym podjęcia działań zapobiegających powtarzaniu się takiej sytuacji, np. poprzez skanalizowanie wsi Warnowo.



Ryc. 3. Strefa brzegowa Jeziora Warnowo

W przepływającym przez Międzyzdroje cieku Stary Zdrój również zaobserwowano efekt toksyczny powyżej 20%. Badane wody zaliczone zostały do II klasy toksyczności (wg

systemu klasyfikacji toksyczności Persoone i in. 2003) - wody o małym ostrym zagrożeniu. Przy stężeniu badanej wody wynoszącym 50% śmiertelność organizmów wyniosła 10% a przy stężeniu 100% śmiertelność wyniosła 23%. Stary Zdrój w miejscu poboru prób przepływa przez obszary zurbanizowane o znacznym natężeniu ruchu drogowego. Na dodatni wynik testu toksyczności wpływać mogły również podwyższone stężenia jonów biogennych, niskie natlenienie oraz ogólnie zły stan wód. Ocena hydromorfologiczna wód płynących wyspy Wolin (Tylkowski 2014) wykazała, że jest to ciek mało naturalny i umiarkowanie zmodyfikowany mieszczący się w IV klasie jakości oznaczającej słaby stan.

Podsumowanie

Badania fizykochemiczne wód zlewni Lewińskiej Strugi przeprowadzone we wrześniu 2016 roku nie wykazały zmiany ich jakości w stosunku do lat ubiegłych (Kostrzewski i in. 2015). Testy toksykologiczne pozwoliły jednak stwierdzić, że wody Jeziora Warnowo są toksyczne dla organizmów wodnych. Wysoka śmiertelność (53%) organizmów wykorzystanych do testów wynikać może z działalności człowieka. Przyczyną jest silnie przekształcona i zabudowana strefa brzegowa jeziora oraz brak sieci kanalizacyjnej w jego pobliżu. Wysoka toksyczność badanych wód w kontekście znacznej podatności jeziora na degradację jest bardzo niepokojąca. Zgodnie z wytycznymi monitoringu podstawowego jezior (Kudelska i in. 1994) Warnowo należy do III kategorii pod względem jego podatności na degradację.

Jakość wód przepływającego przez Międzyzdroje ciek Stary Zdrój również była niekorzystna. Świadczyły o tym wyniki badań fizykochemicznych, z których zgodnie z Rozporządzeniem (2016b) jedynie pH mieściło się w I klasie, azot azotanowy w II klasie, a pozostałe wskaźniki w klasie III. Potwierdzeniem słabego stanu ciek Stary Zdrój były badania hydromorfologiczne (Tylkowski 2014) oraz wyniki testów toksykologicznych. Na obecność w Starym Zdroju substancji zagrażających organizmom żywym wpływa jego położenie (tereny zurbanizowane, komunikacyjne), mała naturalność siedliska oraz stopień przekształcenia doliny rzecznej.

W przypadku pozostałych jezior (Rabiałz, Czajcze, Domysłowskie, Żółwińskie, Kołczewo, Wiselka, Zatorek, Gardno, Recze) nie odnotowano istotnego efektu toksycznego co świadczy o dobrym stanie tych wód. Jednak zły stan jeziora Warnowo może w przyszłości wpłynąć na jakość wód zlewni Lewińskiej Strugi.

Wyniki uzyskiwane z testów toksykologicznych dostarczają cennych informacji, niedostępnych przy powszechnie stosowanych metodach. W celu uzyskania pełnych danych

o jakości ekosystemów wodnych istotne jest uzupełnienie badań fizykochemicznych o testy bioindykacyjne. W przyszłości konieczny jest również stały monitoring systemu rzeczno-jeziornego Lewińskiej Strugi z uwzględnieniem kryteriów biologicznych jako niezbędnych w ocenie stanu ekologicznego tych wód.

References

- Choiński, A., 1991. Katalog jezior Polski. Część I: Pojezierze Pomorskie, Poznań.
- Creasel, 1993. Thamnotoxkit F - Crustacean Toxicity Screening Test for Freshwater. Standard Operational Procedure. Creasel Lda. Deinze.
- Dyrektywa, 2000. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Dz. U. UE L z dnia 22 grudnia 2000r.
- Jańczak, J., (red.) 1997. Atlas jezior Polski. 1. Poznań
- Kostrzewski, A., Samołyk, M., Tylkowski, J., 2015. The Dynamics of Fluvial Transport of Solutes in the Fluvial-Lacustrine System of the Lewińska Struga Stream (Wolin Island, West Pomerania). *Prace Geograficzne*. 143: 33-46.
- Kudelska, D., Cydzik, D., Soszka, H., 1994. Wytyczne Monitoringu podstawowego jezior. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Łaszczyca, P., Francikowski, J., Guzik, J., Nikiel, A., Kłosok, M., Michalczyk, K., Augustyniak, M., Migula, P., 2012. Przydatność biotestów ekotoksykologicznych do oceny stanu biologicznego wód na przykładzie zbiornika zaporowego w Goczałkowicach. *Kosmos*. 61(3): 381-392.
- Napiórkowski, P., Forkiewicz, S., Ślebioda, K., Kentzer, A., 2008. Ekotoksykologiczna ocena jakości wód powierzchniowych Torunia na podstawie biotestów z *Artemia Salina* i *Hydra Attenuata*. [w:] Kołwzan, B., Grabasa, K., (red.). *Ekotoksykologia w Ochronie Środowiska*: 249-258.
- Persoone, G., Marsalek, B., Blinova, I., Törökne, A., Zarina, D., Manusadzianas, L., Nalecz-Jawecki, G., Tofan, L., Stepanova, N., Tothova, L., Kolar, B., 2003. A practical and user-friendly toxicity classification system with microbiotests for natural waters and wastewaters. *Environmental Toxicology*. 18(6): 395-402.
- Rozporządzenie, 2011. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych. Dz. U. 2011 nr 258 poz. 1549.

- Rozporządzenie, 2016a. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 lipca 2016 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych. Dz. U. 2016 poz. 1178.
- Rozporządzenie, 2016b. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz. U. 2016 poz. 1187.
- Sadowska, U., 2012. Ranga bioindykacji w ekotoksykologii wód. *Studia Ecologiae et Bioethicae*. 10(2): 33-52.
- Samółyk, M., 2013. Charakterystyka nadmorskiej zlewni rzeczno-jeziornej Lewińskiej Strugi (wyspa Wolin). [w:] W. Florek (red.). *Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku*, Wydawnictwo Akademii Pomorskiej w Słupsku. 10: 167-178.
- Samółyk, M., Ścisłowska, P., 2014. Bilans wodny i denudacji chemicznej Lewińskiej Strugi w profilu Domysłów w latach 2009–2011. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 15: 33-39.
- Sawicki, J., Nałęcz-Jawecki, G., Mankiewicz-Boczek, J., Izydorzyc, K., Sumorok, B., Drobniwska, A., Kaza, M., 2007. Kompleksowa analiza ekotoksykologiczna wód powierzchniowych. Projekt MNiL nr 2 P05F 056 28.
- Śliwka, M., Mazur, R., 2004. Rola biotestów w monitoringu wód powierzchniowych. *Inżynieria Środowiska*. 9(1): 101-106.
- Tylkowski, J., 2014. Hydromorfologiczna ocena wód płynących wyspy Wolin z wykorzystaniem metody River Habitat Survey. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*. 16: 75-84.
- Ustawa, 2001. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229 z późn. zm.