



„Stan zachowania i antropogeniczne przemiany Jezior Raduńskich”

Czy Jeziorom Raduńskim zagraża katastrofa ekologiczna?

materiały konferencyjne



Kartuszy 2004r.

Kaszuby to kraina lasów i jezior. Jeziora stanowią duży potencjał nie tylko przyrodniczo- krajobrazowy, służący wypoczynkowi, ale dostarczają i dają to co do życia jest niezbędne WODE.

Zespół jezior leżących w obrębie miasta Kartuzy: Mielonko, Karczemne, Klasztorne Małe i Klasztorne Duże stanowią jedyny, unikalny w skali kraju układ przyrodniczy, o dużych walorach krajobrazowych i potencjalnych możliwościach prowadzenia w ich rejonie działalności rekreacyjnej i turystycznej. Niestety możliwości wykorzystania tego pięknego kompleksu jezior od lat są mocno ograniczone, z powodu wysokiej ich degradacji. Już na początku lat 60-tych jeziora kartuskie odbierały bardzo duże ładunki biogenów i nie oczyszczonych ścieków komunalnych. W latach 70-tych, pod koniec dekady intensywnej chemizacji rolnictwa, jeziora weszły w fazę silnej degradacji, a nawet dewastacji pochodzenia antropogenicznego. Na początku lat 80-tych stwierdzono, że stan degradacji jezior staje się barierą rozwoju działalności turystycznej i rekreacyjnej Kartuz. Dlatego też samorządy lokalne powiatu kartuskiego, od dawna dostrzegają to zagrożenie. Inwestują ogromne środki finansowe na poprawę infrastruktury technicznej, budując europejskiej klasy oczyszczalnie ścieków, co w znacznym stopniu ograniczyło dopływ biogenów i ścieków do Jezior Kartuskich.

Przeprowadzona analiza danych literaturowych, oraz wnioski wynikające z Konferencji, która odbyła się w Kaszubskim Parku Krajobrazowym w kwietniu br, wskazuje na postępujący proces eutrofizacji i degradacji Jezior Raduńskich. Stąd wynika konieczność podjęcia dalszych intensywnych prac w zakresie ochrony środowiska tak na obszarze gminy Kartuzy, jak i innych gmin na terenie, których znajdują się Jeziora Raduńskie.

Znając potrzeby wiemy, że ilość inwestowanych środków jest wciąż za mała. Potrzeby są ogromne, stąd bez pomocy z zewnątrz nie zahamuje się procesu degradacji jezior.

Ważnym krokiem jest zinventaryzowanie źródeł zanieczyszczeń jezior oraz ich likwidacja. W to działanie powinno włączyć się cała społeczność naszego powiatu.

Edukacja proekologiczna i prozdrowotna naszej społeczności może mieć znaczący wpływ na zahamowania postępującej degradacji środowiska naturalnego.

Burmistrz Gminy Kartuzy

Mieczysław Grzegorz Gołuński

Opracowanie to jest podsumowaniem prezentacji przedstawionych na dwóch konferencjach poświęconych antropogenicznym, czyli powodowanym przez człowieka, przemianom Jezior Raduńskich. W Ostrzycach wypływa z nich rzeka Radunia, która następnie płynie przez Somonino, przebiega się Jarem Raduni przez wzgórze koło Borowa, przepływa przez Żukowo, Pruszcz Gdański, Orunię i kanałem, jako dopływ Motławy, wpada do Bałtyku. W Straszynie, Radunia zasila jezioro, z którego po uzdatnieniu pobierana jest woda dla Gdańska. Z tego powodu Jeziora Raduńskie powinny być szczególnie chronione, głównie dlatego, aby zapewnić mieszkańcom Gdańska wodę najwyższej jakości.

Czy rzeczywiście Jeziora Raduńskie są należycie chronione? Pewne sygnały, np. wymieranie raków, występowanie ławic cierników oraz masowych zakwitów sinic wskazują, iż w ekosystemie zachodzą niepokojące procesy. Z tego powodu, wspólnie z Dyrektorem Kaszubskiego Parku Krajobrazowego, zwróciliśmy się do naukowców z Uniwersytetu Gdańskiego o ocenę stanu zachowania Jezior Raduńskich. Okazało się, że zakres badań naukowych tego ekosystemu jest ograniczony. Wyjątkiem są wieloletnie badania przeprowadzane przez pracowników Stacji Limnologicznej Katedry Limnologii UG w Borucinie, kierowanej przez profesora Władysława Lange. Badania wykonywane w tej stacji ograniczają się jednak głównie, do pomiarów fizycznych i chemicznych cech wody, np. rozkładu światła w wodzie, zawartości tlenu, chlorofilu, siarkowodoru, fosforanów, azotanów, przezroczystości i temperatury wody itp. Świat żywych organizmów jest mało zbadany.

W 2003r. zapoczątkowano badania nad roślinnością podwodną. Przeprowadziła je dr Katarzyna Bociąg z Katedry Ekologii Roślin UG, kierowanej przez prof. Józefa Szymeja.

W dniu 17 kwietnia 2004 r., w siedzibie Kaszubskiego Parku Krajobrazowego, odbyła się konferencja naukowa, na której program złożyły się następujące referaty:

1. Geneza, funkcjonowanie i antropogeniczne przemiany ekosystemów jeziornych - prof. dr hab. Józef Szymeja - Katedra Ekologii Roślin Uniwersytetu Gdańskiego.
2. Ocena stanu mikrobiologicznego Jezior Raduńskich w badaniach Stacji SANEPID Kartuzy – dr Dariusz Makowski.
3. Zaawansowanie przemian eutrofizacyjnych jezior zlewni Górnej Raduni- prof. dr hab. Władysław Lange, Katedra Limnologii UG.
4. Struktura roślinności podwodnej Jeziora Raduńskiego Górnego - dr Katarzyna Bociąg (Katedra Ekologii Roślin UG).

Skróty referatów wygłoszonych na konferencji zostały zamieszczone na dalszych stronach tego opracowania. **Wnioski z nich wynikające są alarmujące:**

- (1) poniżej głębokości 4-6 m w jeziorach brakuje tlenu;
- (2) dno pokrywa gruba warstwa osadu organicznego, który jest pożywką dla bakterii beztlenowych wytwarzających siarkowodor i inne toksyny;
- (3) dno Jezior Raduńskich na znacznej powierzchni jest martwą pustynią;
- (4) w strefach znacznego stężenia siarkowodoru nie występują rośliny, zwierzęta bezkręgowce i ryby.

W dobrze zachowanym ekosystemie jeziora masa organiczna, wytworzona przez rośliny, zawiera m. in. białka, węglowodany i lipidy, które są niemal w całości wykorzystywane przez żywe organizmy.

Analiza stanu zachowania Jezior Raduńskich wskazuje, iż martwa materia organiczna nie jest w nich w całości rozkładana i zużywana przez zwierzęta. Nadmiar tej materii opada na dno, gdzie staje się pożywką dla bakterii gnilnych. Początkowo rozkład zachodzi przy wykorzystaniu tlenu, gdy jednak go zabraknie, rozpoczynają się procesy rozkładu beztlenowego, których produktem jest m. in. siarkowodor i niektóre toksyny. Skąd bierze się nadmiar substancji organicznej w jeziorach? Z dwóch zasadniczych źródeł. Pierwsze to dopływ z zewnątrz, m. in. w postaci ścieków komunalnych, przecieków z nieszczelnych szamb, z dróg pozbawionych kanałów burzowych, ze spływu gnojowicy z pól uprawnych lub ze znacznej ilości zanęt, stosowanych przez wędkarzy. Drugim źródłem jest spływ substancji mineralnych, np. fosforanów i azotanów, które stymulują nadmierny rozwój glonów, takich jak zielenice, okrzemki i sinice. Przeżyźnienie jeziora prowadzi do degradacji tego ekosystemu. **Przejawia się to m. in. zakwitami sinic, które są niebezpieczne dla ludzi i zwierząt.**

Sinice posiadają, unikalną w świecie organizmów żywych zdolność, wiązania azotu atmosferycznego i przekształcania go w azotany, które są dostępną dla innych roślin formą azotu. Jak podaje dr Hanna Mazur-Marzec, kierująca laboratorium badania sinic w Zakładzie Biologii i Ekologii Morza UG, sinice pojawiają się masowo w przeżyźnionych stawach, jeziorach lub zatokach. Masowy rozwój sinic jest powodowany ... „, wysokim stężeniem związków biogenicznych (fosforanów i azotanów), których źródłem są: rolnictwo, przemysł oraz gospodarstwa domowe. Inne czynniki, wpływające na tworzenie zakwitów sinic, to: duża liczba dni słonecznych i bezwietrznych, podwyższona temperatura wód powierzchniowych (15 – 30 °C), słabe mieszanie mas wody, pH wody powyżej 6. Ponadto, pewne cechy samych sinic ułatwiają im adaptację oraz masowy wzrost również wówczas, gdy warunki środowiska odbiegają od optymalnych. Do cech takich należy wykazywana przez niektóre gatunki zdolność do wiązania azotu atmosferycznego (co uniezależnia je od obecności tego pierwiastka w wodzie) oraz możliwość dostosowania położenia w kolumnie wody w zależności od warunków nasłonecznienia”.... Obecność sinic jest oznaką degradacji ekosystemu wodnego. Nie są one konsumowane przez zwierzęta, stąd masowy zakwit prawie w całości opada na dno zbiornika. Do rozkładu martwych sinic zużywana jest dodatkowa porcja tlenu, co prowadzi do jeszcze większego deficytu tego gazu w jeziorze. Ponadto, część sinic wytwarza toksyny, powodujące u zwierząt i człowieka: uszkodzenie wątroby (hepatotoksyny), podrażnienia układu nerwowego (neurotoksyny), skóry i błon śluzowych (dermatotoksyny), ale także powstawanie zmian nowotworowych (onkogenne=tumorogenne). **Toksyny sinicowe są w większości substancjami bardzo stabilnymi w wodzie, wytrzymują proces gotowania, zamrażania i zmiany pH, ze względu na swoją strukturę chemiczną.** Dlatego też mogą one kumulować się w łańcuchu pokarmowym. Skoro w jeziorze istnieje łańcuch pokarmowy, w którym np. szczupak zjada okonia, okoń ukleję, a ukleja – plankton roślinny, to wiadomo, że do wytworzenia 1 kg szczupaka potrzeba 10 kg okoni, dla okoni 100 kg uklei, a dla tych ostatnich aż 1000 kg roślin. W jednym kg szczupaka koncentrują się toksyny z 1 tony roślin. Zakwity sinic i schorzenia wywoływane przez toksyny sinic nie są zjawiskiem nowym. Pierwsze doniesienia pochodzą z XII wieku, a kolejne – dotyczące toksycznego wpływu na zwierzęta gospodarskie po wypiciu „wody z kozuchami” – opisywano 100 lat temu. Masowe zakwity sinic pojawiały się i pojawiają także na niektórych obszarach Jezior Raduńskich.

Patogenne działanie sinic na zwierzęta i człowieka jest jednym z głównych zagadnień II Konferencji Naukowej ę pt. „**Antropogeniczne przemianach Jezior Raduńskich**”.

Program II Konferencji – Kartuzy 9.X.2004

1. Otwarcie konferencji - Grzegorz M. Gołuński– burmistrz Miasta i Gminy Kartuzy.

2. Wprowadzenie - dr Bogusław Nedoszytko, Katedra i Klinika Dermatologii, Alergologii i Wenerologii AM w Gdańsku.
3. Zagrożenia degradacyjne Jezior Raduńskich - prof. dr hab. Władysław Lange, Katedra Limnologii UG.
4. Zakwity sinic – przyczyny i konsekwencje – dr Hanna Mazur-Marzec, Zakład Biologii i Ekologii Morza, UG.
5. Choroby skóry powodowane przez sinice – dr Aleksandra Siedlewicz, dr Bogusław Nedoszytko, Katedra Klinika Dermatologii, Alergologii i Wenerologii AM w Gdańsku.
6. Dyskusja nad referatami i powołanie zespołu ds. opracowania programu monitorowania Jezior Raduńskich.
7. Zwiedzanie oczyszczalni ścieków w Kartuzach.

Czy można jeszcze zatrzymać proces degradacji Jezior Raduńskich? Zdaniem prof. Józefa Szejmy, wybitnego znawcy ekosystemów słodkowodnych: „ **Szansa na uratowanie Jezior Raduńskich nadal istnieje, ale czasu na skuteczne działania pozostało już niewiele.** Zasadniczą przyczyną niezadowalającego stanu zachowania tych jezior jest wadliwe użytkowanie zlewni, zwłaszcza bezpośredniej, czyli najbliższego otoczenia. Oprócz zrzutów punktowych, których dawno już nie powinno być, najważniejszą sprawą jest zniszczenie strefy filtracyjnej wokół jezior”.

Prof. Józef Szejma naszkicował następujący program ratowania Jezior Raduńskich:

[...] ochrona Jezior Raduńskich będzie skuteczniejsza, gdy stanie się zadaniem o znaczeniu ponadlokalnym. Podejmując się tego zadania należy najpierw rozstrzygnąć dość typowy w takich przypadkach **dylemat: „co chronić, przed czym chronić, dla kogo i jak chronić”?** Rozstrzygnięcie tych kwestii, zwłaszcza w przypadku Jezior Raduńskich, wbrew pozorom wcale nie będzie zadaniem łatwym.

Sugeruję, mówił profesor Szejma, przyjęcie następujących założeń:

- 1). Działania ochronne (zapobiegawcze) skoncentrować głównie w zlewni, ograniczając objętość i częstotliwość spływów powierzchniowych. Ekosystem jeziora jest bowiem układem przyrodniczym całkowicie lub częściowo zamkniętym, ale nie wyizolowanym z otoczenia. Z tego powodu ochronę jezior prowadzi się przede wszystkim poprzez odpowiednie oddziaływania na ich najbliższe otoczenie.
- 2) Jeziora chronić dla wszystkich ich naturalnych użytkowników; w równym stopniu dla okonia, ważki i rybaka.
- 3) Chronić cały układ przyrodniczy (ekosystem) w granicach zbiornika wodnego (misy jeziora), pamiętając, że jezioro to nie tylko zbiornik z wodą! Zbiornikiem jest, np.: beczka lub misa jeziora i koryto rzeki, natomiast jezioro – jako całość – jest ekosystemem, podobnie jak las lub łąka.

Diagnozę stanu zachowania Jezior Raduńskich trzeba postawić do końca, badając wszystkie elementy ekosystemu. Następne konferencje powinny być poświęcone analizie stanu zachowanie ryb, zwierząt i roślin tworzących plankton i organizmy dna oraz znalezieniu skutecznych sposobów ratowania Jezior.

Liczmy na zainteresowanie i zwracamy się z apelem do środowiska akademickiego Gdańska, do ludzi nauki, do Studenckich Kół Naukowych o zbadanie stanu Jezior Raduńskich.

Gorzka lekcja degradacji ściekami komunalnymi i szpitalnymi Jezior Kartuskich: Klasztornego i Karczemnego, winna być ostrzeżeniem przed kolejną katastrofą ekologiczną.

Bogusław Nedoszytko

*Witold Sieciechowski
Dyrektor
Kaszubskiego Parku Krajobrazowego*

Kaszubski Park Krajobrazowy – geneza i regulacje prawne

Kaszubski Park Krajobrazowy utworzony został uchwałą Wojewódzkiej Rady Narodowej w Gdańsku z dnia 15 czerwca 1983 r. Uchwała ta określała granice parku, obligowała wojewodę gdańskiego do opracowania planu zagospodarowania przestrzennego KPK i zawierała ogólne zasady gospodarowania na obszarze parku.

Sytuację prawną KPK unormowało Rozporządzenie Nr 5/94 Wojewody Gdańskiego z 8 listopada 1994 r. w sprawie wyznaczania obszarów chronionego krajobrazu, określenie granic parków krajobrazowych i utworzenie wokół nich otulin oraz wprowadzenie obowiązujących w nich zakazów i ograniczeń (Dz. Urz. Woj. Gdańskiego Nr 27 z dnia 25 listopada 1994, poz. 139). Rozporządzenie to zmieniło przebieg granic KPK, częściowo w nawiązaniu do ustaleń wspomnianego planu, ustanowiło otulinę parków i wprowadziło szereg zakazów i ograniczeń użytkowania jego obszarów.

Zgodnie z ustawą o ochronie przyrody w latach 1995 – 1997 zespół pod kierunkiem T. Pankaua i M. Przewoźnika opracował „Plan ochrony KPK”. Plan ten został zatwierdzony Rozporządzeniem Nr 12/98 Wojewody Gdańskiego z dnia 3 września 1998 r.- obecnie Plan po okresie 5 lat jest aktualizowany.

Powierzchnia Parku wynosi obecnie 33202 ha, w tym lasy zajmują 11230 ha (33,8 %), użytki rolne 16712 (50,3%) i wody 3430 (10,3%) i dotyczy to dużych jezior. KPK położony jest w centralnej części województwa prawie w całości w powiecie kartuskim. Jedyne północny skraj parku należy do powiatu wejherowskiego, a niewielkie fragmenty części południowej do powiatu kościerskiego. Park wchodzi w skład terytorium 8 gmin: Chmielno, Kartuzy, Sierakowice, Somonino, Stężycza, w powiecie kościerskim: Kościerzyna i Nowa Karczma, a w powiecie wejherowskim: Linia.

Zgodnie z Zarządzeniem Nr 140/99 Wojewody Pomorskiego z 16 września 1999 r. utworzono Zarząd KPK z siedzibą w Kartuzach (do tego czasu był Zarząd Parków: Trójmiejskiego, Kaszubskiego i Wdzydzkiego z siedzibą w Gdańsku , ul. Polanki).

Rozporządzenie nr 11/98 Wojewody Gdańskiego z dn. 3 września 1998 r.

§ 1. W rozp. nr 5/94 Wojewody Gdańskiego z dnia 8 listopada 1994 r. w sprawie wyznaczania obszarów chronionego krajobrazu, określenia granic parków krajobrazowych i utworzenia wokół nich otulin oraz wprowadzenia obowiązujących w nich zakazów i ograniczeń (Dz. Urz. Woj. Gd. Nr 27, poz. 139) wprowadza się następujące zmiany:

1.. w § 2 dodaje się ust. 4 o treści:

"4. Parki krajobrazowe utworzone uchwałami byłej WRN w Gdańsku, wymienione w ust. 1, stają się parkami krajobrazowymi w rozumieniu art. 24 ustawy z dn. 16 października 1991 r. o ochronie przyrody."

2.. § 3 otrzymuje brzmienie:

Celem zachowania wartości przyrodniczych, historycznych i kulturowych parków krajobrazowych wymienionych w § 2 - zwanych dalej "parkami" - zabrania się, z zastrzeżeniem ust. 2:

- 1) lokalizowania nowych oraz rozbudowy istniejących obiektów wpływających szkodliwie na środowisko, a zwłaszcza zanieczyszczających wodę, glebę, powietrze, niszczących florę lub faunę, będących

źródłem niebezpiecznych odpadów, ponadnormatywnego hałasu lub szkodliwych natężeń pola elektromagnetycznego,

- 2) osuszania torfowisk, mokradeł, zbiorników wodnych itp., a podejmowanie i prowadzenie wszelkich prac melioracyjnych wymaga uzgodnienia z właściwym dyrektorem parku,
- 3) wyrzucania, wylewania i gromadzenia odpadów lub innych nieczystości w miejscach na ten cel nie przeznaczonych w planach zagospodarowania przestrzennego,
- 4) lokalizowania lub prowadzenia w parkach eksploatacji kopalni, pobierania kruszywa z dna jezior, cieków i Zatoki Puckiej - z wyjątkiem przypadków, gdy działania te służą zaspokajaniu indywidualnych potrzeb miejscowej ludności
- 5) pogarszania walorów krajobrazowych,
- 6) lokalizowania i budowy w parkach nowych domów letniskowych i ogrodów działkowych,
- 7) lokalizowania nowych budynków i budowli:
- 8) na gruntach leśnych oraz w odległości mniejszej niż 30 m od granicy lasu (obszarach aktualizowanej wersji 12 m od lasu) - z wyjątkiem obiektów niezbędnych dla gospodarki leśnej,
- 9) na wyspach i półwyspach jezior,
- 10) w odległości mniejszej niż 100 m od linii brzegowej wód morskich, jezior i cieków - z wyjątkiem przystani turystycznych i rybackich, kąpielisk i istniejących siedlisk rolniczych,
- 11) w odległości mniejszej niż 50 m od granic torfowisk,
- 12) w odległości mniejszej niż 200 m od krawędzi klifu morskiego,
- 13) 8) lokalizowania nowych budynków w oderwaniu od zwartej zabudowy wsi - z wyjątkiem dobudowy pojedynczych siedlisk do już istniejących, istniejących uzgodnieniu z właściwym dyrektorem parku,
- 14) zmiany przeznaczenia gruntów leśnych na inne cele, z wyjątkiem przypadków koniecznych dla realizacji inwestycji poprawiających stan środowiska oraz rozbudowy istniejących dróg,
- 15) odprowadzania do wód lub do ziemi nie oczyszczonych lub nienależycie oczyszczonych ścieków (także opadowych),
- 16) wykonywania czynności naruszających naturalny charakter cieków i zbiorników wodnych, z wyjątkiem przypadków koniecznych ze względu na potrzeby ochrony przeciwpożarowej, przeciwpowodziowej lub przeciwerozryjnej,
- 17) niszczenia, uszkodzenia lub przemieszczania głazów narzutowych narzutowych obwodzie większym niż 3 m,
- 18) biwakowania poza miejscami wyznaczonymi na ten cel,
- 19) na wszystkich wodach w granicach parków - używania w celach sportowych i rekreacyjnych jednostek pływających napędzanych silnikami spalinowymi,
- 20) na rzekach Wda i Trzebiocha w granicach Wdzydzkiego PK - łowienia troci jeziornej, z wyjątkiem połowów dla celów naukowych,
- 21) we wszystkich wodach w granicach parków - łowiectwa podwodnego,
- 22) usuwania, niszczenia lub uszkodzenia tablic lub innych oznakowań dotyczących parków.

2. Budowa dróg, przesyłowych linii energetycznych i innych urządzeń lub instalacji liniowych oraz inwestycji służących ochronie środowiska może być przeprowadzona i wykonywana po uzgodnieniu z dyrektorem

właściwym ds. ochrony środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Gdańsku, w sposób zapewniający zachowanie walorów krajobrazowych środowiska oraz ochronę przed szkodliwymi uciążliwościami dla środowiska.

3. Na obszarach leśnych w granicach parków zabrania się:

- 1) palenia ognisk,
- 2) niszczenia lub uszkodzenia drzew, krzewów i innych roślin,
- 3) pozyskiwania lub rozgarniania ściółki leśnej,
- 4) wjazdu pojazdami silnikowymi na drogi leśne i postoju tam tych pojazdów, jeżeli dróg takich nie oznakowano jako udostępnione dla ruchu lub postoju pojazdów silnikowych,
- 5) przebywania na obszarach objętych stałym lub okresowym zakazem wstępu.

4. Zobowiązuje się właściwe organy administracji rządowej i samorządowej do propagowania na obszarach parków:

- 1) ekologicznych metod prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej,
- 2) minimalizacji stosowania chemicznych środków ochrony roślin, nawozów sztucznych i innych substancji chemicznych zanieczyszczających środowisko,
- 3) rozwoju wytwórczości i usług wspierających ekologiczne metody gospodarowania.

Funkcjonariusze Straży Parku w parkach narodowych oraz pracownicy parków narodowych, którym przysługują uprawnienia i obowiązki funkcjonariusza Straży Parku, są upoważnieni do **nakładania grzywien w drodze mandatu karnego za następujące wykroczenia:**

Rodzaj wykroczenia	Podstawa prawna	Kwota grzywny w PLN
Dokonywanie amatorskiego połowu ryb bez posiadania wymaganych dokumentów	art. 27 ust. 1 pkt 1 u.r.ś	200
Dokonywanie amatorskiego połowu ryb:	art. 27 ust. 1 pkt 2 u.r.ś	
1) o wymiarach ochronnych		100
2) w okresie ochronnym		200
3) w odległości mniejszej niż 50 m od budowli i urządzeń hydrotechnicznych piętrzących wodę		100
4) łososiowatych i lipieni – więcej niż jedną wędką		200
5) wędką w odl. mniejszej niż 50 m od rozstawionych w wodzie narzędzi połowowych uprawionego do tego rybactwa		200
6) wędką w odl. mniejszej niż 75 m od znaku oznaczającego dokonywanie podwodnego połowu ryb kuszą		100
7) wędką przez podnoszenie i opuszczanie przynęty w sposób ciągły, z wyjątkiem łowienia ryb pod lodem		200

8) łososiowatych kuszą		300
9) kuszą na szlaku żeglownym		300
10) kuszą od dnia 15 października do dnia 15 maja		300
11) kuszą przy użyciu specjalnych aparatów do oddychania w wodzie		300
12) kuszą w odl. mniejszej niż 75 m od innych osób oraz ustawionych w wodzie narzędzi połowowych		300
Dokonywanie amatorskiego połowu raka błotnego lub raka szlachetnego	art. 27 ust. 1 pkt 3 u.r.ś	300
Brak rejestracji sprzętu pływającego służącego do połowu ryb		200
Niewykonanie przez uprawnionego do rybactwa obowiązku trwałego oznakowania narzędzi rybackich w sposób umożliwiający ustalenie ich właściciela		200
Niszczenie tablic informacyjno-ostrzegawczych na wydmach i w lasach	art. 81 k.w.	100
Niszczenie umocnień brzegowych		500
Używanie ciągnika lub innej maszyny bez należytego zabezpieczenia przed iskrzeniem w lesie lub na terenie śródleśnym albo w odległości mniejszej niż 100 m od granicy lasu	art. 82 §1 k.w.	150
Rozniecanie ognia poza wyznaczonymi do tego miejscami w lesie lub na terenie śródleśnym albo w odległości mniejszej niż 100 m od granicy lasu		150
Korzystanie z otwartego płomienia w lesie lub na terenie śródleśnym albo w odległości mniejszej niż 100 m od granicy lasu		150

Józef Szeja

Uniwersytet Gdański

**Geneza, funkcjonowanie i antropogeniczne przemiany
ekosystemów jeziornych**

/fragmenty referatu wprowadzającego, wygłoszonego na konferencji
„Stan zachowania i antropogeniczne przemiany Jezior Raduńskich”/

Kartuzy, 17 kwietnia 2004 r./

Panie Przewodniczący, Szanowni Państwo,

nie ulega wątpliwości, że powodem zorganizowania konferencji jest – z jednej strony – niepokój lokalnej społeczności, wynikający z niezadowalającego stanu zachowania Jezior Raduńskich, z drugiej zaś – troska Organizatorów tego spotkania o powstrzymanie niekorzystnych zjawisk i procesów w jeziorach. W referacie przedstawię ogólne spojrzenie na przyczyny obecnego stanu zachowania jezior oraz zaproponuję, do dyskusji, przedsięwzięcia mogące zminimalizować skutki degradacji omawianych ekosystemów. Ograniczę się do zagadnień, które mogą być przydatne w podejmowaniu decyzji o znaczeniu strategicznym.

[...] XX wiek, zwłaszcza jego ostatnie trzydziestolecie, źle przysłużyły się jeziorom, głównie z powodu licznych błędów popełnionych w użytkowaniu zlewni. W otoczeniu wielu jezior, również Jezior Raduńskich, zmienił się sposób uprawiania gruntów, gospodarowania w lasach, rozwinęła się chemizacja rolnictwa, pojawiły się zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi, pestycydami i metalami ciężkimi. Pogorszył się stan sanitarny wód i osadów. W otoczeniu Jezior Raduńskich, zwłaszcza Raduńskiego Górnego, powstała liczna zabudowa typu pobyтового i letniskowego, która jest jedną z głównych przyczyn ujawnienia się niekorzystnych zjawisk i procesów przynoszących dotkliwe straty przyrodzie i użytkownikom.

[...] **ochrona Jezior Raduńskich będzie skuteczniejsza, gdy stanie się zadaniem o znaczeniu ponadlokalnym.** Podejmując się tego zadania należy najpierw rozstrzygnąć dość typowy w takich przypadkach **dylemat: „co chronić, przed czym chronić, dla kogo i jak chronić”?** Rozstrzygnięcie tych kwestii, zwłaszcza w przypadku Jezior Raduńskich, wbrew pozorom wcale nie będzie zadaniem łatwym. Sugeruję przyjęcie następujących założeń:

- (1) **Działania ochronne (zapobiegawcze) skoncentrować głównie w zlewni, ograniczając objętość i częstotliwość spływów powierzchniowych.** Ekosystem jeziora jest bowiem układem przyrodniczym całkowicie lub częściowo zamkniętym, ale nie wyizolowanym z otoczenia. Z tego powodu ochronę jezior prowadzi się przede wszystkim poprzez odpowiednie oddziaływania na ich najbliższe otoczenie.
- (2) **Jeziora chronić dla wszystkich ich naturalnych użytkowników;** w równym stopniu dla okonia, ważki i rybaka.
- (3) **Chronić cały układ przyrodniczy (ekosystem) w granicach zbiornika wodnego (misy jeziora),** pamiętając, że **jezioro to nie tylko zbiornik z wodą!** Zbiornikiem jest, np.: beczka lub misa jeziora i koryto rzeki, natomiast **jezioro – jako całość – jest ekosystemem, podobnie jak las lub łąka.**

Przed podjęciem zadań ochronnych warto najpierw spojrzeć na jezioro z perspektywy czasu i „okiem lekarza”. W celu wykonania prostych obliczeń przyjmijmy, że Jeziora Raduńskie, w formie i postaci podobnej do obecnej, istnieją 13.000 lat. Załóżmy też, że objawy współcześnie obserwowanych „chorób” jezior pojawiły się 100 lat temu, czyli – odnosząc ten okres do skali roku – „pacjent” jest chory od 3 dni. Skoro poważne objawy choroby pojawiły się 30 lat temu, czyli odwołując się do wspomnianej skali czasu: od wczoraj! To dobra pora, żeby chory skorzystał z usług służby zdrowia. A czy w Polsce istnieją służby leczące jeziora? Leczy się ludzi i zwierzęta, a nawet lasy; tymi ostatnimi zajmują się służby wykonujące opryski, zabiegi regulacyjne, selekcyjne i sanitarne (w drzewostanach i zwierzynie). Ochronę większości jezior prowadzi się, niestety, według najprostszego z możliwych założeń: chronić wodę (jako surowiec), natomiast rozregulowane ekosystemy pozostawić do „wyzdrowienia siłami natury”. To tak, jakby choremu powiedzieć: proszę położyć się do łóżka i leżeć w nim tak długo, aż powróci zdrowie. Nie powołano służb ochrony jezior, ponieważ leczy się jedynie to, co żywe. Nieżywego się nie leczy. Wody – jako surowca – leczyć nie trzeba!

Trzymając się terminologii medycznej, zapytajmy: „Jakie są objawy chorobowe jezior lub – na co pacjent jest chory i dlaczego? Główne objawy chorobowe to spadek różnorodności biologicznej i rozchwianie systemu autoregulacyjnego w ekosystemach. Przyczyną takiego stanu jest degradacja naturalnych cech środowiska wodnego: środowiska w sensie fizycznym i przestrzennym, a nie tylko degradacja cech wody (składnikiem tego środowiska są też m. in. ciała stałe i gazy, np. tlen). **Główną przyczyną degradacji ekosystemów Jezior Raduńskich jest nadmierne użyźnienie (zbyt wysoka trofia) dwóch podstawowych składników środowiska: wody i osadów limnicznych.** Przejawem ponadnaturalnej żyzności tych jezior jest eutrofizacja. Jest to proces biologiczny z wieloma negatywnymi objawami, niekorzystnymi zarówno dla ekosystemu, jak również dla jego bezpośrednich i pośrednich użytkowników. Istotne znaczenie ma też toksykacja, dewastacja, skażenie chemiczne i mikrobiologiczne.

Szansa na uratowanie Jezior Raduńskich nadal istnieje, ale czasu na skuteczne działania pozostało już niewiele. Zasadniczą przyczyną niezadowolającego stanu zachowania tych jezior jest wadliwe użytkowanie zlewni, zwłaszcza bezpośredniej, czyli najbliższego otoczenia. Oprócz zrzutów punktowych, których dawno już nie powinno być, najważniejszą sprawą jest zniszczeniem strefy filtracyjnej wokół jezior. W pasie o szerokości 100 m wokół Jeziora Raduńskiego Górnego aż 92% powierzchni stanowią układy antropogeniczne, w tym 30% zajmują zabudowania, a 25% pola uprawne. Ponad połowa powierzchni tego pasa ma zniszczoną, a przez to nieszczelną i nieskuteczną strefę filtracyjną. W rezultacie do jezior spływa woda bez wstępnego przefiltrowania i oczyszczenia przez roślinność i mocno przydeptane gleby. Sugeruję: **(1) uszczelnić strefę filtracyjną** tam, gdzie można tę czynność wykonać szybko i tanio; **(2) przysze inwestycje budowlane lokować dalej od brzegów i koncentrować je w „bezpiecznych” dla jezior fragmentach zlewni, otoczonych pasem filtracyjnym;** **(3) skanalizować ruch turystyczny** (trasy spacerowe, rowerowe, itp.); **(4) odsunąć łodzie motorowe od brzegów jezior;** **(5) zimą stale utrzymywać tor wodny bez pokrywy lodowej;** **(6) usunąć skanalizowane wrzuty nieczystości;** **(7) odszukać i zlikwidować dopływy z pól uprawnych i zabudowań;** **(8) skuteczność podjętych działań oceniać metodami monitoringu biologicznego, chemicznego i sanitarnego.**

Przyrodnicze i gospodarcze znaczenie Jezior Raduńskich jest większe niż wielu innych jezior w regionie. Stanowią one ujęcie wody pitnej, lokuje się wokół nich sporo miejsc osadniczych o różnej funkcji i trwałości, są obiektami gospodarki rybackiej i ważnym centrum turystyczno-wypoczynkowym o znaczeniu

ponadregionalnym. Z tych powodów **Jeziora Raduńskie są nie tylko cennymi obiektami przyrodniczymi, ale i gospodarczymi.**

Zyski ekonomiczne, jakie te jeziora przynoszą, nadal nie zostały w pełni skalkulowane. I nie chodzi tu wyłącznie o masę łowionych ryb lub ilość dostarczanej wody, ale o miejsca pracy i dochody z tytułu funkcjonowania rozwiniętej infrastruktury turystyczno-wypoczynkowej, jak kwatery agroturystyczne, różna, bary, restauracje, hotele, itp. To dzięki tym jeziorom osiedla się wokół nich wielu mieszkańców, głównie z Trójmiasta. To ze względu na te jeziora rozwinęła się bogata infrastruktura turystyczno-wypoczynkowa, która przynosi dochody i daje miejsca pracy. **Ochrona Jezior Raduńskich, osadzona dotychczas głównie na przesłankach przyrodniczych, estetycznych i krajobrazowych, powinna być w większym niż dotychczas stopniu oparta na kryteriach ekonomicznych.** Aby skuteczniej chronić jeziora należy wykazać, że ich dewastacja przynosi dotkliwe straty tym, którzy z nich żyją lub przy nich mieszkają, czerpiąc z tego tytułu określone korzyści. Chcąc pozyskiwać z tych jezior wpływów do kasy gminy, portfela rybaka, właściciela baru lub restauracji, należy wykazać, że ochrona jezior leży w dobrze pojętym interesie wspólnym. Wiele dotychczasowych problemów zniknie, jeżeli Jeziora Raduńskie będą postrzegane jako miejsce pracy i źródło dochodów. [...]

Władysław Lange, Kamil Nowiński

Katedra Limnologii Uniwersytetu Gdańskiego

Stan środowiska wodnego wybranych jezior zlewni górnej Raduni latem 2004 roku

Warunki i zakres badań

Okres letni 2004 roku charakteryzował się ogólnie nietypowymi warunkami pogodowymi, co w istotnym stopniu wpłynęło na specyficzny przebieg abiotycznych (*dotyczących środowiska nieożywionego**) i biotycznych (*dotyczących organizmów żywych*) procesów zachodzących w jeziorach. Po długotrwałej wiosennej cyrkulacji, podczas której do środowiska wodnego zbiorników swobodnie dyfundowała materia zdeponowana w powierzchniowej warstwie osadów dennych, dopiero pod koniec chłodnego czerwca zaczęła kształtować się mało stabilna letnia stratyfikacja termiczna wody. Przypowierzchniowe temperatury wody powyżej 20° C pojawiły się z początkiem sierpnia, w warunkach stosunkowo rozległych już epilimnionów. Wtedy też zaznaczyły się najwyraźniej przejawy nasilonej eutrofizacji i świadczące o degradacji dla środowiska wodnego wskaźniki. Konsekwencją nietypowych warunków pogodowych okresu wiosenno-letniego była wysoka aktywność hydrologiczna zlewni, przejawiająca się długotrwałym funkcjonowaniem cieków okresowych oraz intensywnym zasilaniem zbiorników. Potwierdzają to wyższe od przeciętnych objętości przepływu w profilach ujściowych a także podwyższone stany wody w większości jezior. Przyjąć zatem można, że zwiększone zasilanie zbiorników z ich zlewni ułatwiało dopływ ścieków i substancji odżywczych.

W dniach od 12–15.08.2004 roku przeprowadzona została seria limnologicznych pomiarów czterech jezior: Górnego i Dolnego Raduńskiego, Kłodna oraz Ostrzyckiego. Jej zakres obejmował pionowe rozkłady: temperatury, przewodności właściwej, nasycenia tlenem, koncentracji chlorofilu „a” oraz oświetlenia wody. Ponadto z każdego z jezior pobrano próby wód przypowierzchniowych i przydennych do laboratoryjnych oznaczeń chemicznych zawartości podstawowych, biogennych związków azotu i fosforu. W celu identyfikacji głównych przyczyn stwierdzonej nadmiernej produkcji biomasy, wykonano także pomiary stężeń nutrientów (*substancji mineralnych, odżywczych dla roślin*) w próbach wód pobranych z ujść większych cieków do rozpatrywanych zbiorników.

Wyniki badań

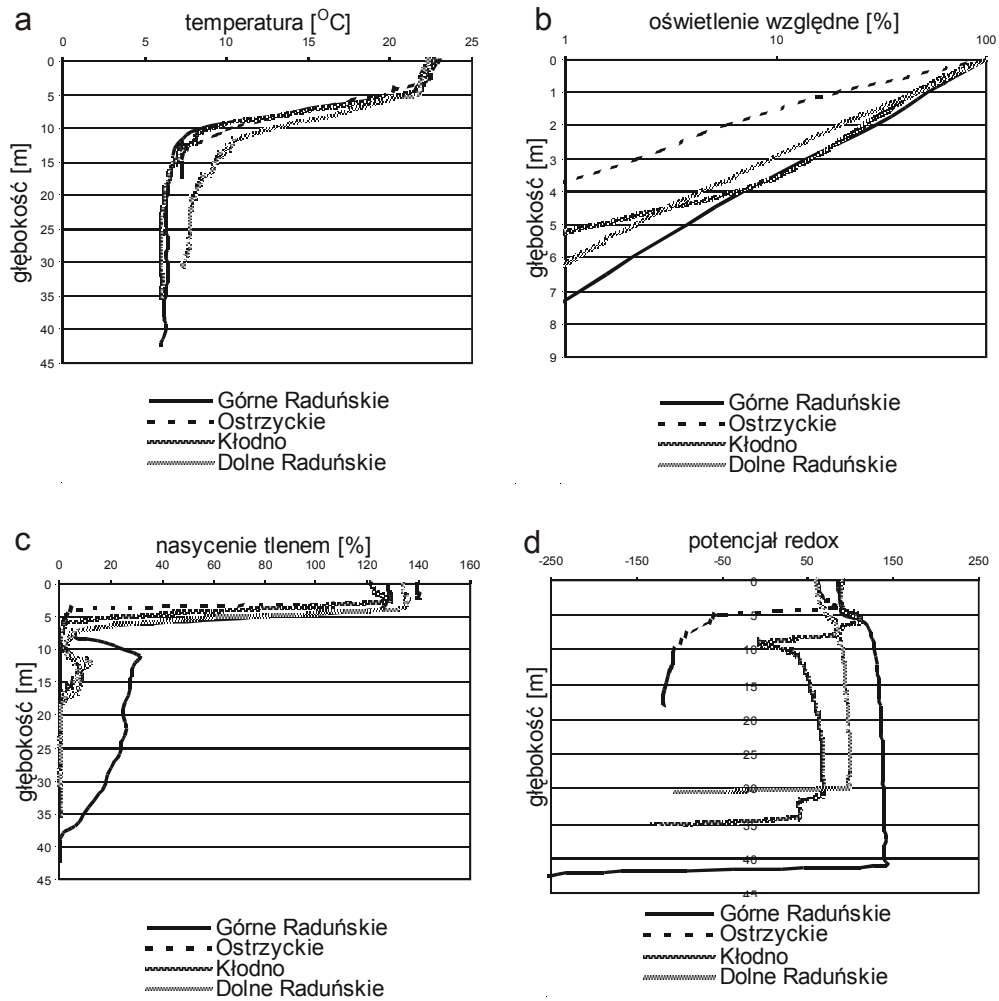
Dokonane w warunkach stagnacji letniej rozpoznanie pionowych rozkładów wybranych charakterystyk jakościowych wyraźnie potwierdza wewnętrzne zróżnicowanie środowisk wodnych badanych jezior. Przy stwierdzonych zasięgach epilimnionu (*warstwa powierzchniowa wody*) od 6 do 8 m (rys. 1a), rozległość warstw hypolimnionu (*w-wa przydenna*) mieści się w przedziale od 6 m (Jez. Ostrzyckie) do 26 m (Jez. Górne Raduńskie). Pomiędzy nimi zalegają kilkumetrowe warstwy metalimnionu (*w-wa środkowa*), tłumiące swobodną cyrkulację wody oraz częściowo grawitacyjne opadanie zawiesin. Do rozkładów termiczno-gęstościowych wody wyraźnie nawiązywało też pionowe zróżnicowanie przewodności właściwej. Wartości tego parametru, mieszczące się w zakresie od 230 do 270 $\mu\text{S cm}^{-1}$, ogólnie świadczą o dominującym udziale zasilania podziemnego zbiorników. Jednocześnie widoczne są lokalne, przypowierzchniowe minima przewodności, związane z absorpcją rozpuszczonej materii mineralnej podczas intensywnej produkcji biomasy.

* przypisy redakcyjne

Wielkość tych ubytków można traktować jako miarę nasilenia eutrofizacji. Proces ten potwierdzają również charakterystyki optyczne wody.

Pod względem zasięgu widzialności krążka Secchiego wszystkie badane jeziora osiągają, typowe dla stanu eutrofii wartości mniejsze od 3 m. Wyznaczone na podstawie pomiarów pionowych rozkładów oświetlenia w zakresie widma fotosyntetycznie aktywnego (PAR) zasięgi strefy świetlnej (rys. 1b) mieszczą się w przedziale od 3,6 m (Jez. Ostrzyckie) do 8,9 m (Jez. Górne Raduńskie). Zasięgi te odpowiadają miąższości stref eufotycznych (*stref prześwietlonych*), traktowanych zwykle jako elementy trofogeniczne systemów jeziornych.

Szczególnie istotne dla diagnozy stanu ekologicznego badanych jezior okazały się wyniki pomiarów pionowego rozkładu nasycenia wody tlenem (rys. 1c). W warunkach utrzymującej się stratyfikacji termiczno-gęstościowej przyjmują one ogólnie postać klinogradową, z licznymi jednak deformacjami. Podczas gdy wody epilimnionów wykazują z reguły znaczne, dochodzące do 150 % przesylenia, to w warstwach przydennych występują głębokie deficyty tlenowe. Są one wynikiem intensywnego rozkładu przemieszczającej się w kierunku dna obumarłej materii organicznej. Oceniając stan warunków tlenowych wód hypolimnionu latem 2004 roku można stwierdzić, że nie odbiegają one istotnie od stwierdzanych w poprzednich latach. Całkowity brak tlenu wystąpił w wodach przydennych Jez. Ostrzyckiego i Kłodna, natomiast w pozostałych zbiornikach utrzymywały się jeszcze kilkuprocentowe nasycenia. Warunki beztlenowe wód przydennych dwóch pierwszych zbiorników zagrażają rozwojowi wielu bentosowych organizmów (np. skąposzczetów, larw muchówek) stanowiących podstawową bazę pokarmową dla ryb głębinowych. Ponadto beztlenowe warunki wywołują z reguły reakcje redukcyjne (rys. 1d), podczas których dochodzi m.in. do wydzielania się toksycznego, degradującego środowisko siarkowodoru. Nieco korzystniejsza sytuacja stwierdzona w Jeziorach Raduńskich jest zapewne związana z większymi ich głębokościami, a w konsekwencji większymi wyjściowymi zasobami tlenu w rozleglejszych warstwach trofalitycznych (rozkładu materii organicznej). W pionowych rozkładach tlenowych rozpatrywanych zbiorników zwracają także uwagę lokalne, minima tlenowe w obrębie termokliny. Świadczą one o typowej dla jezior eutroficznych wysokiej produktywności biomasy, której rozkład następuje już w strefie podwyższonych gradientów wody. W warunkach długotrwałej pogody radiacyjnej (*z dużą ilością słońca*) mogą się wówczas pojawiać dodatkowe strefy beztlenowe, groźne dla niektórych gatunków ryb.



Rys. 1. Pionowe rozkłady wybranych charakterystyk wody

Tab. 1. Wybrane parametry jakościowe wody badanych jezior

Jezioro		PO ₄ -P [mg dm ⁻³]	NO ₃ -N [mg dm ⁻³]	NH ₄ -N [mg dm ⁻³]	Krażek Secchiego [m]
Górne Raduńskie	pow.	n.w.	0,008	n.w.	3,20
	dno	0,154	0,35	0,234	
Dolne Raduńskie	pow.	n.w.	n.w.	0,012	3,50
	dno	0,183	n.w.	0,059	
Kłodno	pow.	śladowe	n.w.	n.w.	2,60
	dno	0,15	0,40	0,31	
Ostrzyckie	pow.	.	.	.	1,30
	dno	0,61	2,34	1,82	

Rezultaty wykonanych laboratoryjnie oznaczeń chemicznych prób wody wskazują na obecność substancji biogenicznych, głównie w wodach przydennych (tab. 1.). Ich brak lub nieznaczne tylko stężenia w warstwie przypowierzchniowej dowodzą wysokiej absorpcji w procesie produkcji materii organicznej. **Wyniki analiz prób pobranych z ujść niektórych cieków (np. Borucinki, dopływu z Łączyna) wykazują jednak stężenia związków azotu i fosforu odpowiadające ładunkom niebezpiecznym.** Są one sukcesywnie wykorzystywane do rozwoju biomasy w warstwach trofogenicznych jezior. Najwyższe koncentracje nutrientów stwierdzono w wodach przydennych Jeziora Ostrzyckiego i Kłodna, co wiązać należy z warunkami beztlenowymi, sprzyjającymi wewnętrznemu zasilaniu z osadów dennych.

Wnioski

Dokonane latem 2004 roku rozpoznanie warunków egzystencji wybranych jezior zlewni górnej Raduni potwierdziło utrzymujący się od kilkunastu już lat stan nasilonej eutrofizacji, zagrażającej zrównoważonemu funkcjonowaniu tych systemów. **Konsekwencją nadmiernej produktywności materii organicznej jest istotna degradacja jakości wód, zwłaszcza w warstwach przydennych. Pojawiające się w nich corocznie strefy beztlenowe stanowią praktycznie martwe biologicznie środowiska.** W takiej sytuacji transformacji ulega m.in. struktura gatunkowa ryb, przejawiająca się z jednej strony nadmiernym przyrostem pozbawionych większej wartości użytkowych gatunków przypowierzchniowych, kosztem redukcji najbardziej cennych gatunków głębokowodnych. Powstrzymanie tej tendencji możliwe jest tylko poprzez zahamowanie tempa eutrofizacji, do poziomu zapewniającego rozwój głębokowodnych gatunków bentosowych.

Przeprowadzone badania wskazują, że podstawową przyczyną nasilonej eutrofizacji rozpatrywanych jezior są nadmierne ładunki nutrientów dostarczanych ze zlewni. Substancje te pochodzą głównie z użytków rolniczych, zabudowań gospodarskich a także licznych obiektów bazy rekreacyjnej, lokalizowanej często w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników. Ograniczenie szkodliwego oddziaływania tych emitorów wymaga rygorystycznego przestrzegania norm prawnych, wynikających zwłaszcza z położenia obszaru w granicach parku krajobrazowego oraz strefy ochronnej powierzchniowego ujęcia wody z Raduni w Straszynie. **Celowe wydaje się również zorganizowanie systematycznej kontroli monitoringowej dla całego zespołu jezior zlewni górnej Raduni, umożliwiającej częste diagnozowanie stanu ekologicznego zbiorników oraz ścisłą identyfikację przyczyn degradacji. Na takiej podstawie możliwe wydaje się dopiero sformułowanie zadań skutecznej ochrony zasobów wodnych omawianych jezior.**

Katarzyna Bociąg

Katedra Ekologii Roślin, Uniwersytet Gdański

Roślinność podwodna Jeziora Raduńskiego Górnego

Roślinność podwodna jest ważnym elementem ekosystemu jeziora. Wraz z drobnymi organizmami roślinnymi, unoszonymi w toni wodnej (fitoplankton), jest grupą producentów materii organicznej i stanowi bazę pokarmową dla roślinożernych zwierząt. „Zarośla” podwodnych roślin stanowią schronienie oraz miejsce rozrodu i bytowania dla wielu zwierząt, zarówno ryb, jak i bezkręgowców. Różnorodność gatunkowa i obfitość występowania roślin podwodnych jest jednym z czynników stabilizujących równowagę ekosystemu, świadczy przy tym o stanie zachowania jeziora.

Na podstawie badań przeprowadzonych w 2003 roku metodą zdjęć fitosocjologicznych na powierzchniach ułożonych co 500 m wzdłuż linii brzegowej stwierdzono, iż w Jeziorze Raduńskim Górnym występuje 14 gatunków roślin podwodnych (tzw. makrofitów), należących do roślin naczyniowych, mszaków i ramienic. W tej grupie jest 10 gatunków roślin kwiatowych, 3 ramienice (glony z grupy zielenic zaliczane ze względu na złożoność budowy i rozmiary do makrofitów) i 1 gatunek mszaka. W Jeziorze Raduńskim Górnym makrofity rosną do głębokości 4 – 5 m, a miejscami do 6 m. Dla porównania, w najlepiej zachowanych jeziorach na Pomorzu (np. Piaszno, Piasek, Jeleń) roślinność podwodna występuje do głębokości 14-15 m.

Ze względu na ukształtowanie misy jeziornej i znaczną jej głębokość (43 m), pas dna z makrofitami, leżący na głębokości 0 – 6 m, stanowi niewielką część powierzchni zbiornika. Rośliny podwodne zajmują około 1/3 powierzchni tego pasa. Pozostała jego część jest pusta. Wynika to w wielu miejscach z niekorzystnych dla roślin warunków: stromo opadające dno, rodzaj podłoża lub silne falowanie. Sytuacja taka jest wprawdzie typowa dla dużych i głębokich jezior rynnowych, tym niemniej w tym przypadku jest ona dodatkowo wzmocniona przez skutki nadmiernej trofii (wzrostu żyzności). Jednym z objawów eutrofizacji jest ustępowanie makrofitów i masowy rozwój fitoplanktonu.

Do najczęściej i najobficiej występujących w tym jeziorze roślin podwodnych należą pospolite gatunki wód żyznych i zasobnych w węglany. Są między innymi: rogatek sztywny, moczarka kanadyjska, wywłócznik kłosowy oraz rdestnica przeszyta (fot. 1). Około 1/3 powierzchni dna, zajętej przez rośliny, porasta rogatek sztywny. Wywłócznik kłosowy rośnie na 1/6 powierzchni, podobnie - rdestnica przeszyta. Moczarka zajmuje 1/10 powierzchni zajętej przez rośliny. Do głębokości 0,5 m, na żwirowym i kamienistym podłożu często rozległe płyty tworzy odporna na falowanie rdestnica grzebieniasta.

Do rzadziej spotykanych roślin kwiatowych należą: włosienicznik krążkolistny, zamętlica błotna oraz kilka gatunków rdestnic. Rośliny te miejscami tworzą dość duże skupienia, najczęściej jednak rosną w rozproszeniu. Jedyń przedstawiciel mszaków, zdrojek pospolity, również występuje bardzo rzadko; odnaleziono go tylko w kilku miejscach.

Ciekawą i przyrodniczo cenną grupą roślin w tym jeziorze są ramienice. Glony te źle znoszą znaczną żyzności wody. W jeziorze tym zajmują one 1/5 powierzchni dna. Szczególnie częsta jest krynicznicza tępa, która rośnie na głębokości od 0 do 5 m, jednak źle znosi falowanie, więc najobficiej rośnie poniżej 1 m. Pozostałe dwa gatunki – ramienica przeciwstawna i krucha – spotykane są rzadziej, a przy tym, jako wymagające znacznej

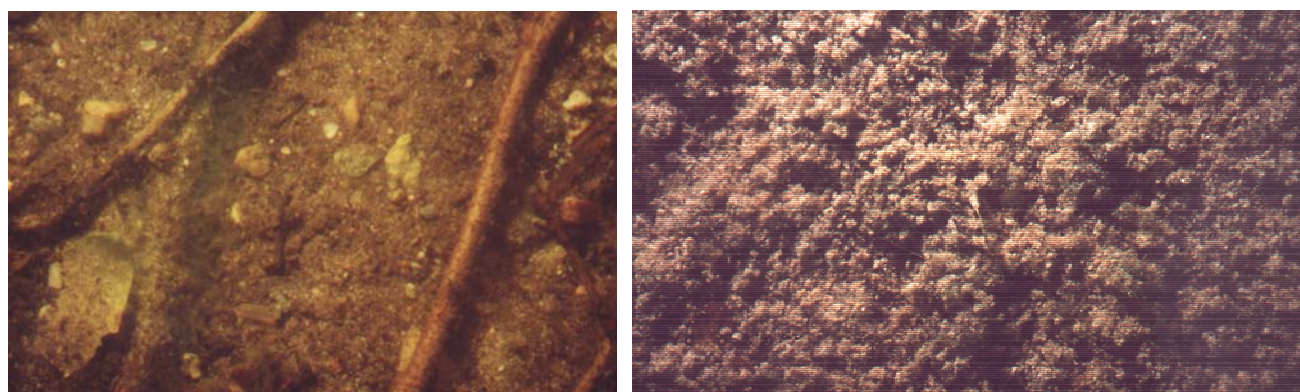
ilości światła, najliczniej występują do głębokości 2 m, najczęściej na rozległych i płytkich ławicach przybrzeżnych. Głębiej trafiają się sporadycznie i nie tworzą rozległych skupień.

Rozmieszczenie i obfitość występowania podwodnych makrofitów w Jeziorze Raduńskim Górnym nie są równomierne i wskazują na zróżnicowane warunki panujące w poszczególnych jego częściach. Uwagę zwraca przede wszystkim odmienny charakter Zatoki Stężycyckiej, stanowiącej południowy kraniec jeziora. W zatoce tej rośliny podwodne niemal nie występują, mimo iż dno opada tam łagodnie i stanowi potencjalne siedliska dla makrofitów. Dno w tej części jeziora pokrywają jednak osady organiczne, które są wysyczone siarkowodorem i odtlenione, a woda jest znacznie mniej przejrzysta. Z tych powodów w zatoce trafiają się jedynie rozproszone osobniki moczarki. Głębokość ich występowania nie przekracza 1 m. Znaczne powierzchnie dna Zatoki Stężycyckiej są zupełnie pozbawione roślin podwodnych. Zarówno charakter osadów, jak i niemal całkowity brak roślinności podwodnej, świadczą o bardzo złym stanie zachowania tej części jeziora.

Podsumowując, roślinność podwodna Jeziora Raduńskiego Górnego jest typowa dla umiarkowanie żyznych i twardowodnych (zasobnych w węglany) jezior rynnowych. Rośliny podwodne zajmują stosunkowo niewielką powierzchnię potencjalnych siedlisk, co świadczy o niekorzystnych zmianach w zbiorniku. Stan roślinności podwodnej w Zatoce Stężycyckiej jest katastrofalny i świadczy o silnej degradacji tej części jeziora. Roślinność podwodna jest przyrodniczo i gospodarczo ważnym składnikiem ekosystemu tego jeziora. Zaleca się systematyczne i długoterminowe monitorowanie struktury i organizacji przestrzennej roślinności oraz innych wybranych grup organizmów.



Fot. 1. Rdestnica (po lewej) i moczarka (po prawej) na dnie Jeziora Raduńskiego.



Fot. 2. Zdjęcia dna Jeziora Raduńskiego Górnego na głębokości 5 m, brak światła i roślin i zwierząt.

Hanna Mazur-Marzec

Zakład Biologii i Ekologii Morza

Instytut Oceanografii Uniwersytet Gdański

Zakwity sinic – przyczyny i konsekwencje

Sinice (cyjanobakterie) należą do gram-ujemnych fotosyntetyzujących organizmów prokariotycznych. Pojawiły się na ziemi około 3,5 mld lat temu. Występują w różnych środowiskach, w wodzie i na lądzie, żyją w postaci pojedynczych komórek, kolonii lub nici.

W ostatnich latach notuje się zwiększoną liczbę doniesień o zakwitach toksycznych gatunków sinic, które pojawiają się w jeziorach, rzekach, zbiornikach zaporowych oraz w morzu. Główną przyczyną wzrostu częstotliwości i intensywności zakwitów jest żyźność wód spowodowana wysokim stężeniem związków biogenicznych (fosforanów i azotanów), których źródłem są: rolnictwo, przemysł oraz gospodarstwa domowe. Inne czynniki wpływające na tworzenie zakwitów sinic to: duża liczba dni słonecznych i bezwietrznych, podwyższona temperatura wód powierzchniowych (15 – 30 °C), słabe mieszanie mas wody, pH wody powyżej 6. Ponadto, pewne cechy samych sinic ułatwiają im adaptację oraz masowy wzrost również wówczas, gdy warunki środowiska odbiegają od optymalnych. Do cech takich należy wykazywana przez niektóre gatunki zdolność do wiązania azotu atmosferycznego (co uniezależnia je od obecności tego pierwiastka w wodzie) oraz możliwość dostosowania położenia w pionie kolumnie wody w zależności od warunków nasłonecznienia.

Masowy wzrost sinic wpływa negatywnie na jakość wody powodując obniżenie stężenia tlenu i pojawienie się siarkowodoru w wodach przydennych. Do negatywnych skutków należy też ograniczenie bioróżnorodności środowiska - zakwit tworzony jest przez jeden lub najwyżej kilka gatunków organizmów fitoplanktonowych. Charakterystyczny, nieprzyjemny zapach i smak wody towarzyszący zakwitom sinic znacznie pogarsza jej jakość i walory rekreacyjne. Szczególnie niekorzystnym zjawiskiem są zakwity gatunków toksycznych. Szacuje się, iż stanowią one około 50 – 75%, a w przypadku gatunku *Microcystis aeruginosa* nawet do 95% wszystkich notowanych zakwitów tych mikroorganizmów. Producentami toksyn jest około 41 gatunków sinic należących do 23 rodzajów.

Główną grupą toksyn produkowanych przez sinice są hepatotoksyny; należą do nich: mikrocyстыny, nodularyna oraz cylindrospermopsyna. Mikrocyстыny produkowane są przez słodkowodne cyjanobakterie z rodzaju *Microcystis*, *Anabaena*, *Planktothrix (Oscillatoria)* i *Nostoc*. Nodularyna produkowana jest przez gatunek *Nodularia spumigena* występujący masowo m.in. w Morzu Bałtyckim. Cylindrospermopsyna, będąca przyczyną masowych zatruc ludzi i zwierząt w Australii, produkowana jest przez *Cylindrospermopsis raciborskii* i *Umezakia natans*. Obecnie, w wodach Europy, coraz częściej stwierdza się obecność sinic produkujących tą toksynę. Mikrocyстыny i nodularyna, ze względu na niską wartość dawki letalnej ($LD_{50} = 50 - 500 \mu\text{g kg}^{-1}$) należą do najsilniejszych naturalnych toksyn. Typowym objawem ich działania są zaburzenia funkcjonowania układu pokarmowego i wątroby oraz ogólne osłabienie organizmu. Ostre zatrucia mogą spowodować poważne uszkodzenia wątroby. Na podstawie testów prowadzonych na zwierzętach wykazano, iż chroniczne narażenie na działanie tych hepatotoksyn może indukować zmiany nowotworowe komórek wątroby i nerek. Mikrocyстыny oraz nodularyna charakteryzują się dużą trwałością. Uwolnione w wyniku śmierci i rozpadu komórek sinic do wody, mogą tam występować w wysokim stężeniu nawet przez kilka tygodni po zakwicie.

Niektóre gatunki sinic z rodzaju *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* produkują związki o działaniu neurotoksycznym: anatoksyny i saksitoksyny. Choć mechanizm działania tych związków jest różny, wspólną ich cechą jest wywoływanie takich objawów jak drżenie mięśni, zachwianie równowagi, trudności w oddychaniu. W przypadku ostrych zatruc, jakie obserwowano u zwierząt, dochodzi do paraliżu mięśni oddechowych i śmierci w wyniku uduszenia. Zakwity sinic produkujących związki o działaniu neurotoksycznym występują znacznie rzadziej niż zakwity gatunków produkujących hepatotoksyny.

Inną grupą toksyn sinicowych są dermatotoksyny (aplysiatoksyny i lyngbiatoksyny); źródłem ich są głównie gatunki bentosowe z rodzaju *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Schizothrix*. W ciągu 12 godz. po narażeniu na ich działanie może wystąpić swędzenie skóry, pieczenie, obrzęki i zaczerwienienia. Tego typu objawy notowane są najczęściej u osób kąpiących się w wodach w wybrzeży Hawaii i Okinawy. W ścianie komórkowej wszystkich sinic, podobnie jak u gram-ujemnych bakterii, występują lipopolisacharydy (LPS). U osób narażonych na ich działanie związki te mogą wywołać stany gorączkowe oraz dolegliwości gastryczne. Zasadniczo, objawy są jednak łagodniejsze niż te, wywołane działaniem LPS pochodzących od takich bakterii jak *Salmonella*.

Warto zaznaczyć, że jeden gatunek cyjanobakterii może produkować trzy lub więcej typów toksyn. Zarówno liczba poznanych toksycznych gatunków sinic, jak i produkowanych przez nie typów toksyn systematycznie wzrasta.

Najwięcej doniesień o szkodliwym działaniu toksyn sinicowych dotyczy zwierząt domowych lub dziko żyjących, które piły wodę ze zbiorników objętych zakwitami. Pierwsze, opisane w naukowym czasopiśmie *Nature* doniesienie pochodzi z 1878 roku. W okolicy australijskiego Jeziora Aleksandrina zatruciu uległo bydło, owce, psy, konie i świnie; kilkaset zwierząt zmarło w ciągu 4 – 24 godzin od spożycia wody. Od tego czasu, na całym świecie zanotowano wiele podobnych przypadków. Ich ofiarami były też ryby, kaczki, flamingi, nietoperze, skunksy, norki i nawet tak duże zwierzę jak nosorożec. Na szkodliwe działanie toksyn sinicowych narażeni są też ludzie wykorzystujący wody objęte masowym zakwitami w celach rekreacyjnych lub spożywający wodę czerpaną z ujęć powierzchniowych. Badania prowadzone w latach 80-tych m.in. w Australii i Chinach wykazały istotny związek pomiędzy zasilaniem aglomeracji w wodę pitną ze zbiorników, w których występowały takie sinice jak *Microcystis* czy *Cylindrospermopsis raciborskii* a zwiększoną liczbą przypadków uszkodzenia wątroby u ludzi.

W starych kronikach pochodzących z lat 30. ubiegłego wieku można znaleźć opis przypadków zatrucia zwierząt pojonych wodą z jezior na terenie dzisiejszej Polski. Choć badania podjęte w latach 90. wykazały w niektórych polskich wodach wysokie stężenie hepatotoksyn produkowanych przez sinice, brak jest nowszych, udokumentowanych przypadków zatrucia ludzi i zwierząt wywołanych tymi związkami.

Wyniki badań prowadzonych w latach 2000-2004 wskazują, iż w okresie letnim w części wód Pojezierza Kaszubskiego występują masowe zakwity toksycznych sinic, głównie z rodzaju *Microcystis*, *Anabaena* i *Planktothrix*. Wszystkie próby pobrane z jezior, w których występował zakwit sinic zawierały hepatotoksyny z grupy mikrocytyn (McsT). Dotychczas w jeziorach kaszubskich zidentyfikowano trzy analogi tych związków: Mcst-RR, YR oraz LR. W ok. 60% analizowanych prób dominował analog Mcst-RR 60%; natomiast analog Mcst-LR występował w najwyższym stężeniu jedynie w 2 jeziorach. Najwyższe stężenie obu analogów (43.4 and 21.5 $\mu\text{g dm}^{-3}$) zanotowano w sierpniu 2003 w Jeziorze Klasztorzym Małym, gdzie dominowały sinice z rodzaju *Microcystis* (90%). W suchej masie fitoplanktonu najwyższe stężenia mikrocytyn zanotowano w jeziorach Karlikowskie (Mcst-RR, 1235 $\mu\text{g g}^{-1}$ s.m.) i Jasień (Mcst-LR, 1053 $\mu\text{g g}^{-1}$ s.m.). W jeziorach Karczemnym i Tuchomskim stwierdzono ponadto obecność neurotoksyny, anatoksyny-a. W jeziorach tych występowała sinica z rodzaju *Anabaena*.

W Polsce, w rozporządzeniu Ministra Zdrowia (Dz. U. Nr 203, poz. 1718) z dnia 19 listopada 2002 roku określono dopuszczalne stężenie mikrocytyny-LR w wodzie pitnej; wynosi ono 1 $\mu\text{g dm}^{-3}$ i jest zgodne z zaleceniem Międzynarodowej Organizacji Zdrowia (WHO) z 1998 r. Podobne rozporządzenia wydano do tej pory w Australii, Nowej Zelandii, Stanie Oregon w USA oraz Kanadzie. W przygotowaniu jest również zalecenie WHO, by stężenie mikrocytyn w wodzie na kąpieliskach nie przekraczało 5 $\mu\text{g dm}^{-3}$.

Zapobieganie lub ograniczenie masowych zakwitów sinic jest możliwe. Podstawowe działanie powinno polegać na obniżeniu poziomu soli biogenicznych w środowisku. Dobre rezultaty można też uzyskać prowadząc napowietrzanie wód oraz ich destryfikację. Próby zwalczania zakwitów sinic przez biomanipulację nie przyniosły jak dotąd oczekiwanego skutku. Nie zaleca się również stosowania algicydów (CuSO_4), które choć skutecznie hamują wzrost sinic, jednocześnie powodują uwalnianie toksyn z martwych komórek do środowiska.

TABELA: Przykładowe wartości stężeń mikrocyzyn, hepatotoksyn produkowanych przez różne gatunki sinic, zmierzone w jeziorach Polski północnej w latach 2000 – 2003.

Lp	Jezioro	Data	Gatunki dominujące	Stężenie mikrocyzyn (MC)		
				MC-LR	MC-RR	MC-YR
1	Tuchomskie	28.08.2000		MC-LR	-	-
		23.08.2001	<i>Microcystis</i> spp.,	MC-LR	MC-RR	-
		28.08.2002	<i>Anabaena</i> spp	MC-LR	MC-RR	-
		23.06.2003		MC-LR	MC-RR	-
		08.08.2003		MC-LR	MC-RR	-
2	Klasztorne Duże	28.08.2002		MC-LR	MC-RR	-
		27.07.2003	<i>Planktothrix agardhii</i> ,	MC-LR	MC-RR	MC-??
		31.07.2003	<i>Microcystis</i> sp., <i>Anabaena</i> sp.	MC-LR	MC-RR	MC-??
		14.09.2003		MC-LR	MC-RR	MC-??
3	Klasztorne Małe	08.08.2003	<i>Microcystis</i> spp.	MC-LR	MC-RR	-
4	Karlukowskie	27.08.2003	<i>Microcystis aeruginosa</i> ,	MC-LR	MC-RR	-
		08.08.2003	<i>Anabaena</i> sp.	MC-LR	MC-RR	MC-YR
5	Karczemne	07.08.2002		MC-LR	MC-RR	-
		28.08.2002	<i>Anabaena</i> spp.	MC-LR	MC-RR	-
		08.08.2003		MC-LR	-	MC-YR
6	Jasień	27.08.2000	<i>Microcystis</i> spp.	MC-LR	-	-
		07.08.2002	<i>Anabaena</i> spp.	MC-LR	MC-RR	-
		08.08.2003		MC-LR	MC-RR	-
7	Kielno	29.08.2000	<i>Microcystis wesenbergii</i>	MC-LR	-	-
8	Smarzewskie	27.07.2003	<i>Planktothrix agardhii</i>	MC-LR	MC-RR	MC-??
9	Trzęsiewko	23.07.2003	<i>Microcystis</i> spp.	MC-LR	MC-RR	MC-YR
10	Wielinie	23.07.2003	<i>Microcystis</i> spp.	MC-LR	MC-RR	MC-YR
11	Sianowskie	07.08.2002	<i>Microcystis</i> spp.	MC-LR	MC-RR	-
		08.08.2003	<i>Anabaena</i> spp.	MC-LR	MC-RR	MC-YR
12	Przywidzkie	28.08.2002	<i>Microcystis</i> spp.	-	MC-RR	-
		07.08.2003		-	-	-
13	Ostrzyckie	07.08.2002	<i>Gloeotrichia echinulata</i>	-	-	-

Legenda: Skala stężenia toksyn

< 1 µg dm⁻³

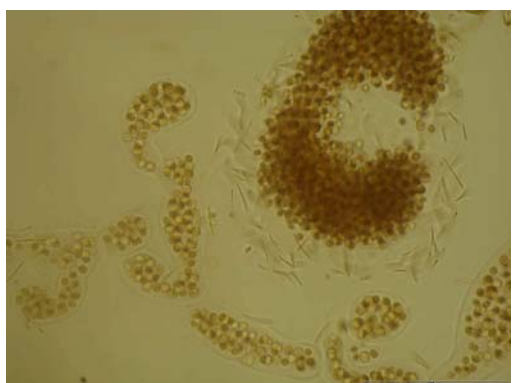
1 – 5 µg dm⁻³



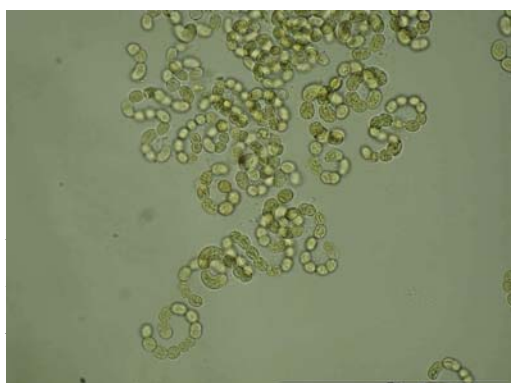
Fot.3. Zakwit sinic w Jeziorze Karczemnym, Kartuzy, sierpień 2003.



Fot. 4. Zakwit sinic w Jeziorze Klasztornym Dużym, Kartuzy, sierpień 2002.



Fot. 5. Kolonie sinic z gatunku *Microcystis aeruginosa* i *Microcystis wesenbergii*



Fot. 6. Nici sinicy z rodzaju *Anabaena*.

Aleksandra Siedlewicz, Bogusław Nedoszytko,
Katedra i Klinika Dermatologii, Wenerologii i Alergologii
Akademii Medycznej w Gdańsku

Choroby skóry powodowane przez sinice

Sinice to bakterie, które wykazują zdolność do fotosyntezy. Zawierają w swojej komórce chlorofil i maskujące go barwniki: niebieski fikocyjan, czerwoną fikoerytrynę i żółty karoten- stąd nazwa sinice (charakterystyczny sinoniebieski kolor). Są organizmami pionierskimi powszechnie występującymi w wodzie, w planktonie. Sinice posiadają unikalną zdolność wiązania azotu atmosferycznego, pojawiają się również wtedy, gdy zostanie on zużyty przez intensywnie rozwijające się glony.

Obfite zakwity sinic występują w wodach ciepłych, przy bezwietrznej pogodzie, podwyższonych poziomach fosforu i azotu (powodują je np. nawozy sztuczne, gnojowica- spływające z pól po deszczach do wód jeziora, ścieki i odpadki z gospodarstw rolnych, hodowli zwierząt). Prawie ¼ fosforu obecnego w wodach powierzchniowych pochodzi z detergentów. Niektóre gatunki sinic produkują **toksyny**, które mogą uwalniać się do środowiska. Można je podzielić na różne kategorie ze względu na sposób działania:

- **hepatotoksyczne**- uszkodzające wątrobę – jest to najczęstszy rodzaj toksyn produkowany przez sinice słodkowodne
- **neurotoksyczne**- podrażniające lub uszkodzające układ nerwowy
- **onkogenne (kancerogenne, tumorogenne - powodujące powstawanie zmian nowotworowych)**
- **dermatotoksyczne**- działające drażniąco na skórę i błony śluzowe

Tabela 1. Rodzaje toksyn sinicowych i skutki ich działania na człowieka.

Rodzaj toksyny	Potencjalny wpływ na zdrowie	Organizmy produkujące toksynę
<i>Hepatotoksyny:</i> <i>Mikrocystyny</i>	Niszczą komórki wątroby, prowadząc w konsekwencji do niewydolności wątroby	<i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis flos-aquae</i> <i>Nodularia spumigena</i>
<i>Neurotoksyny:</i> Saxitoksyny,	Wpływają na działalność układu nerwowego. Śmierć spowodowana porażeniem układu oddechowego, jako konsekwencja niewydolności mięśni.	<i>Anabaena circinalis</i>
<i>Niespecyficzne toksyny:</i> <i>Cylindropermopsyna</i>	Relatywnie wolno działająca toksyna, uszkodzająca organy: wątrobę, nerkę, oraz grasicę.	<i>Cylindropermopsis raciborskii</i> <i>Aphanizomenon ovalisporum</i>
<i>Endoiktoksyny:</i> Dermatotoksyczne lipopolisacharydy.	Związana z epizodami zapalenia jelit i żołądka, skóry, podrażnień oczu oraz kataru sienne go po kontakcie z sinicami w czasie kąpieli.	Potencjalnie produkowane przez wszystkie sinice.

Mikrocystyny- to najczęstsza grupa toksyn produkowana przez sinice, wykrywana w wodzie i odpowiedzialna za zatrucia zwierząt i ludzi. Mikrocytyna jest substancją bardzo stabilną w wodzie ze względu na swoją

strukturę chemiczną- wytrzymuje proces gotowania, zamrażania i zmiany pH . Znanych jest obecnie około 50 różnych rodzajów mikrocystyn.

Proces wykrywania i oznaczania stopnia stężenia mikrocystyn nie jest prosty. Nie ma też skutecznych metod wykrywania opracowanych dla wszystkich toksyn sinicznych. Badania mikroskopowe nie pozwalają na odróżnienie szczepów produkujących toksyny od innych, niechorobotwórczych. **Zachodzi konieczność opracowania bardziej skutecznych metod detekcji toksyn wytwarzanych przez sinice, które mogą i powinny być stosowane w profilaktyce na szerszą skalę.**

Kancerogenność (rakotwórczość) tych substancji przewyższa klasyczny efekt mutagenny powodowany przez benzen. Stałe spożywanie przez zwierzęta małych dawek hepatotoksyn może prowadzić do rozwoju nowotworów wątroby bądź nerek, martwicy komórek wątrobowych, a w rezultacie do szybszej śmierci.

Podkreśla się również coraz częściej działanie teratogenne (powodują zaburzenia rozwoju zarodka) i gonadotoksyczne (działają na jądra i jajniki) zaobserwowane u zwierząt laboratoryjnych nawet w przypadku narażenia na stosunkowo małe dawki mikrocystyn.

Schorzenia wywoływane przez toksyny sinic nie są zjawiskiem nowym. Pierwsze doniesienia pochodzą z XII wieku, a kolejne dotyczące toksycznego wpływu na zwierzęta gospodarskie po wypiciu „wody z kożuchami” opisywano ponad 100 lat temu. Zatruciu i śmierci uległo wówczas bydło, konie i owce po spożyciu wody z jeziora w Australii. Podobnych doniesień ze świata jest coraz więcej. Najczęściej ofiarą padają ryby, ptaki i zwierzęta wodne, ale dotyczy to również dużych ssaków.

Dolegliwości, który mogą wystąpić: Gorączka, kaszel, bóle brzucha, nudności, wymioty, biegunka, duszność, zapalenie płuc, bóle mięśni, zawroty głowy, złe samopoczucie, dreszcze, nieżyt nosa (katar), łzawienie oczu.

Zmiany na skórze: rumień, osutki grudkowe, pęcherzykowe, pęcherzowe, bąble pokrzywkowe, świąd skóry, podrażnienie spojówek i błon śluzowych.

Drogi zakażenia: Zmiany chorobowe mogą wystąpić na skutek **bezpośredniego kontaktu z wodą** zawierającą sinice i ich toksyny- kąpiel, mycie, pływanie w jeziorze lub morzu bądź też **drogą pokarmową** – picie wody, spożycie ryb.

Przewlekły efekt działania toksyn może wystąpić u ludzi spożywających wodę wodociągową uzyskiwaną ze zbiorników, w których latem pojawiają się zakwity sinic.

Sposób postępowania:

Nie należy kąpać się w wodach mętnych, o zmienionej barwie, nieprzyjemnym zapachu. Dotyczy to zarówno wody morskiej jak i zbiorników słodkowodnych (jeziora, stawy).

Nie należy wchodzić do wody, kiedy na brzegu gromadzi się piana.

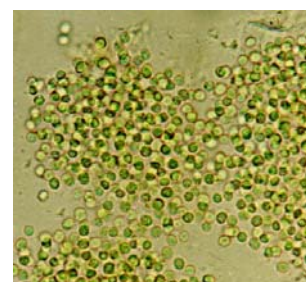
W przypadku kiedy doszło do takiej kąpieli należy spłukać skórę pod bieżącą wodą.



Fot. 6. 10 letnia pacjentka Kliniki Dermatologicznej po kąpieli w zakwicie sinicowym. Zmiany na skórze: rumień, osutki grudkowe, pęcherzykowe, bąble pokrzywkowe, świąd.



Fot. 7. Dwaj pacjenci ze zmianami skórnymi po kąpieli w jeziorze z zakwitaniem sinic. Widoczne zmiany na skórze: rumień, osutki grudkowe.



Fot. 8. Zakwit sinicowy i obraz z mikroskopu *Microcystis aeruginosa*.

