

Adam MAŁECKI

**ZMIANY WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW SKŁADU  
CHEMICZNEGO WODY JEZIORA SŁAWSKIEGO W LATACH  
1999 – 2000**

**CHANGES OF THE SELECTED INDICATORS OF THE  
CHEMICAL CONSTITUTION OF SŁAWA LAKE IN THE  
YEARS 1999-2000**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska  
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

*Streszczenie*

*W artykule analizowano kierunki przemian zachodzące w składzie fizyko-chemicznym wód jez. Sławskiego (817,3 ha) będącego główną atrakcją turystyczną obok okolic Łagowa na Ziemi Lubuskiej. Poza tym, zlewnia tego jeziora, daje początek rzeki Obrzycy, która jest głównym źródłem wody do picia (ok. 34 tys. m<sup>3</sup>/dobę) dla miasta Zielona Góra (ok. 120 tys. mieszkańców) i wymaga szczególnej ochrony. Przeanalizowano wyniki badań fizyko-chemicznych wód jeziora Sławskiego, prób pobranych w okresie od listopada 1998 roku do października 2000 roku. Dobór wskaźników wziętych do analizy kierunków zmian chemizmu wody jeziora, wynika z ich powtarzalności w kolejnych latach badawczych. Stwierdzono, że jezioro Sławskie ulega degradującemu oddziaływaniu gospodarczej i bytowej działalności człowieka. Przejawia się to we wzroście substancji pochodzenia antropogenicznego (organicznych i mineralnych). Prezentowane wyniki są częścią obszerniejszych badań nad wpływem rolniczego i turystycznego użytkowania zlewni rzeki Obrzycy na jakość jej wód.*

*Summary*

*The article studies directions of changes in the physical, chemical and bacteriological composition of the waters in Sława Lake (817,3 ha) being the main tourist attraction in the vicinity of Łagów in the Lubuski Region. Apart from that, the basin of this lake gives the beginning to the river Obrzyca which is the major source of drinking water (approx 34 thousand m<sup>3</sup> a day) for the city of Zielona Góra (approx 120 thousand inhabitants) thus requires a special protection. The results of physical and chemical*

*testing of the lake waters have been analyzed involving specimens taken in the period from November 1998 to October 2000. The selection of indicators used in analyzing the directions of changes in the lake water chemistry resulted from their repeatability in the successive years under investigation. It has been concluded that Ślawa Lake has been negatively influenced by both economic and every-day life activities of people living in the region. It is shown in, among other things, the increase of anthropogenic substance (both organic and mineral). The presented results are a part of more extensive research work on the influence that agricultural and tourist use of the Obrzyca river basin has on the quality of its waters.*

## 1. WSTĘP

Jeziro Ślawskie podlega intensywnej antropopresji. Szczególnie w ostatnich latach przemysł mięsny i rozwój turystyki spowodował realne zagrożenie jakości wód jeziora. Do jeziora były i częściowo nadal są odprowadzane duże ilości ścieków przemysłowych i bytowo gospodarczych. Rozwój przemysłu ciężkiego na terenie Lublińskiego-Głogowskiego Okręgu Miedziowego powoduje emisję zanieczyszczeń do atmosfery przenoszonych na duże odległości, co wpływa ujemnie na jakość wód powierzchniowych tego obszaru.

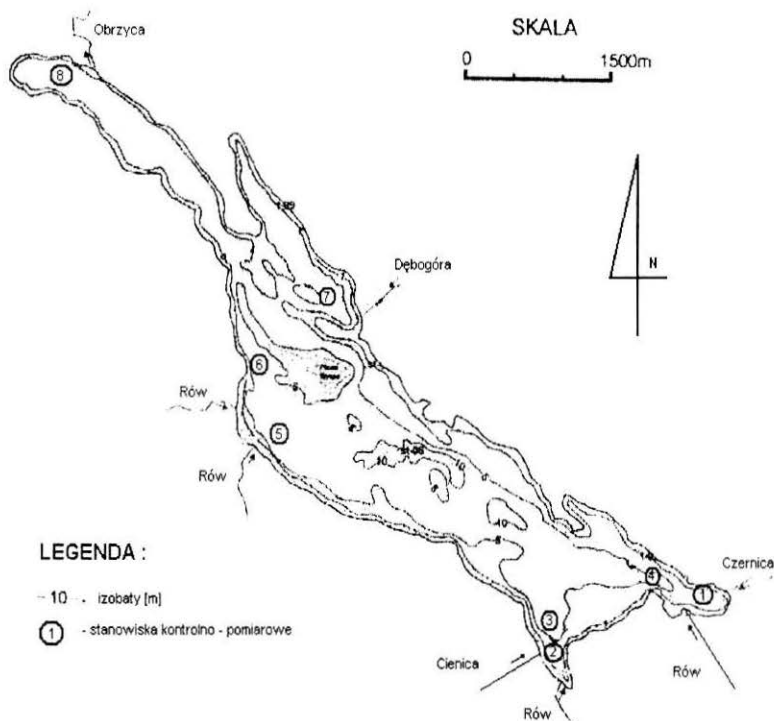
## 2. OBIEKT BADAŃ

Jeziro Ślawskie leży w południowo-zachodniej części Niziny Wielkopolskiej [Kondracki, 2000]. Należy do makroregionu Pojezierza Leszczyńskiego i zajmuje południową część mezoregionu Pojezierza Ślawskiego. Wymienione pojezierze obejmuje dwie grupy jezior: Jeziora Przemęcko-Wieluńskie i grupę Jezior Ślawskich. Pojezierze Ślawskie jest najdalej na południe wysuniętym obszarem, pochodzącym z okresu zlodowacenia Bałtyckiego. Południowo-wschodnie brzegi jeziora stanowią pagórki kemowe, przechodzące kierunku północnym w rozległe pola sandrowe, utworzone z piasków średnich i grubych o miąższości od 10 m w części południowej, do ponad 40 m w części północnej. W związku z występującym pod jeziorem obniżeniem występuje w tym rejonie kontakt wód czwartorzędowych z trzeciorzędowymi. Stąd jezioro Ślawskie, będące jeziorem przepływowym, posiada drenujący charakter w stosunku do pierwszej sandrowej warstwy wodonośnej [Plenzler, Rösler, 1981].

Północny teren obrzeża jeziora, to obszar występowania wydm. W dużej części brzegi są odsłonięte, pagórkowate i porośnięte hydrofitami. Ogólna długość linii brzegowej wynosi 27,3 km. Bardzo wysoki jest wskaźnik odsłonięcia, przez co jezioro szczególnie podatne jest na czynniki zewnętrzne. Powierzchnia zwierciadła wody [Jańczak i inni, 1996] wynosi 817,3 ha i znajduje się na 57 m n.p.m.

Na dnie jeziora pod osadami limnicznymi występują piaski z domieszką żwirów i otoczków. Pod tą warstwą znajdują się w kolejności: gliny morenowe, piaski i ility.

Większa część dna leży w przedziale 5-10 m (śr. 5,2 m), a maksymalna głębokość wynosi 12,3 m. Długość jeziora wynosi 9225 m, a objętość kształtuje się w granicach 42 tys. m<sup>3</sup>. Średnio w roku przeciętnym odpływa z jeziora około 20 tys. m<sup>3</sup> wody. Stanowi to około połowy pojemności jeziora. Wymiana wody w jeziorze trwa ok. 600 dni. Wielkość wymiany pionowej wynosi ok. 19 %, wymiany poziomej ok. 73-75 %. W latach suchych wyparowuje z jeziora około 50 % wielkości mierzalnego odpływu tj. 7,2 – 7,5 mln m<sup>3</sup> na rok. Efektem dużych strat na parowanie ze zlewni jest bardzo mały współczynnik odpływu (0,18), spadający w lecie do 0,07-0,08. Parowanie wynosi ok. 623 mm rocznie [Rösler, 1999].



**Rys.1** Rozmieszczenie punktów pomiarowych na jeziorze Ślawskim.

Jezioro na przestrzeni lat zmniejsza swoją powierzchnię pod wpływem czynników antropopresyjnych, zwłaszcza nieracjonalnego użytkowania gospodarczego i turystyczno-rekreacyjnego [Choiński, Jańczak, 1993]. W strefie bezpośredniej zlewni jeziora znajduje się 39 ośrodków wczasowych, rozmieszczonych w okolicy miasta Ślawy, Radzyna, Lubiatowa, Lubogoszczy i Józefowa, mogących pomieścić w sezonie letnim (czerwiec-wrzesień) ok. 40 tys. turystów. Tylko 3 ośrodki posiadają oczyszczalnie ścieków. Pozostałe gromadzą ścieki bytowo-gospodarcze w zbiornikach bezodpływowych i wywożone są w części do miejskiej oczyszczalni. Zwłaszcza na południowym brzegu jeziora, znajduje się liczna zabudowa rekreacyjna w różnym

stadium realizacji, z której ścieki bytowo-gospodarcze odprowadzane są do gruntu. Prywatnych obiektów rekreacyjnych jest 80. Liczba pól namiotowych wynosi 12 o łącznej powierzchni ok. 4,5 ha, z czego żadne nie jest wyposażone w urządzenia unieszkodliwiające ścieki (UMG w Sławie). Wydajność połowowa rybacka kształtuje się w granicach ok. 25 kg/ha. Główne odławia się szczupaka – ok. 3 kg, węgorza – 2 kg, lina – 3 kg, tołpygi pstrej i białej – 1 kg. Pozostałe to: amur (0,25 kg) i krapie, płocie oraz leszcze [Olechnowski, Gospodarstwo rybackie w Sławie].

### 3. METODYKA BADAŃ

Analizy wód wykonane zostały przez laboratorium Instytutu Ochrony Środowiska Politechniki w Zielonej Górze. Badano próby pobrane z wierzchniej warstwy epilimnionu w 8 punktach jeziora. Lokalizację punktów badawczych przedstawiono na planie batymetrycznym jeziora (rys. 1). Badano przebieg zmian pH, chlorków, siarczanów, stężeń zanieczyszczeń organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT<sub>5</sub> i utlenialności oraz tlenu rozpuszczonego i zawartości związków biogenych takich jak: azotu azotanowego, azotu amonowego, azotu azotynowego oraz fosforanów. Równocześnie prowadzono terenowe obserwacje biologiczne. Wszystkie oznaczenia wykonano zgodnie z obowiązującą w Polsce metodyką [Hermanowicz, 1996]. Określono klasę czystości wody i średnią punktację wody według norm zalecanych przez PIOŚ.

### 4. WYNIKI BADAŃ

Skład chemiczny wód jeziora Sławskiego w latach 1999 – 2000 przedstawia tabela 1. Interpretację graficzną zmian poszczególnych wskaźników zamieszczono na rys. 2 – 9. Stężenia chlorków w wodzie były bardzo stabilne i nie podlegały istotnym zmianom (rys. 3). W 1999 roku stężenie tego anionu w wodzie jeziora oscylowało w przedziale 28 – 35 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w 2000 roku stężenie to przekraczało 30 mg/cm<sup>3</sup> i w okresie lipiec – wrzesień kształtowało się na poziomie 35 mg/dm<sup>3</sup>. Z danych literaturowych [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ, 1964 - 1998] wynika, że zawartość chlorków w wodach jeziora Sławskiego na początku lat 70-tych wynosiła około 20 mg/dm<sup>3</sup>. Obecnie jest większa o 15 mg/dm<sup>3</sup>. Na rysunku 9 przedstawiono zmiany stężeń siarczanów w wodzie jeziora Sławskiego w latach 1999/2000. Siarczany podobnie jak chlorki nie ulegają łatwo przemianom i ich stężenie wykazuje małą zmienność. Zauważa się większe stężenie siarczanów w okresie zima – wiosna, które w okresie badawczym kształtowało się w zakresie 70 – 89 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w okresach letnich stabilizuje się na poziomie około 70 mg/dm<sup>3</sup>. Porównując otrzymane wyniki z danymi wcześniejszych badań [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ], zauważa się wzrost zawartości siarczanów od 50 mg/dm<sup>3</sup> w 1970 roku do około 70 mg/dm<sup>3</sup> w roku 2000. Tak duży wzrost zawartości podstawowych anionów (chlorków i siarczanów) w ciągu ostatnich 30 lat wskazuje, że przyczyną tego stanu są zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego.

Śledząc zmiany stężeń związków organicznych ulegających tlenowej biodegradacji

na przykładzie BZT<sub>5</sub> (rys. 2) należy zauważyć, że są one nierównomierne i ulegają znacznym wahaniom w zależności od pory roku. W miesiącu sierpniu (największe wykorzystanie rekreacyjne jeziora) wartość BZT<sub>5</sub> wód przekracza 5 mg/dm<sup>3</sup>, w pozostałych miesiącach mieści się w normie I klasy czystości wód powierzchniowych ( $\leq 4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ ).

TABELA 1

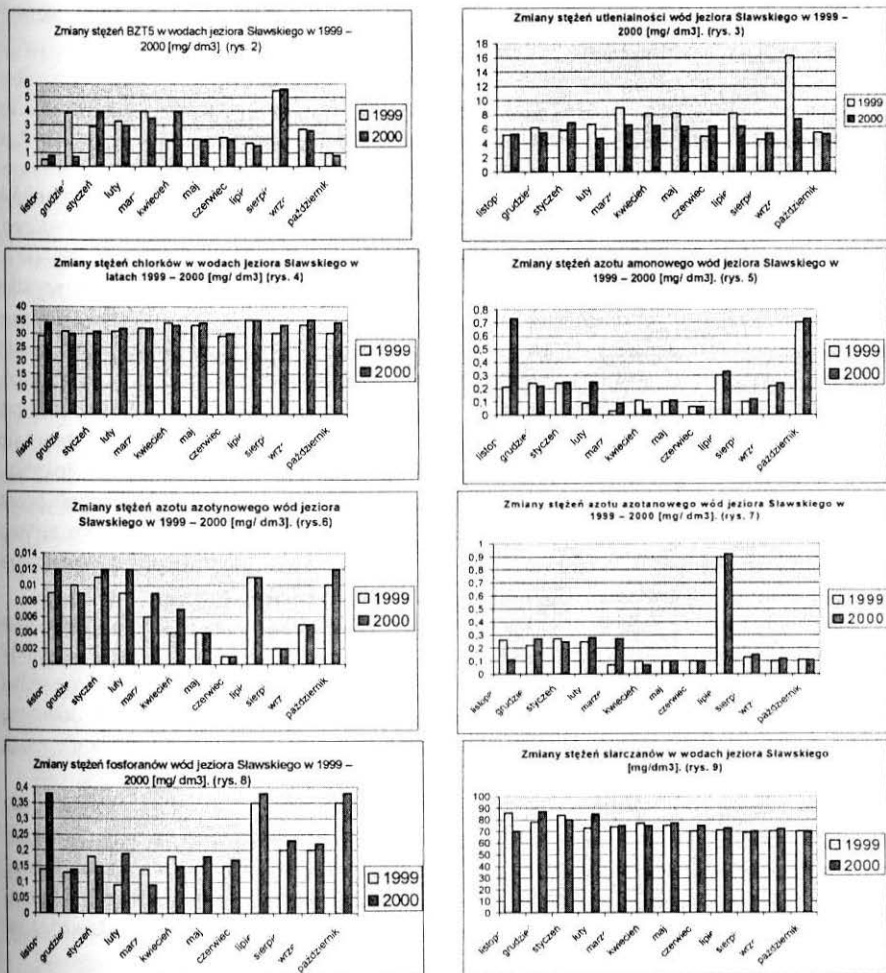
Podstawowe wskaźniki zanieczyszczeń wód jeziora Sławskiego w latach 1999-2000

Rok	Stanowisko		Wskaźniki									
			Odczyn	Utlen.	Tlen.rozp	Chlorki	Siarczan y	Azot amonowy	Azot azotynowy	Azot azotanowy	Fosforan y	BZT <sub>5</sub>
1999	01		pH	mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /d m <sup>3</sup>	mgCl/d m <sup>3</sup>	mgSO <sub>4</sub> / dm <sup>3</sup>	mgNH <sub>4</sub> /d m <sup>3</sup>	mgNO <sub>2</sub> /m d <sup>3</sup>	MgNO <sub>3</sub> /d m <sup>3</sup>	mgPO <sub>4</sub> / dm <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /d m <sup>3</sup>
	1999	I Kwartal	Średnia	-	5,6	12,7	30	83	0,23	0,010	0,25	0,15
Min.			7,0	4,6	12,2	29	78	0,21	0,009	0,22	0,13	0,5
Maks.			7,8	6,8	13,6	31	86	0,24	0,011	0,27	0,18	3,9
II Kwarta		Średnia	-	6,4	12,3	32	75	0,08	0,006	0,14	0,14	3,1
		Min.	8,0	6,4	8,5	31	73	0,03	0,004	0,07	0,09	1,9
		Maks.	8,5	6,5	14,6	34	77	0,11	0,009	0,25	0,18	4,0
III Kwartal		Średnia	-	6,3	7,6	32	72	0,15	0,005	0,37	0,22	1,9
		Min.	7,4	6,3	6,3	29	70	0,06	0,001	0,10	0,15	1,7
		Maks.	8,1	6,4	8,4	35	75	0,30	0,011	0,90	0,35	2,1
IV Kwartal		Średnia	-	5,9	7,5	31	70	0,34	0,006	0,11	0,25	3,1
		Min.	7,3	5,1	6,0	30	69	0,10	0,002	0,10	0,20	1,0
		Maks.	7,9	7,3	9,5	33	70	0,70	0,010	0,13	0,35	5,5
2000	I Kwartal	Średnia	-	5,9	11,0	32	79	0,40	0,011	0,21	0,22	1,8
		Min.	7,0	5,3	7,0	30	70	0,22	0,009	0,11	0,14	0,7
		Maks.	7,9	6,9	13,8	34	87	0,73	0,012	0,27	0,38	4,0
	II Kwartal	Średnia	-	5,9	13,6	32	78	0,13	0,009	0,21	0,14	3,5
		Min.	7,9	4,7	12,4	32	75	0,04	0,007	0,07	0,09	3,0
		Maks.	8,6	6,6	14,7	33	85	0,25	0,012	0,28	0,19	4,0
	III Kwartal	Średnia	-	6,4	7,7	33	75	0,17	0,005	0,37	0,24	1,8
		Min.	7,5	6,4	6,3	30	73	0,06	0,001	0,10	0,17	1,5
		Maks.	8,2	6,4	8,5	35	77	0,33	0,011	0,92	0,38	2,0
	IV Kwartal	Średnia	-	6,0	7,5	34	71	0,36	0,006	0,13	0,28	3,0
		Min.	7,4	5,3	6,0	33	70	0,12	0,002	0,11	0,22	0,8
		Maks.	8,0	7,4	9,6	35	72	0,73	0,012	0,15	0,38	5,5

Wartość  $BZT_5$  jeziora Ślawnickiego w latach 70 – tych [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ] wynosiła około  $3,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ . Nieznacznym zmianom (korzystniejszym dla 2000 r. – rys. 3) ulega również stężenie związków organicznych wyrażone utlenialnością. W okresie badań tylko jeden wynik (wrzesień 1999 r.) wynosi  $16 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , w pozostałych otrzymano stężenie poniżej  $8 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , czyli odpowiadające I klasie czystości wód. Głównymi formami azotu występującymi w wodach jeziora są: azot amonowy, azotynowy i azotanowy. W okresie badań (rys. 5) stężenia azotu amonowego nie przekraczały  $1 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . Największe wartości uzyskano w październiku na poziomie około  $0,7 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . W pozostałych miesiącach oscylowały od  $0,03 \text{ mg}/\text{dm}^3$  do  $0,33 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . Zawartość azotu azotynowego (rys. 6) kształtuje się w okresie zimy na poziomie  $0,008 - 0,012 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , z tendencją spadkową latem z wyłączeniem miesiąca lipca. Z diagramu wynika, że zawartość tej formy azotu jest wyższa w 2000 roku.

Śledząc zmiany zawartości azotu azotanowego (rys. 7), wnioskować należy że w okresie wiosennym azotany wykorzystywane są przez fitoplankton. Odbywa się to zgodnie z modelem według którego wiosną i latem stężenia azotanów są mniejsze, a wzrastają w zimie. Dopływ zanieczyszczeń może zakłócić ten proces (lipiec). Dla okresu badawczego stężenia azotu azotanowego kształtują się w granicach  $0,05 - 0,028 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , natomiast w okresie letnim na poziomie około  $0,1 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . Wody jeziora w okresie wiosny charakteryzują się bardzo wysokim stężeniem azotu mineralnego ( $0,81 - 1,83 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ). Tak wysokie stężenie wykazuje na bardzo wysoką produktywność pierwotną wód w okresie lata. Duża długość maksymalna jeziora (ok. 9,2 km), jak i duża szerokość maksymalna jeziora (1,6 km), powoduje powstawanie wysokich fal generowanych przez wiatr. Głębokie zaleganie podstawy fal decyduje o głębokim mieszaniu wód w centralnym płosie jeziora. Jezioro w głównym płosie jest polimiktyczne [Jańczak, 1997] to znaczy, że charakteryzuje się w okresie letnim jednolitą temperaturą od powierzchni aż do dna.

Fosforany, podobnie jak azotany i azotyny, również wykorzystywane są przez fitoplankton. Przez wielu badaczy fosfor, uważany jest za pierwiastek limitujący proces eutrofizacji. Stężenie fosforanów w jeziorze Ślawnickim w okresie wiosennym kształtują się na niskim poziomie co potwierdza ich limitujący charakter. Niemniej jednak ilość fosforanów w wodzie w tym okresie wykazuje tendencje wzrostu (rys. 8). Stężenia fosforanów w 2000 roku są wyższe niż w 1999 roku. W latach siedemdziesiątych stężenie fosforanów w okresie wiosennym wynosiło  $0,012 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , a latem ok.  $0,030 \text{ mg}/\text{dm}^3$  [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ]. Obserwowane stężenia fosforanów od roku 1970 do 1991 były wyższe. Natomiast w latach 1997 i 1998 stężenie fosforanów rozpuszczonych w wodzie mieściło się na granicy wykrywalności. Linia trendu zmian zawartości fosforanów w okresie letnim jest malejąca. Można przypuszczać, że w latach siedemdziesiątych w okresach letnich do wód jeziora przedostawało się więcej zanieczyszczeń biogennych, że fosfor nie był czynnikiem limitującym rozwój fitoplanktonu. Obecnie ilości fosforanów rozpuszczonych w wodzie wzrosła do wartości w lecie ok.  $0,23-0,26 \text{ mg}/\text{dm}^3$ .



Rys. 2-9 Zmiany stężeń wybranych wskaźników w wodach jeziora Ślawskiego w latach 1999-2000

W rejonie punktu pomiarowego nr 1 jeziora, zawartość fosforanów była kilkakrotnie większa w stosunku do ilości fosforanów stwierdzonych w pozostałych punktach pomiarowych jeziora. Stężenia fosforanów w wodzie zatoki były wyraźnie większe od stężeń w próbach pobranych w innych częściach jeziora. W czasie dni bezwietrznych w okresie letnim na tzw. głęboczkach zatok, obserwowane były zmniejszone ilości tlenu rozpuszczonego. Duża ilość zalegającej dno masy organicznej, powstającej w wyniku obumierania fitoplanktonu, w szybkim tempie wyczerpuje ten zawarty w strefie przydennej. Powstają strefy beztlenowe. Sprzyja to wydatnie uwalnianiu z warstw dennych fosforu. W dni wietrzne wody jeziora są mieszane do dna. Uwolniony fosfor przedostaje się do strefy eufotycznej tj. takiej do której dociera światło słoneczne.

Obserwowana w wodzie duża ilość biogenów, pozwala na masowy rozwój fitoplanktonu przez cały okres letni.

## 5. PODSUMOWANIE

Struktura planktonu jeziora Ślaskiego, tzn. silna dominacja niektórych gatunków czy grup gatunków w różnych porach roku, niewielki udział planktonu zwierzęcego, a w tym, że zooplanktonie przewaga gatunków o niewielkich rozmiarach (tzw. mikrofiltratorów) świadczy o eutrofizacji jeziora (materiały archiwalne). Na wysoką trofję jeziora wskazuje również skład fizyko chemiczny wód jeziora, wysokie stężenie związków organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT<sub>5</sub> i wysokie stężenie azotu mineralnego. Ponadto do jeziora dostarczane są cały czas dopływami zanieczyszczenia, które wchodzi w obieg materii i krążą w nim przez długi czas. Wszystko to stwarza dobre warunki do tego aby dominujące gatunki fitoplanktonu rozmnażały się nadmiernie i powodowały tzw. zakwity. Tak się dzieje w ostatnich latach co roku, a czasami nawet kilka razy w roku. Nie wszystkie przypadki są rejestrowane przez służby ochrony środowiska, gdyż czasami mają one charakter lokalny, np. w czerwcu ubiegłego roku miał miejsce niewielki "zakwit" sinicowy w środkowej części jeziora lecz nie spowodował on żadnych skutków negatywnych dla ryb.

Aby wymienić wszystkie zagrożenia związane z "zakwitami" zwłaszcza sinicowymi, należy dodać, że sinice w czasie obumierania wydzielają do wody substancje trujące - neurotoksyny i hepatotoksyny. Działają one odpowiednio na układ nerwowy i na wątrobę powodując różne objawy zatrucia. Sytuacje takie stanowią zagrożenie dla zwierząt gospodarskich pijących wodę bezpośrednio z jeziora ale mogą także być groźne dla kąpiących się ludzi, a zwłaszcza dzieci [Mendaluk, 1997].

W 2000 roku w stosunku do roku 1999 zaobserwowano wyraźną poprawę wskaźników zanieczyszczenia wód jeziora. Obniżyły się wskaźniki obrazujące wielkość występujących stężeń związków organicznych. Zawartość fosforanów w okresie wiosny utrzymała się na poziomie ubiegłorocznym. Uległa zmniejszeniu zawartość azotu mineralnego wiosną i azotu ogólnego wiosną i latem. Zwiększyła się przezroczystość wód.

Wynik sumarycznej punktacji, obrazujący klasę czystości jeziora, obniżył się z 3,00 pkt do 2,55 pkt kwalifikując wody jeziora do III klasy czystości. Ostatnie wyniki badań jeziora wskazują na poprawianie się wskaźników fizyko chemicznych jego wód. Jednak dopiero kontynuacja badań pokaże, czy jest to tendencja stała. Nadal bowiem jezioro jest zagrożone postępującą degradacją na co wskazują przeprowadzone w 1999 i 2000 r. badania stanu czystości dopływów [Małecki, Węclewski, 2001; Małecki, 2001].

Zlewnia całkowita jeziora określana jest na 208 km<sup>2</sup> obejmuje swym zasięgiem dorzecze rzek: Czernicy, Cienicy, Dębogóry, zlewni jeziora Pluszno oraz zlewnie z dopływami o mniejszym przepływie wody, okresowo zanikającymi. Woda z jeziora odpływa rzeką Obrzycą. Na odpływie usytuowany jest jaz za pomocą, którego steruje się poziomem wody w jeziorze, a tym samym ilością odpływającej wody. Stąd obserwowany dużo mniejszy przepływ w rzece wiosną niż latem. Przeprowadzone badania wskazują że największa ilość fosforanów, azotu amonowego, azotu ogólnego i soli mineralnych dopływa z wodami rzeki Czernicy. W okresie wiosny, gdy wody



jeziora są piętzone, ładunki zanieczyszczeń wpływające do jeziora są większe niż ładunki odpływające. Prowadzi to do kumulacji związków biogenych w wodach jeziora i sprzyja masowemu rozwojowi fitoplanktonu. Latem, kiedy zmniejszają się przepływy wód w dopływach a ilość wody odprowadzana z jeziora się zwiększa, bilans ładunków zanieczyszczeń jest korzystniejszy. Nadal jednak, tak jak wiosną, ilość wprowadzanych (szczególnie z wodami Czernicy) ładunków fosforanów do wód jeziora jest znaczący.

Co należałoby zrobić aby zahamować degradację jeziora? Pierwszym i podstawowym warunkiem jest zatrzymanie dopływu jakichkolwiek ścieków. W mieście szczególnie rozwinięty jest przemysł mięsny. Powoduje to produkcję zwiększonej ilości ścieków zawierających duże ilości związków organicznych. Ścieki oczyszczone w istniejącej oczyszczalni nie są w dostateczny sposób pozbawiane biogenów. Oczyszczalnia zaprojektowana jest bowiem na unieszkodliwiania ścieków bytowo-gospodarczych, a nie przemysłowych. Ze względu na bliskość jeziora od wylotów z oczyszczalni, wymagana jest szczególna dyscyplina utrzymywania zaostrzonych parametrów jakości w ściekach oczyszczonych. Należałoby również ograniczyć spływ związków mineralnych z pól. Chodzi tu zwłaszcza o nawozy mineralne, organiczne i pestycydy, stosowane w rolnictwie, które bezpośrednio wpływają na eutrofizację wód powierzchniowych.

Po drugie, powinno się zacząć myśleć o rekultywacji jeziora, aby zlikwidować warunki beztlenowe w przydennych strefach jeziora. Chodzi tu przede wszystkim o zatoki, gdzie mieszanie wody jest najslabsze. W warunkach beztlenowych bowiem zmineralizowany w osadach dennych azot i fosfor jest ciągle włączany do obiegu materii i powoduje zwiększenie żyzności wody, a co za tym idzie zwiększa się liczebność fitoplanktonu.

Po trzecie należałoby poprzez różne zabiegi biomanipulacyjne zmniejszyć zawartość związków mineralnych w wodzie. Jednym ze sposobów poprawy jakości wody w jeziorze jest ograniczenie liczby ryb planktonożernych. Powinno to spowodować zwiększenie liczby skorupiaków planktonowych, które w dużym stopniu ograniczają liczebność fitoplanktonu i nie dopuszczają przez to do "zakwitów" planktonowych [Opuszyński, 1997; Gołdyn, 2000]

Po znacznym ograniczeniu biogenów ze zlewni, można rozważyć zastosowanie technicznej rekultywacji misy jeziora [Lossow, Gawrońska, 2000; Mioduszewski i in., 2000]. Trzeba dodać, że dokładne wypełnienie tych wszystkich warunków nie zmieni od razu wody jeziora z obecnej w czystą. Eutrofizacja jest procesem naturalnym i nie da się go powstrzymać żadnymi środkami. Można go jedynie mniej lub więcej wyhamować. Poza tym należy pamiętać, że w jeziorze zdeponowana jest w osadach dennych, w organizmach żywych i w wodzie, ogromna ilość związków mineralnych, które będą krążyły w ekosystemie. Jednak bez podjęcia jakichkolwiek kroków w celu poprawy wody w jeziorze będzie ona z każdym rokiem się pogarszała. Przyczyny i tendencje zmian można określić wówczas, gdy znana jest ich geneza. Chcąc ją poznać, nie można ograniczyć się tylko do badań wody samego jeziora. Trzeba poznać drogi migracji biogenów w obrębie zlewni. Należy więc kontynuować analizy wód jeziora, jego dopływów i odpływu, przy jednoczesnych pomiarach natężenia przepływu.

## 6. WNIOSKI

Jeziro Sławskie od lat podlega degradującemu oddziaływaniu gospodarczej i bytowej działalności człowieka. W ciągu ostatnich 30 lat istotnie zmienił się skład fizyko-chemiczny wód jeziora.

W pelagialu jeziora wzrosła zawartość substancji pochodzących z zanieczyszczeń antropogennych. Zawartość w wodach jeziora zanieczyszczeń organicznych wykazuje tendencję wzrostu. Obserwuje się największe stężenia zanieczyszczeń organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT<sub>5</sub> i utlenialności.

Wybudowanie w ostatnich latach oczyszczalni ścieków w rejonie jeziora Sławskiego ograniczyło dopływ do jego wód zanieczyszczeń biogennych. Podjęte działania nie powstrzymały jednak tendencji zwiększania się stężeń zanieczyszczeń mineralnych i organicznych w wodach jeziora. Jeziro Sławskie narażone jest na zwiększony dopływ biogenów za pośrednictwem siedmiu dopływów oraz bezpośrednią, okresową dostawą biogenów nie tylko z pól, położonych nad brzegami jeziora a także bruzd erozyjnych a przede wszystkim złą gospodarkę ściekową ośrodków wypoczynkowych i presji turystycznej. Do jeziora deponowane są niekontrolowane wlewy ścieków sieci osadniczej (brak kanalizacji) a także zasilaniem wewnętrznym.

## 7. LITERATURA

- [1] CHOIŃSKI A., Jańczak J.: *Współczesne tendencje zmian powierzchni jezior*. [w] Dynowska i inni. Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych. Kraków (1993)
- [2] DOJLIDO J. R.: *Chemia wód powierzchniowych*. Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych. Białystok (1995)
- [3] GOLDYN R.: *Blaski i cienie biomanipulacji na podstawie Zbiornika Maltańskiego w Poznaniu*. Konferencja „Ochrona i Rekultywacja Jezior”. Przysiek (2000)
- [4] HERMANOWICZ W.: *Fizyczno – chemiczne badania wody i ścieków*. Arkady (1996)
- [5] JAŃCZAK J i in.: *Atlas Jezior Polskich, tom I*. Wydawnictwo Naukowe. Poznań (1996)
- [6] JAŃCZAK J.: *Zmiany jakości wody jezior na podstawie badań prowadzonych w monitoringu reperowym jezior polskich w latach 1991 – 1995*. PIOŚ. Warszawa (1997)
- [7] KONDRACKI J.: *Geografia regionalna Polski*. PWN. Warszawa (2000)
- [8] OPUSZYŃSKI K.: *Wpływ gospodarki rybackiej, szczególnie ryb roślinożernych na jakość wody w jeziorach*. Bibl. Mon. Środ. WIOŚ Zielona Góra (1997)
- [9] LOSSOW K., Gawrońska H.: *Przegląd metod rekultywacji jezior*. Przegl. Kom. Nr 9. (2000)
- [10] MAŁECKI A., Węclewski S.: *Chemizm wód zlewni jeziora Sławskiego w 1999 roku*. Konf. „Problemy inżynierii rolniczej na progu III tysiąclecia”. AR Szczecin-Międzyzdroje 30.05.-1.06.2001
- [11] MAŁECKI A. : *Chemizm wód zlewni jeziora Sławskiego w 2000 roku*. Konf. „Unieszkodliwianie i utylizacja odpadów płynnych i stałych w środowisku naturalnym z uwzględnieniem ochrony wód obszarów wiejskich. AR Wrocław-Polanica 19-21.09.2001
- [12] Materiały archiwalne : *Wyniki analiz wód jeziora Sławskiego z lat 1964 – 1998*. OBiKŚ, PIOŚ, WIOŚ, Zielona Góra.
- [13] MIODUSZEWSKI W. i in.: *Ocena ładunku azotu i fosofru ze źródeł rolniczych wnoszonych do rzek w zlewni Odry*. Gospodarka wodna, nr 11 (2000)
- [14] MANDALUK J.: *Zakwit wody na jeziorze Sławskim*. Nasza Sława nr 4 (1997)
- [15] PLENZLER W., Rösler A.: *Odptyw z małych zlewni nizinnych zlewni jeziora Sławskiego*. Gazeta Obserwatora IMGW. NR 3. Warszawa (1981)
- [16] RÖSLER A: *Parowanie jeziora Sławskiego – okres 1981 – 90*. [w] Konferencja limnologiczna i antropologiczne przemiany jezior. IMGW Radzyń 20 – 22 wrzesień 1999 r.