

BURCHARDT LUBOMIRA
Zakład Hydrobiologii, Instytut
Biologii Środowiska, Wydział Biologii UAM

HYDROBIOLOGICZNE PROGNOZY PRZYSZŁOŚCI JEZIOR GOPŁO I LEDNICA

Obecnie uważa się, że hydrobiologiczne prognozowanie przyszłości badanego akwenu powinno wynikać z określonego zasobu wiedzy o ewolucyjnie utrwalonych kierunkach i tempie zmian zachodzących w tym ekosystemie jak również ze stanu wiedzy o współczesnych tendencjach zjawisk ukształtowanych przez człowieka (Burchardt 1990 a, b, 1992).

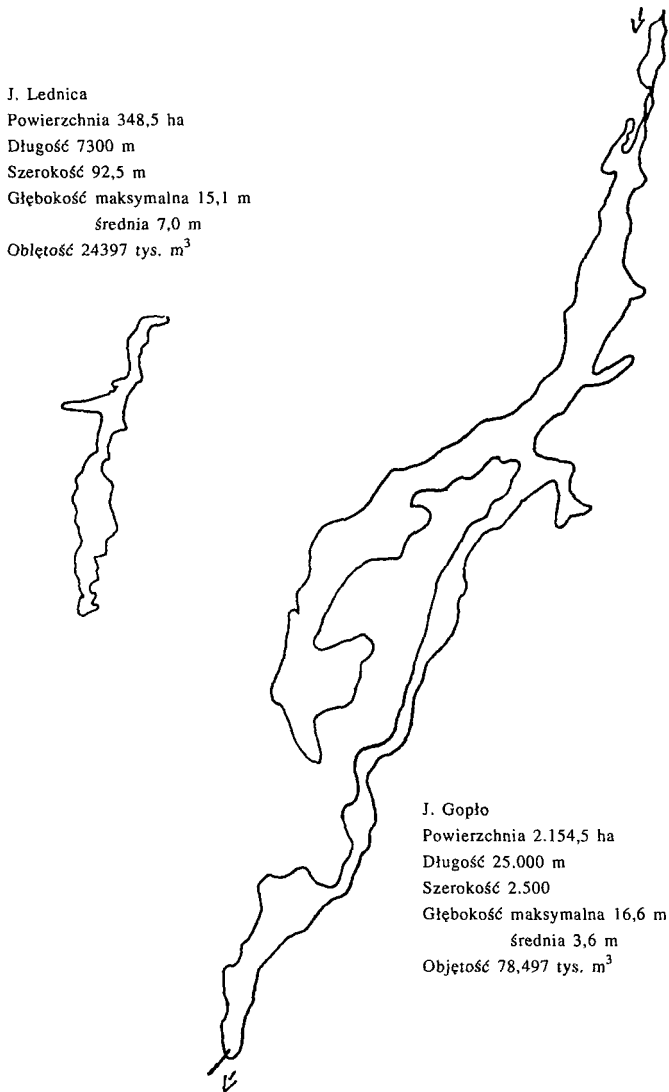
Podstawą hydrobiologicznego prognozowania jeziora Lednica i jeziora Gopło (ryc. 1) jest więc zdiagnozowanie dynamiki ekosystemu wodnego (ryc. 2) w oparciu o możliwe liczne wyniki badań ich elementów abiotycznych i biotycznych w ujęciu historycznym i współczesnym.

Studia nad genezą i wiekiem tych akwenów położonych na Nizinie Wielkopolsko-Kujawskiej (Kozarski 1962) wskazują że zarówno jezioro Gopło jak i jezioro Lednica powstały w wyniku ostatniego zlodowacenia tzw. vistuliańskiego, w czasie fazy poznańskiej 18 400 BP (Kozarski 1962, 1981). Jezioro Lednica położone na Wysoczyźnie Gnieźnieńskiej uformowało się ostatecznie w okresie starszego dryasu w czasie oscylacji dzwankowsko-lednogórskiej i młodszej oscylacji gnieźnieńskiej (Stankowski 1989) około 18 000 BP. Jezioro Gopło położone na Wysoczyźnie Kujawskiej ukształtowało się po raz pierwszy w okresie dryasu tj. ok. 1,0 – 1,5 tys. lat później od jeziora Lednica.

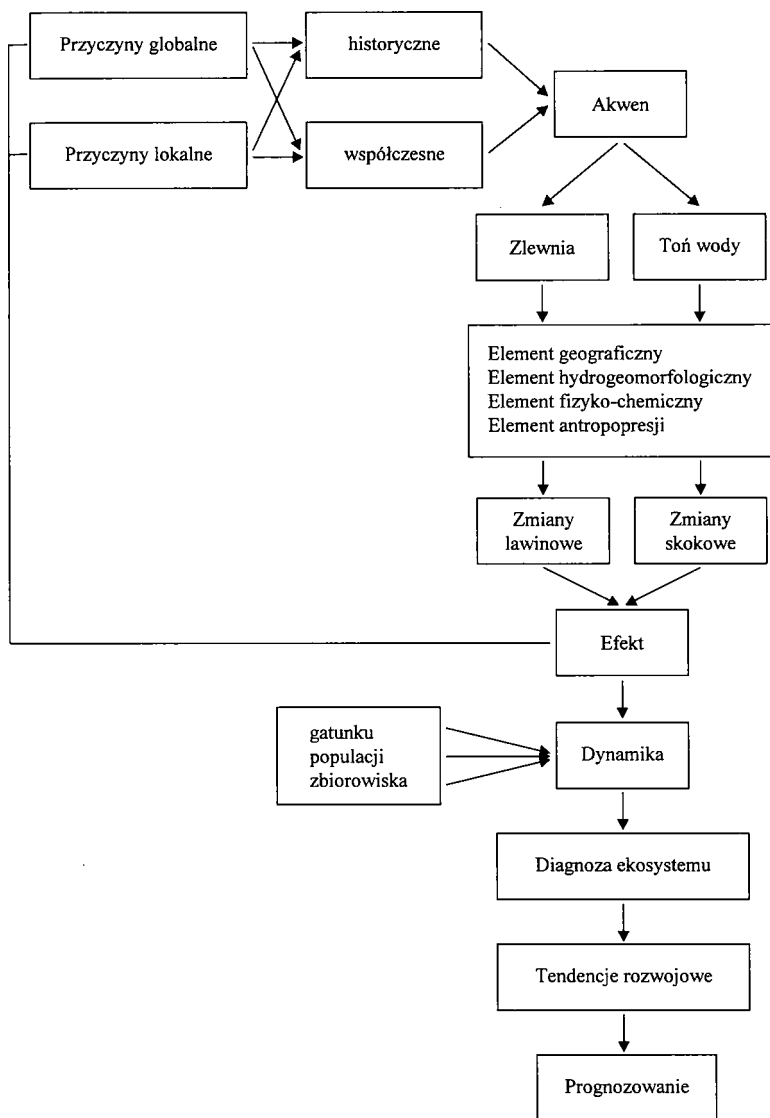
Podstawą pierwszych procesów troficznych i pierwszej tendencji rozwojowej w tych zbiornikach był osad mineralny, a następnie silnie zmineralizowana gytia. Okres ten w obydwu jeziorach obserwowany tuż po wytopieniu brył lodowych w rynnach jeziornych, w ujęciu ewolucji troficznej można uznać za młodociany.

W okresie młodszego dryasu jeziora te posiadały już dobrze wykształcony pas litoralu i strefę zanurzonych makrofitów które stwarzały ogromne możliwości życia dla tysiąca różnych zwierząt bezkręgowych i kręgowych. Był to więc już okres wyraźnej dojrzałości troficznej, charakteryzujący się obecnością gęstej sieci zależności ekologicznych, spotykanych w eutroficznych jeziorach.

Zmiany biologiczne, przekształcenia jakościowe i ilościowe oraz zjawisko selekcji gatunkowej sterowane były w tych akwenach mechanizmami stabilizacyjnymi. Efektem tego procesu pod koniec młodego dryasu była obecność charakterystycznych zespołów



Ryc. 1. Mapa Jeziora Lednica i Jeziora Gopło



Ryc. 2. Schemat analiz niezbędnych do wykonania w celu prognozowania ekosystemu wodnego

organizmów wodnych reprezentujących określone przystosowania do tej fazy troficznej (obecność genotypów), tworzących jednocześnie układ ekologiczny o dużym stopniu różnorodności.

Zmiany klimatyczne a w szczególności duża amplituda temperatur odczytana w kolejnych okresach historycznych, od preborealu włącznie, były bezpośrednią przyczyną zmian strukturalnych w obrębie zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych. Należy przypuszczać, że zmiany te były efektem nie tylko dużych różnic temperatury lecz również proporcjonalnie wahań objętości wody, poziomu lustra wody jak i zmian koncentracji biogenów.

Status troficzny jeziora Lednica ustabilizował się i utrwalił znacznie szybciej od jeziora Gopło.

Jezioro Lednica charakteryzowało się dużą żyznością już w okresie preborealnym (Pieścikowski 1994). Tendencja ta, obserwowana aż do XX wieku ulega dopiero w ostatnich latach przekształceniom w kierunku hipertrofii (Burchardt i inni, 1990, Burchardt, Żalik 1991, Burchardt 1990, 1992).

Jezioro Gopło charakteryzuje się dla odmiany stałym procesem formowania się (Jankowska 1980). Zmiany florystyczne miały miejsce zarówno w okresie holoceniście, jak i subatlantyckim, na przestrzeni kilku tysięcy lat.

Jezioro Gopło, po okresie dobrze utrwalonej, pierwszej żyzności, przypadającej na młody dryas bardzo szybko ponownie zmieniło swój status troficzny na oligotroficzny. Tendencja gwałtownie obniżającej się trofii w tym jeziorze widoczna była dość długo zarówno w okresie preborealnym, jak i borealnym. W późniejszym okresie atlantyckim nastąpił początkowo wzrost żyzności, do poziomu dzisiejszej mezotrofii, ale w końcowej jego fazie przeważała ponownie tendencja oligotrofizacji. Trwałaby ona w tym akwenie znacznie dłużej niż 2 tys. lat gdyby nie intensywna eksploatacja zlewni tego zbiornika przez człowieka. Proces ten spowodował, że od okresu lateńskiego a szczególnie od momentów wyraźnych wpływów rzymskich utrwaliła się ponownie tendencja wzrostu żyzności. Tendencja ta utrzymuje się generalnie w całym zbiorniku do dzisiaj, przy czym od roku 1900 wyraźnie nasiliła się w północnej części jeziora Gopło, gdzie obserwuje się już stale charakter politroficzny. Intensywne obciążenie wód tej części jeziora ściekami i spływami z aglomeracji miejskiej (Kruszwicy) w ostatnich latach przyczynia się do utrwalania zjawisk typowych dla wód całkowicie zdegradowanych i zatrutych (za Dzieduszyckim, Kupczykiem 1993).

Wyniki drugiej analizy kształtu mis jezior Gopło i Lednica oraz charakteru krajobrazu ich zlewni wskazują na podobieństwa wynikające głównie z ich rynnowego kształtu, zbliżonej maksymalnej głębokości (15,1 m, 16,6 m) i zlewni typowo rolniczej (w 70%).

Różnice zaczynają się w rozważaniach na poziomie hydrologii i powierzchni zlewni. Jezioro Lednica było prawdopodobnie, tak jak i dzisiaj, akwenem zamkniętym o niezbyt rozległej zlewni, mimo zabagnień w południowej części, całkowicie dzisiaj już osuszonych. Jezioro Gopło, włączone w długi system jezior połodowcowych było i jest akwenem przepływowym. Obecnie, mimo znacznego obniżenia poziomu wody nadal posiada połączenie z Jeziorem Pakoskim, które poprzez wody gruntowe działają jak system naczyń połączonych (Giziński, Kadulski 1972). Zlewnia jeziora Gopło jest znacznie większa od zlewni jeziora Lednica, a zatem istnieją potencjalnie większe

Tabela 1

Dominacja procesu wzrostu żyzności w jeziorach Gopło i Lednica na przestrzeni 12 tys. lat

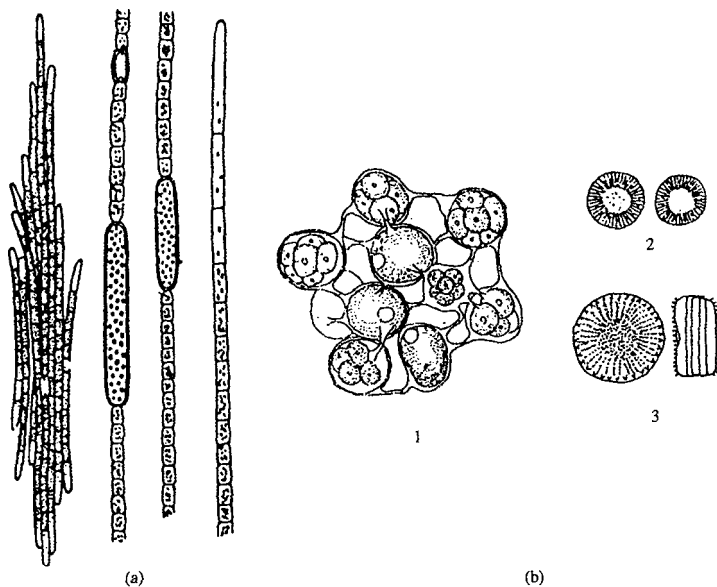
Okres		Wiek BP (hipotetyczny dla jezior powstałych w fazie poznań)	Jezioro Gopło (dominacja procesu)	Jezioro Lednica (dominacja procesu)
Holocen	Subatlantycki	1	eutrofizacja	eutrofizacja
		2		
	Subborealny	3	?	
		4		
	Atlantycki	5	oligotrofizacja	oligotrofizacja
		6	eutrofizacja	eutrofizacja
		7	(typ mezotroficzny)	(typ eutroficzny)
Borealny	8	oligotrofizacja	eutrofizacja	
Preborealny	9	oligotrofizacja	eutrofizacja	
Późny Glacjał	Młodszy Dryas	10	urozmaicona biocenoza	urozmaicona biocenoza
	Dryas	11		
	Alleröd	11	gytia mineralna erozja wgłębna =	gytia mineralna topienie lodu
	Starszy Dryas	12	osad mineralny	osad mineralny

możliwości wpływów zewnętrznych zasilających jezioro Gopło niż Lednica. Teoretycznie, spływy ze zlewni jeziora Gopło utrzymują się w stosunku do objętości wody całego jeziora w podobnej proporcji, jak to ma miejsce w jeziorze Lednica. Praktycznie jednak większe od lednickich aglomeracje miejskie przylegające do basenu jeziora Gopło są główną przyczyną obecnych w nim procesów destrukcji obserwowanych w obrębie strefie przydennej (Giziński, Kadulski 1972, Giziński, Toczek-Boruchowa 1972) przy jednocześnie okresowo dość znacznie obniżonym poziomie lustra wody.

Jeżeli okres współcześnie nasilającego się obniżenia poziomu lustra wody w tym regionie Polski uznany jest za stały i dotyczy równocześnie obydwu ekosystemów, to zasadniczą cechą historyczną różniącą ekosystem jeziora Gopła od jeziora Lednica jest geomorfologicznie utrwalona amplituda wahań poziomu lustra wody, większa w jeziorze Gopło niż w jeziorze Lednica. Cechą współczesną zaś różnicującą te dwa ekosystemy jest urbanizacja i jej konsekwencje negatywnie oddziałujące na całe jezioro Gopło.

Te dwie cechy kształtują generalnie procesy produkcji pierwotnej i wtórnej w tych akwenach, a w szczególności zachowania producentów: mikro- i makrofitów odpowiedzialnych w pierwszym rzędzie za wielkość, liczebność i dorodność konsumentów roślinożernych, a następnie konsumentów zwierzęcych.

Badania algologiczne prowadzone pod kierunkiem prof. dr hab. I. Dąbskiej na terenie jeziora Gopło do roku 1985 w ramach tematu resortowego koordynowanego przez prof. R. Bohra (UMK Toruń) wykazały często powtarzającą się w pełni sezonu wegetacyjnego dominację sinic, a szczególnie *Aphanizomenon flos-aquae* (Lemm.)

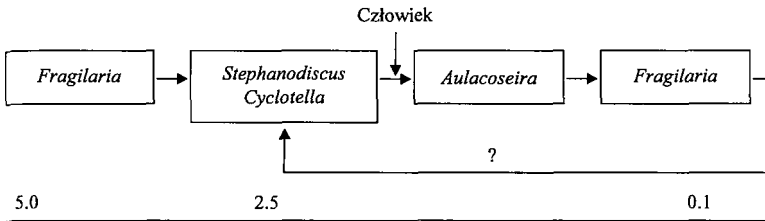


Ryc. 3. Taksony dominujące w jez. Gopło (a) i jez. Lednica (b)
 (a) *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs; (b) *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn. –1
Cyclotella operculata (Ag.) Kütz. –2; *Stephanodiscus hantzschii* Grun. –3

Ralfs (ryc. 3). Takson ten może w całym profilu pionowym akwenu oddziaływać toksycznie na pozostałe elementy żywe tego ekosystemu (Walsby 1992).

Strefa beztlenowa w jeziorze Gopło stale obserwowana już od roku 1975 (Mikulski 1978, Wiśniewski 1974), była prawdopodobnie główną przyczyną sukcesji wywołującej dominację toksycznych sinic (Jørgensen 1992). Proces ten w tym jeziorze uruchomiony 20 lat temu może być zjawiskiem nieodwracalnym.

Badania algologiczne prowadzone pod kierunkiem prof. dr hab. L. Burchardt na terenie jeziora Lednica w latach 1985 – 91, w ramach tematu rządowego realizowanego również przez prof. R. Bohra, a następnie przez prof. M. Rejewskiego oraz przez Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy wykazały nadal w pełni sezonu wegetacyjnego dominację zielenic a szczególnie *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn (ryc. 3) oraz okrzemek *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. i *Stephanodiscus* ssp. Wskazuje to na dominację przemian typowych dla eutrofii mimo okresowo utrzymującej się przy dnie strefy beztlenowej i sugeruje objawy hipertrofii (Pańczakowa 1990). Zjawisko dominacji sinic w tym jeziorze nie jest zjawiskiem stałym. Stan naszej wiedzy o biologii sinic a w szczególności *Aphanizomenon flos-aquae* (Lemm.) Ralfs (Carr, Whitton 1973,



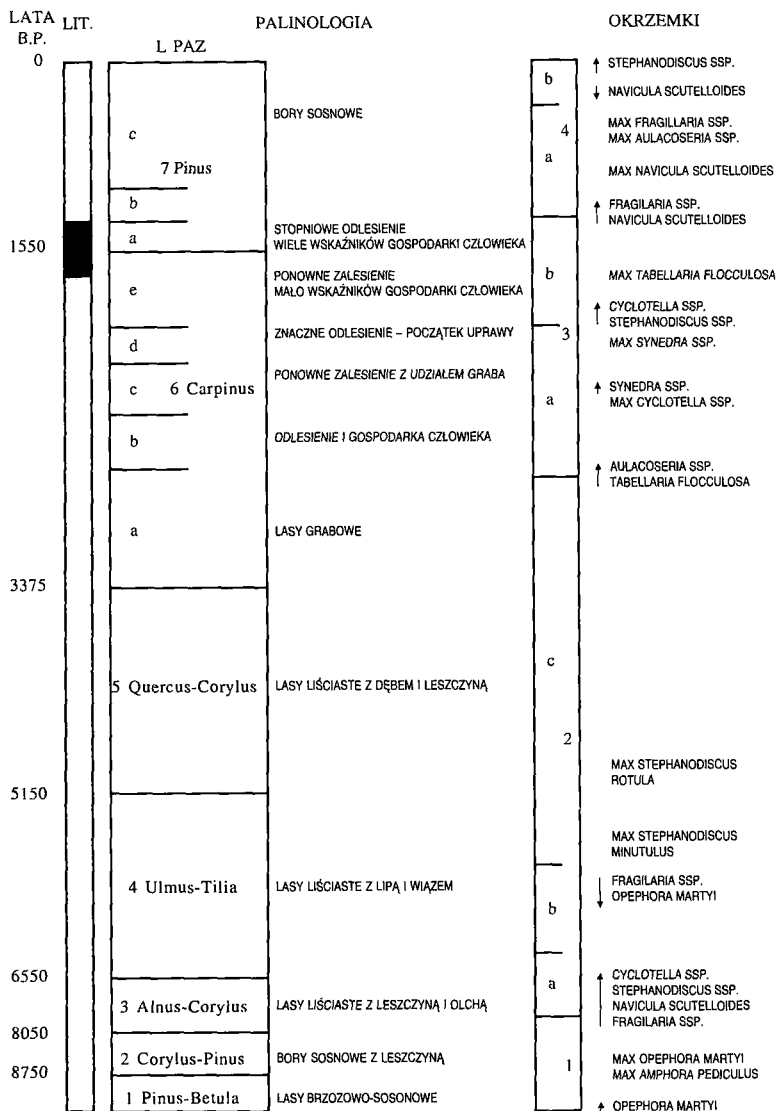
Ryc. 4. Model ewolucji okrzemek dominujących w jeziorze Lednica

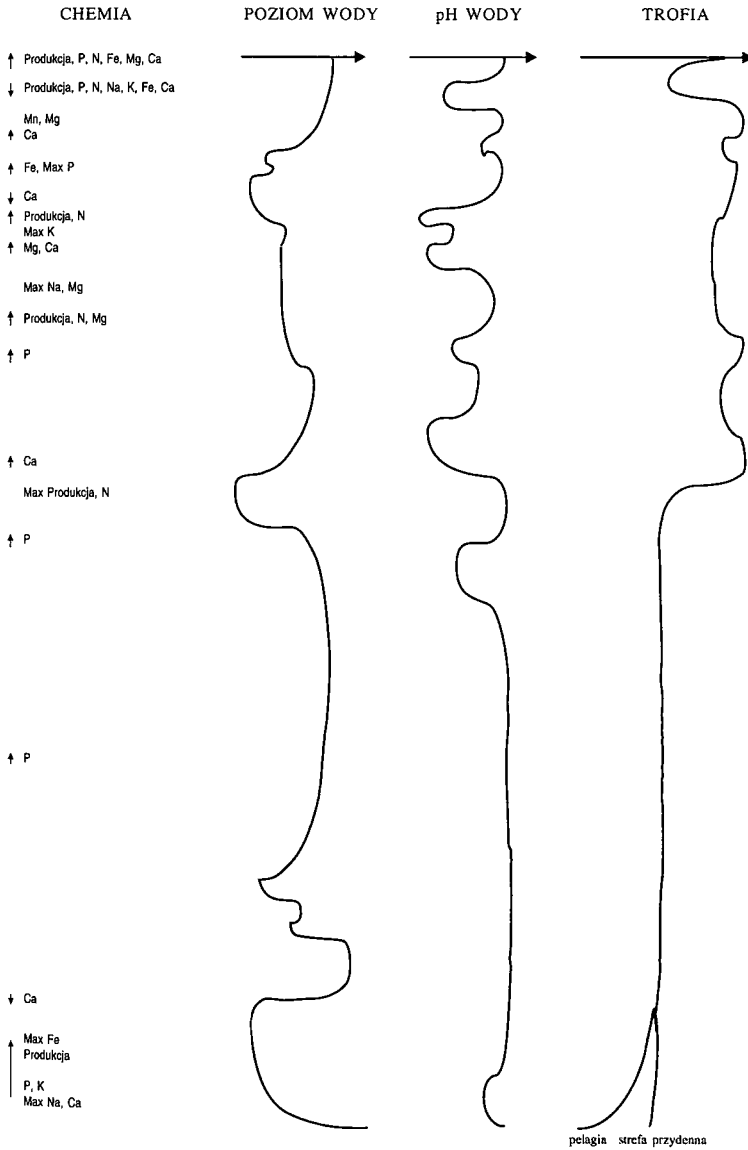
Klapper 1992, Walsby 1992) oraz cyklu wymiany wody wynoszącej w jeziorze Gopło 1 – 2 lat (Giziński, Kaduński 1972) wskazuje na konieczność uruchomienia w części północnej jeziora intensywnej turbulencji w celu eliminacji zakwitów sinic.

Wstrzymanie a następnie zredukowanie skutków dominacji sinic (Burchardt, Podolski 1992) pozwoliłoby uruchomić procesy wcześniej obserwowane (Wiśniewski 1980) w jeziorze Gopło charakteryzujące się dużą koncentracją chlorków i wapnia, wskazujące na wody dobrze zbuforowane o dużym przewodnictwie elektrolitycznym. Szybka mineralizacja i uwalnianie się biogenów do toni wodnej ponownie utrwaliłyby zjawisko stałej tendencji wzrostu biomasy roślinnej a redukcji biomasy zwierzęcej (wg krzywej Michaelisa-Mentena). Bogactwo składników mineralnych i pokarmowych stymulowałoby równocześnie presję wyjadania producentów przez zwierzęta roślinożerne a następnie selektywność tego wyjadania. Ponieważ w pierwszym rzędzie wyjadane są formy najmniejsze tzw. pikoplankton (0 – 2 μm), potem nannoplankton (2 – 5 μm), a na końcu duże sinice, takie jak *Aphanizomenon flos-aquae* (Lemm.) Ralfs efekt poprawy stanu biologicznego wód jeziora Gopło widoczny byłby dopiero za parę lat. Proces świadomej poprawy stanu biologicznego wymaga wielu zabiegów i nakładów badawczych.

Selektywność wyjadania przez zwierzęta może być również elementem negatywnym dla ekosystemu, redukującym różnorodność gatunkową i dodatkowo utrwalającym dominację toksycznych sinic, tworzących równocześnie dużą biomasa. Negatywne skutki tego zjawiska obserwuje się szczególnie przy niskim stanie wody. Dlatego stosowanie tzw. natleniaczy w tym czasie, uruchamiających dodatkowo biogeny z dna, nie jest w jeziorze Gopło wskazane. Najskuteczniejszym przyszłościowo rozwiązaniem jest stosowanie ostrego reżimu sanitarnego w północnej części jeziora w pobliżu Kruszewicy, blokującego dopływ biogenów, co jest dla wszystkich biologów oczywiste.

Duże wahania wody w jeziorze Gopło, wpływają stymulująco na dynamikę i rozwój populacji glonów. Przy dominacji toksycznych sinic jest to element szczególnie niebezpieczny dla całego ekosystemu, ponieważ prąd wody przyspiesza rozprzestrzenianie się sinic wzdłuż całej rozgałęzionej rynny jeziora. Wysoki stan wody (najczęściej wiosną) może dodatkowo wzbogacać wszystkie partie jeziora Gopło nie tylko w składniki mineralne lecz i w dużą koncentrację biomasy glonów. Wysoki stan wody, w układzie stałej dominacji sinic, może być okresowo elementem pozytywnym, gdy wzdłuż





Ryc. 5. Schemat obrazujący zmiany szaty roślinnej na terenie zlewni oraz wybranych parametrów środowiskowych jeziora Lednica. (za Pieścikowskim 1994).

szybkiego biegu wody lub w czasie wietrznych dni, biomasa glonów będzie ulegać mechanicznemu niszczeniu a następnie ogólnej redukcji.

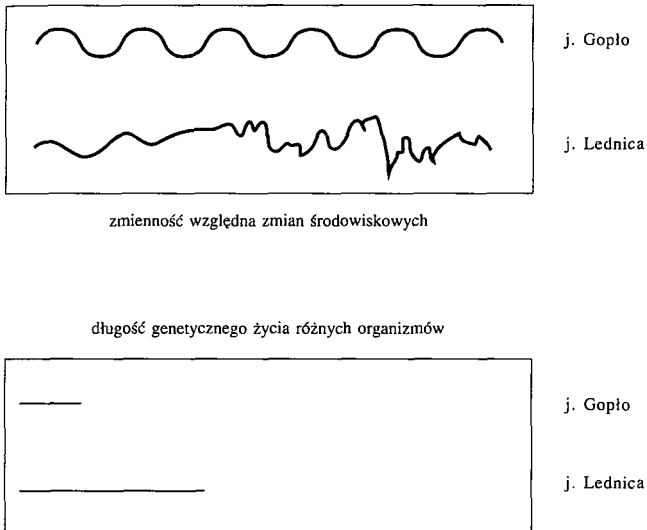
Wysoki stan wody, w wodach stojących nieprzepływowych może wywoływać skutki typowe dla długiej retencji w czasie której plankton może namnażać się intensywnie i rozwijać się bardzo obficie. System otwarty i przepływowy jest zatem układem korzystniejszym dla jeziora Gopło, ponieważ umożliwia nagromadzenie się nadmiernej biomasy w całej misie jeziornej. Brak tego zjawiska w jeziorze Lednica przyspiesza proces przyrostu osadów dennych. Długa retencja wody w rynnice jeziora Lednica może więc okazać się czynnikiem stymulującym w przyszłości rozwój sinic.

Wyniki wieloletnich badań prowadzonych w jeziorze Lednica od roku 1972 ukazały zjawisko stale utrzymującej się dominacji zielenicowej oraz okrzemkowej, przy równomiernym i stałym dopływie biogenów ze zlewni rolniczej. Pośród najliczniej obserwowanych okrzemek były *Cyclotella comta* (Ehr.)Kütz. i *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (ryc. 3), formy spotykane często w mezotrofii, a nie eutrofii do której zaliczono jezioro Lednica (Burchardt i inni 1990). Wyniki badań fizyko-chemicznych wskazywały na wysoką eutrofię, a nawet hypertrofię (Pańczakowa, 1990). Rozbieżność wyników chemicznych i algologicznych wskazuje na destabilizację układu ekologicznego, jak również na istnienie mechanizmów obronnych nadal utrzymujących „stary” status troficzny. Zjawisko to może równocześnie hamować w jeziorze Lednica rozwój sinic mimo uwalniania z osadów dennych fosforu (zmiana relacji N:P) w okresie braku tlenu przy dnie. Mechanizmem hamującym okresowo proces eutrofizacji w jeziorze Lednica może być duża liczba kompleksów chelatowych ołowiu z fosforem stwierdzonych przy dnie. Kompleksy te odciągają okresowo nadmiar P z toni wodnej i pośrednio hamują proces eutrofizacji w bardzo spokojnej toni wodnej (Siepak, inf. ustna). Analiza rdzenia osadów dennych i badanie okrzemek kopalnych (Pieścikowski 1990) wykazały tendencje powrotu zbiorowisk okrzemek współczesnych do struktury obserwowanej wiele lat temu, sprzed epoki brązu (ryc. 4). Dane te potwierdzają zgodnie przypuszczenia o dużej trwałości trofii jeziora Lednica.

Aby móc szczegółowo rozważyć przyszłość jeziora Lednica należy powrócić do szczegółowych badań związanych z koncentracją związków azotu. Analiza chemiczna i okrzemkowa osadów kopalnych wykazała, że eutrofizacja „kulturowa” rozpoczynająca się około 2,5 tys. BP uruchomiła wzrost koncentracji związków azotu (ryc. 5). Natomiast „współczesna” eutrofizacja „kulturowa” uruchomiła w jeziorze Lednica inny, niż obserwowany 2,5 tys. lat temu proces określanej inną relacją N:P (zależności statystycznie znamienne). Nie wyklucza się, że w przypadku sinic relacje (CO₂:pH) i w przypadku wszystkich glonów (Si:P) były również statystycznie znamienne (Jørgensen 1992).

Naświetlone tutaj główne przyczyny zjawisk hydrobiologicznych kształtujących generalnie zjawiska troficzne w jeziorach Gopło i Lednica mogą być w przyszłości przed człowiekiem całkowicie zmienione.

Baza danych archeologicznych oraz kompleksu danych hydrologicznych z jeziora Gopło pozwalają uznać model falowych (ryc. 6) zmian, na skutek powtarzających się okresowo wahań poziomu lustra wody i wahań troficznych za najbardziej realny (Istock 1984). Będzie on tak długo miał miejsce jak długo ten układ ekologiczny będzie sobie radził z nadmiarem komunalnych zanieczyszczeń i emisją gazów z Kruszwicy.



Ryc. 6. Hipoteza wariacji środowiskowych oraz okresu życia różnych organizmów lub ich generacji (za Istockiem 1984)

Model symulacyjny Istocka (1984) wskazuje na duże niebezpieczeństwo związane z przeżywalnością tylko nielicznych organizmów. Bogactwo florystyczne i faunistyczne, obserwowane jeszcze w większej części jeziora Gopło jest zatem szczególnie zagrożone przez wymienione zanieczyszczenia.

Wyniki analiz danych z jeziora Lednica wskazują na przebieg zjawisk wg modelu 2, wskazującego na możliwość przeżywalności małej liczby gatunków roślin i zwierząt. Napawa nas to pesymizmem, tym bardziej że różnorodność florystyczna i faunistyczna jeziora Lednica jest obecnie znacznie mniejsza od stwierdzonej w jeziorze Gopło.

Niezależnie od wymienionych symulacji zmian przebiegających w przyszłości istotną rolę pełnią w obydwu akwenach makrofity zajmujące duże powierzchnie, wynurzone i zanurzone w pasie litoral. Produkują one nie tylko ogromne ilości tlenu niezbędnego dla fauny bakterii odpowiedzialnych za proces mineralizacji ale i blokują znaczną część biogenów. Nie można wykluczyć, że wszelkie zmiany troficzne w tych jeziorach w przyszłości mogą być związane z pozytywnym lub negatywnym gospodarowaniem i konserwowaniem tych roślin.

Przyszłościową alternatywą procesu eutrofizacji w tych akwenach może być acidotrofizacja lub oligotrofizacja. Acidotrofizacja w zlewni jeziora Lednica o silnym charakterze zasadowym mogłaby jedynie zaistnieć w układzie dużych opadów deszczu

i silnych wiatrów o kierunku południowo-zachodnim, wnoszących duży ładunek tlenków N i S z okręgów przemysłowych Poznania. Pewne objawy algologiczne, wskazujące na obecność procesu wtórnej oligotrofizacji w jeziorze Lednica, mogą być również efektem zjawisk przebiegających w kierunku hipertrofii (Siepak, inf. ustna). Celem wszelkich zabiegów ochronnych w oparciu o prawidłową ocenę w.w. zjawisk powinno być uruchamianie procesów w kierunku oligotrofii.

W jeziorze Gopło, szczególnie w części przepływowej, istnieją warunki do utrwalenia się ponownie procesu naturalnego, zrównoważonego, pozbawionego toksyczności. Wskazują na to silne właściwości buforujące wody jeziora Gopło dzięki silnie zasadowemu charakterowi wód i spływowi kwasów humusowych z gleb torfowych półwyspu Potrzymiech. Program ochrony tej partii jeziora wraz z utrzymaniem w nim wysokiego stanu wód mogłoby ten proces stymulować a następnie utrwaląć. Przy niskim stanie wody będzie on zahamowany (Wojciechowski i inni, 1991), a sukcesja biologiczna w jeziorze Gopło będzie przebiegała w kierunku hipertrofii z problemem często zmieniających się dużych zakwitów, wzrostem ogólnej biomasy i redukcją produkcji wtórnej.

Efektym symulacji wynikającej z modeli 1 i 2 jest wizja małej różnorodności gatunkowej zarówno w jeziorze Gopło jak i Lednica.

Troską naszą powinno być zatem uruchomienie na wiele lat takich zabiegów, które zachowywałyby w tych akwenach różnorodność gatunkową, będącą jedynym gwarantem układu ekonomicznie zrównoważonego i stabilnego.

LITERATURA

- Burchardt L., 1990 a, Foreword, International Symposium "Evolution of Freshwater Lakes". Poznań, 16 – 22 May 1990, Poland, IXth Symposium Phycological Section Polish Botanical Association, Ed. L. Burchardt, Poznań University, *Seria Biologia*, Nr 43, Part I, ss. 5 – 7
- 1990 b, Antropopresja jako czynnik ekologiczny w jeziorze Lednica. W: *Struktura i funkcjonowanie wybranych ekosystemów jeziornych poddanych antropopresji*. SGGW-AR W-wa, Nr 41, ss. 7 – 14
- 1992, Zmiany hydrobiologiczne jeziora Lednica jako efekt wieloletniej działalności człowieka. *Mater. Konf. Nauk.: Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych — dziś i jutro*. Red: Kraska M., Szyper H., Gołdyn R., Romanowicz W. UAM, *Seria Biologia* Nr 49, ss. 25 – 34
- 1992, The hypertrophy as ecological segregation result. Abstracts of the XXV SIL International Congress, Barcelona, Spain, August 21 – 27 1992, p. 75
- Burchardt L., Brzeg L., Szyszka T., 1990, Dynamika fitoplanktonu eutroficznego jeziora Lednica w latach 1986 – 90. W: *Struktura i funkcjonowanie wybranych ekosystemów jeziornych poddanych antropopresji*, SGGW-AR W-wa, Nr 41, ss. 26 – 47
- Burchardt L., Podolski G., 1992, Algological investigations of the Gopło, Pakowskie and South lakes in years 1979 – 84. In: *Some ecological processes of the biological systems in North Poland*, Ed. R. Bohr, A. Nienartowicz, J. Wilkoń-Michalska, Nicolaus Copernicus University Press, Toruń, s. 299 – 313
- Burchardt L., Żalik K., 1991, *Badania algologiczne jeziora Lednica — 1987*. SL, 2, s. 275 – 289.
- Carr N.G., Whitton B.A., 1973. *The biology of blue-green algae*. University of California Press
- Dzieduszycki W., Kupczyk M., 1993, *Gopło. Przyroda i człowiek*. PAN, Instytut Archeologii i Etnologii, Poznań.
- Giziński A., Kadulski S., 1972, The horizontal differentiation of the bottom fauna in the lake Gopło. *Limnological Papers*, 7:57 – 76.
- Giziński A., Toczek-Boruchowa E., 1972, Bottom fauna of the bay part of Lake Gopło. *Limnological Papers*, 7:77 – 93

- Jan k o w s k a B., 1980., Szata roślinna okolic Gopla w późnym glacie i holocenie oraz wpływ osadnictwa na jej rozwój w świetle badań paleobotanicznych. 27, PA, s. 5 – 41.
- J ó r g e n s e n S.E., 1992, Structural dynamics eutrophication: Research and application to water supply. Ed.: D.W. Sutchiffe and J.G. Jones, FBA pp. 59 – 72
- K l a p p e r H., 1992., Calcite covering of sediments as a possible way of curbing blue-green algae. Eutrophication: Research and application to water supply. Ed: DW. Sutchitte and J.G. Jones. FBA pp. 107 – 111.
- K o z a r s k i S., 1962, Recesja ostatniego lądolodu z północnej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej a kształtowanie się Pradoliny Noteci–Warty. PTPN, Wydz. Matem.-Przyrodn. Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej Vol. II. No. 3.
- 1981, Stratygrafia i chronologia Vistuliana Niziny Wielkopolskiej. PAN, Oddział w Poznaniu, Geografia 6, W-wa – Poznań.
- M i k u l s k i J.St., 1978, Man impact upon Goplo lake as reflected in cladoceran- community remnants in sediments. PAH, 25, 1/2, s. 291 – 295.
- W i ś n i e w s k i R., 1974, Distribution and character of Shoals of *Dreissena polymorpha* Pall. in the Bay part of Goplo lake. Acta Univ. Nic. Cop., Nauki Matematyczno-Przyr. z. 34:73 – 81.
- P a n c z a k o w a J., 1990, Wpływ antropopresji na elementy abiotyczne w ekosystemie jeziora Lednica. Struktura i funkcjonowanie wybranych ekosystemów jeziornych poddanych antropopresji. CPBP 04.10., Wyd. SGGW-AR, W-wa
- P i e ś c i k o w s k i K., 1994, Okrzemki osadów dennych jeziora Lednica. Praca doktorska, mnsr., Zakład Hydrobiologii UAM, Poznań
- S t a n k o w s k i W., 1989, Morfogeneza Jeziora Lednickiego i jego obramowania (doniesienie wstępne). SL, 1, s. 225 – 233
- W a l s b y A.E., 1992, The control of pas — vacuole cyanobacteria. Eutrophication: Research and application to water supply. Ed.: D.W. Sutchliffe and J.G. Jones, FBA pp. 150 – 162
- W i ś n i e w s k i R., 1980, Pseudolittoral of Goplo lake. Part I. Characteristics of the environment. Acta Univ. Nic. Cop., Nauki Mat.-Przyr. z. 46:61 – 81
- W o j c i e c h o w s k i I., C z e r n a ś K., K r u p a D., G a ł e k J., 1991, Aktywność zbiorowisk glonów w przybrzeżnej strefie jeziora Piaseczno jako wyraz hamowania dopływu substancji pokarmowych z łądu do jeziora. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej. T. XIX PAN. Oddz. w Krakowie. ss. 401 – 415.

HYDROBIOLOGISCHE PROGNOSEN FÜR DIE ZUKUNFT DER GOPLO- UND LEDNICA-SEEN

Zusammenfassung

Ein Versuch, die historischen und gegenwärtigen Entwicklungstendenzen des Ökosystems der Lednica- und Goplo-Seen zu vergleichen, weist auf zwei Abhängigkeitsgruppen hin.

Die erste definiert die von morphologischen Eigenschaften dieser Seebecken gestalteten Erscheinungen, d.h. ihren Postglazial-, Rinnen-, Durchfluß- oder abflußlosen Charakter mit gegenwärtiger ähnlicher Tiefe. Die zweite Gruppe bilden die Zuflußabhängigkeiten, gestaltet von historischen Klimaänderungen und vom Einfluß der Anthropopression.

Die Ergebnisse der Erscheinungen, welche infolge der oben genannten Eigenschaften entstanden sind, weisen keine Direktabhängigkeit vom unterschiedlichen Entstehungsalter dieser Gewässer nach.

Die Hypertrophieerscheinungen im Lednica-See und Polytrophieerscheinungen im Goplo-See sind mit dem landwirtschaftlichen Abflußgebiet des ersten und mit der Stadtglomeration am Ufer des zweiten Sees direkt verbunden.

Das nicht regulär erscheinende Aufblühen von Blauaugen *Aphanizomenon flos-aquae* verbindet sich streng mit dem periodischen Biogenabfließen aus dem Abflußgebiet des Lednica-Sees und die Anwesenheit alter Aufblühererscheinungen dieser taxonomen Einheit im Goplo-See ist auf den langjährigen Zufluß von Komunalabwässer aus Kruszwica zurückzuführen.

Der Durchflußcharakter des Beckens und des Hochwasserstandes im Goplo-See wurden als wichtigsten Elemente betrachtet, die Trophie dieses Gewässers bestimmen.

ABBILDUNGEN

- Abb. 1. Karte des Lednica-Sees und des Goplo-Sees
- Abb. 2. Schema der zwecks Prognosen für das Wasserökosystem durchzuführenden Analysen
- Abb. 3. Dominierende taxonome Einheiten im Goplo-See (a) und Lednica-See (b); (a) Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs, (b) Coelastrum reticulatum (Dangeard) Senn. -1, Cyclotella operculata (Ag.) Kütz. -2, Stephanodiscus hantzschii Grun. -3
- Abb. 4. Evolutionsmodell der im Lednica-See dominierenden Kieselalgen
- Abb. 5. Schema, das die Änderungen der Pflanzendecke auf dem Abflußgebiet und der gewählten Milieuparameter des Lednica-Sees darstellt (nach Piescikowski 1994)
- Abb. 6. Hypothese der Milieuvarianten und der Lebenszeit von verschiedenen Organismen oder deren Generationen (nach Istock 1984)
- Tab. Dominierung des Prozesses der Fruchtbarkeitserhöhung in den Seen Goplo und Lednica während 12 tausend Jahren