

BACILLARIOPHYCEAE W OSADACH DENNYCH JEZIORA ŚLAWA

W przedstawionej pracy podjęto próbę ustalenia wpływu gospodarczej działalności człowieka w zlewni jeziora Śława na rozmieszczenie przestrzenne i pionowe przedstawicieli Bacillariophyceae w osadach dennych zbiornika. Wyodrębniono trzy warstwy osadów, odpowiadające różnym okresom rozwoju jeziora i odmiennemu sposobowi zagospodarowania zlewni.

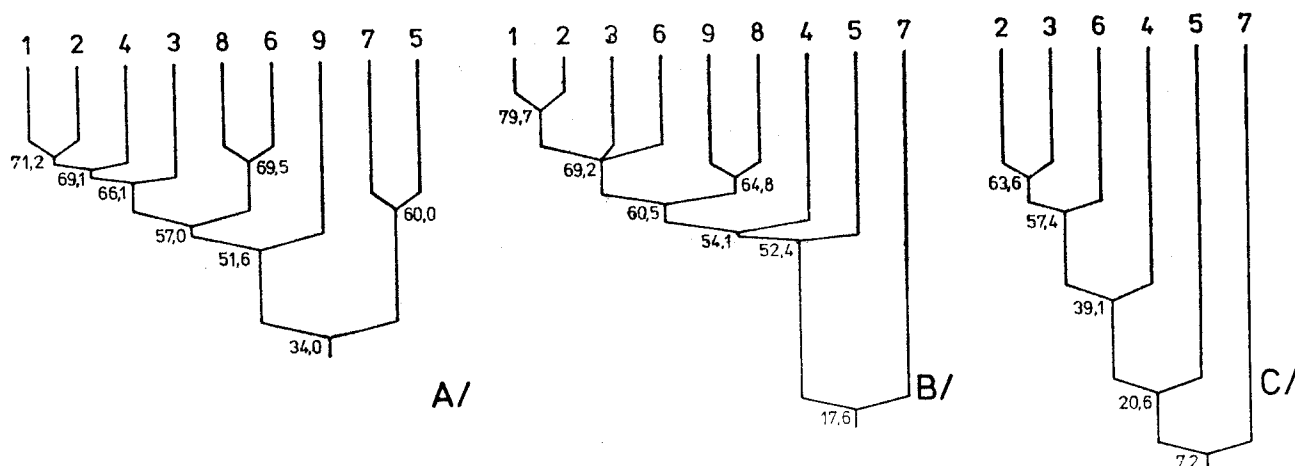
Zbiorniki wodne od chwili powstania w integralny sposób związane są systemem sprzężeń z otaczającą je zlewnią. Zmiany zachodzące w sposobie jej zagospodarowania znajdują odzwierciedlenie w składzie chemicznym wód jeziora, a tym samym wiążą się ze zmianami składu jakościowego i ilościowego rozwoju zasiedlającej je biocenozy. Sedymentacja i akumulacja w osadach dennych, pozostałości organizmów rozwijających się w masie wód jeziora, umożliwia, na podstawie analizy ich zawartości, ocenę zmian warunków ekologicznych zbiornika w rozwoju historycznym. Szczególnie przydatne do tego typu badań okazały się organizmy z grupy Bacillariophyceae, zarówno z powodu trwałego panterczyka, umożliwiającego identyfikację taksonów jak i ściśle określonych wymagań ekologicznych przedstawicieli tej grupy. Stwierdzono zależność pomiędzy ilością osobników odłożonych w osadach a wielkością ich rozwoju w masie wody [3] jakkolwiek ściśle jej określenie może być trudne do ustalenia, jako że znaczna ilość osobników, przekraczająca niekiedy 50% obserwowanej populacji ulega ponownej remineralizacji [1], której intensywność wiąże się z jednej strony z chemizmem wód a zwłaszcza z odczynem pH [6] a z drugiej z dynamiką wód jeziora [14]. Czynniki te mogą w pewnym stopniu utrudniać ścisłą ocenę zmian warunków ekologicznych w kolejnych okresach rozwoju jeziora, jednak bogata literatura z tego

zakresu wskazuje na możliwość oceny kierunku zmian zasobności zbiornika w kolejnych etapach jego rozwoju.

W przedstawionej pracy dokonano analizy składu jakościowego i liczebnościowego przedstawicieli Bacillariophyceae w osadach dennych jeziora Śława oraz podjęto próbę ustalenia wpływu gospodarczej działalności człowieka w zlewni zbiornika na ich rozmieszczenie pionowe i przestrzenne w osadach dennych.

Teren badań

Jezioro Śława jest zbiornikiem pochodzenia polodowcowego, powstałym na przełomie plejstocenu i holocenu. Znajduje się na terenie wysoczyzny lubuskiej w obrębie gminy i miasta Śława Śląska i zalicza się do największych jezior tego regionu. Wg pomiarów przeprowadzonych przez Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie, jego powierzchnia wynosi 827,9 ha, długość 9925 m, szerokość maksymalna 1650 m. Zbiornik należy do jezior płytkich. Jego maksymalna głębokość wynosi 12,3 m a średnia 5,2 m, co wobec ułożenia długiej osi jeziora wzdłuż kierunku największych częstotliwości i prędkości wiatrów ułatwia mieszanie jego wód i wpływa na małą stabilność zbiornika [20]. W południowo-wschodniej części (rys. 2)

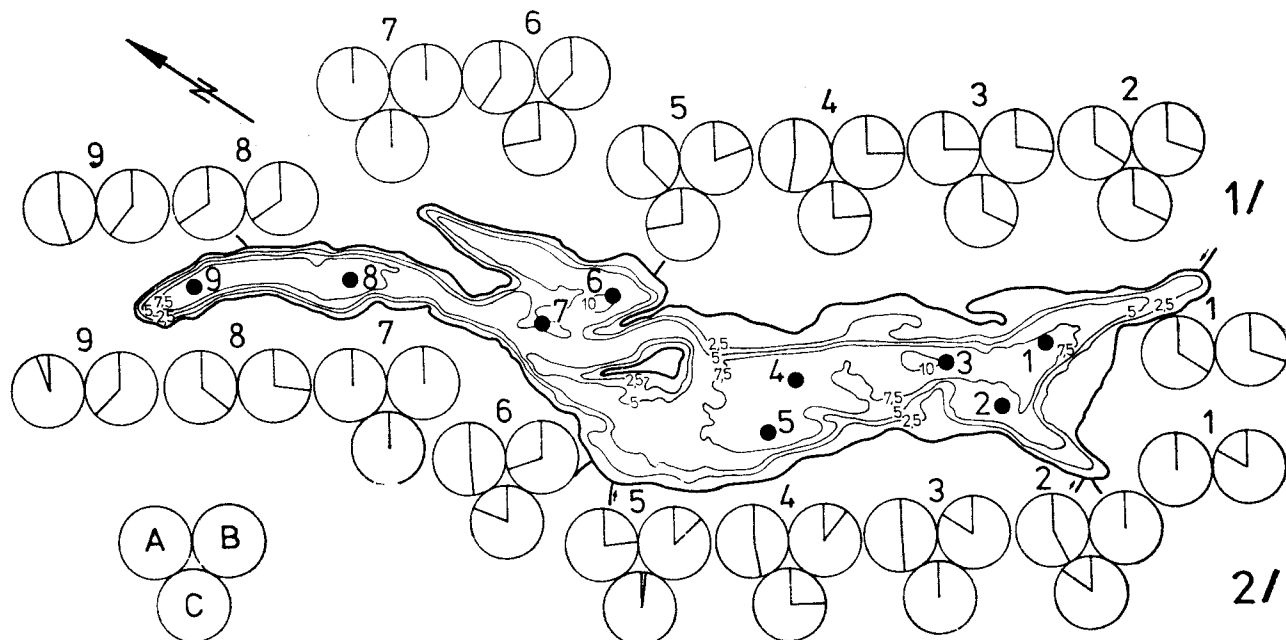


Rys. 1 Porównanie stowarzyszenia struktury gatunkowej populacji Bacillariophyceae w kolejnych punktach warstwy górnej (A), środkowej (B) i dolnej (C).

jeziro zasilane jest wodami rzeki Czernicy do której w pobliżu ujścia do jeziora miasto Sława odprowadza, po uprzednim niedostatecznym oczyszczeniu, ścieki przemysłowe oraz sanitarne. W południowo-zachodniej części jeziora dopływa potok Kuźnica i ściek z jeziora Brzezie. Zlewnie tych dopływów obejmują obficie nawożone tereny rolnicze. W środkowej części jeziora dopływa od wschodu potok Dębogóra a od zachodu dwa śródleśne potoki. Rzeka Obrzyca wypływająca

w północnej części jeziora przegrodzona jest tamą regulującą poziom wody w jeziorze do celów gospodarki rybnej.

Pierwsze ślady działalności człowieka w zlewni jeziora datują się na okres początku naszej ery. W południowo-wschodnim rejonie jeziora natrafiono na ślady cmentarzysk, osad i obozowisk z okresu wpływów rzymskich. Również w tym rejonie stwierdzono ślady wczesnośredniowiecznych osad i obozowisk [7].



Rys. 2 Mapa batymetryczna jeziora Sława i porównanie stopnia nasycenia gatunkowego (1) oraz wielkości procentowego udziału liczebności Bacillariophyceae w stosunku do A — warstwa górna, B — warstwa środkowa, C — warstwa dolna

W 1312 roku książęca osada, dzisiejsza Sława Śląska, otrzymuje przywilej lokacyjny i prawa miejskie. W początkowym okresie nie obserwowano dużej dynamiki wzrostu ludności. W 1789 roku miasto posiadało zaledwie 543 mieszkańców, podczas gdy w niecałe sto lat później ich liczba dochodziła do 900 osób [9]. Ludność zajmowała się głównie rolnictwem, a w miesiącach zimowych rybołówstwem. Pod koniec XIX wieku powstają pierwsze zakłady przemysłowe, głównie gorzelnie, oraz następuje wzrost liczby ludności której ilość dochodzi do 1678 osób w 1937 roku [8].

Lata sześćdziesiąte obecnego stulecia są okresem nasilenia rozwoju przemysłu zlokalizowanego w mieście. Obok istniejących zakładów jak młeczarnia, gorzelnia, powstają nowe: masarnia, rozlewnia piwa, suszarnia pasz oraz zostają poddane modernizacji zakłady meblarskie i piekarnia. W tym okresie zwiększa się liczba ludności czasowo przebywającej nad jeziorem w rozwijających się ośrodkach czasowych, które mogą pomieścić do 5000 osób. Obecnie miasto posiada 2700 mieszkańców a teren zlewni zamieszkuje na stałe ok. 7400 osób [8].

Materiał i metoda

Poboru próbek dokonano pod koniec okresu letniego 1975 roku, przy użyciu czerpacza rurowego w 9 wytypowanych punktach (rys. 2). W punktach

oznaczonych numerami 1, 8, 9 wysokość uzyskanego słupka osadu wynosiła 4 cm a w pozostałych około 6 cm. Pobrane próbki osadu, były morfologicznie zbliżone do siebie. Można było wyróżnić wyraźną górną ok. 1 cm warstwę czarnego mułu o konsystencji półpłynnej a pod nią warstwę zwięzłego mułu barwy szarobrazowej. Jedynie w punkcie 7 nie obserwowano wyraźnego rozgraniczenia warstw a pobrany osad był gruboziarnisty barwy lekko rudawej.

Z każdej pobranej próbki, analizie mikroskopowej poddawano 3 cm³ osadu, po 1 cm³ w odstępach dwucentymetrowych, poczynając od powierzchni warstwy osadu. W ten sposób w poszczególnych punktach poboru analizowano po trzy próbki, pochodzące z powierzchni osadów i głębokości 3 i 5 cm, a jedynie w punktach 1, 8, 9 wyodrębniono próbki pochodzące tylko z powierzchni i głębokości 3 cm.

Pobrane próbki zalewano 30% roztworem H₂O₂ a następnie mineralizowano w temperaturze 50°C do rozłożenia materii organicznej (Digerfeldt 1972) i po przemyciu zagęszczano do objętości 10 ml. Następnie przeglądano pod mikroskopem 0,05 ml próby, oznaczając i licząc napotkane organizmy zgodnie z nomenklaturą i systematyką podaną przez Siemińską [17]. Do oceny podobieństwa struktury gatunkowej użyto wskaźnika Jacquard'a [5], a stopień jego stowarzyszenia w ka-

lejszych warstwach, w rozumieniu analizy grupowej ustalono metodą Mountford'a [12]. Ocenę stopnia zróżnicowania biotycznego populacji Bacillariophyceae w osadach dokonano przy użyciu wskaźnika Shannona-Weavera [16] a stopień nasycenia gatunkowego obliczono w stosunku do przyrodniczego optimum struktury dominacji [10]. Pozostałe obliczenia statystyczne dokonano na podstawie pracy Parkera [13].

Wyniki badań

Wyniki analiz mikroskopowych próbek osadów dennych pogrupowano w warstwy odpowiadające ich lokalizacji w pobranych słupkach osadów. W ten sposób wyodrębniono górną warstwę, składającą się z próbek pobranych z powierzchniowej warstwy osadów dennych, środkową, odpowiadającą próbkom uzyskanym z głębokości 3 cm i dolną, składającą się z próbek z głębokości 5 cm. Analiza składu jakościowego zespołu Bacillariophyceae we wszystkich trzech warstwach osadów dennych jeziora Śława wykazała występowanie ogółem 103 taksonów (tab. 1). Największą ich liczbę obserwowano w górnej warstwie — w sumie 90 taksonów, a w kolejnych punktach tej warstwy ilość ich zmieniła się w zakresie od 12 do 64 taksonów. W środkowej warstwie występowało w sumie 83 taksony, zmieniając się w zakresie 4 — 59, natomiast w dolnej warstwie obserwowano tylko 68 taksonów, w zakresie 2 — 46 w kolejnych punktach.

Stwierdzono przy tym wyraźne zróżnicowanie przestrzenne, obserwowanej liczby taksonów i ich największą ilość obserwowano we wszystkich warstwach w punktach zlokalizowanych w południowo-wschodniej i północnej części jeziora a najmniejszą w części zachodniej. Zaobserwowano również dużą zmienność stałości występowania stwierdzonych taksonów. O ile w górnej warstwie 50%, obserwowanych taksonów występowało w ponad połowie badanych punktów to w środkowej już tylko 45,8% a w dolnej jedynie 33,8% (tab. 1). Z występujących taksonów jedynie *Navicula scutelloides*, *Melosira granulata* i przedstawiciele rodzaju *Fragilaria* we wszystkich trzech warstwach miało większy procentowy udział w ogólnej liczebności (tab. 1). Stosunkowo niewiele taksonów posiadało udział w zakresie 1 — 5% a w zdecydowanej większości udział obserwowanych taksonów w ogólnej liczebności Bacillariophyceae w próbie nie przekraczał 1%.

Porównanie stopnia podobieństwa składu jakościowego kolejnych punktów wykazuje we wszystkich trzech warstwach największe stowarzyszenie pomiędzy punktami zlokalizowanymi w południowo-wschodniej części jeziora od których w zdecydowany sposób odbiegają punkty zlokalizowane w zachodniej części jeziora (rys. 1). Ponadto z przedstawionych diagramów wynika, że o ile w górnej warstwie całkowite stowarzyszenie pomiędzy wszystkimi punktami wynosi 34% to w środkowej i dolnej, przy zachowaniu takiej samej tendencji skupiskowości, stopień stowarzyszenia wszystkich punktów jest mniejszy i wynosi 17,6% i 7,2%.

Największe liczebności okrzemek obserwuje się we wszystkich warstwach w punktach zlokalizowanych w północno-wschodniej części jeziora oraz w północnej części w punkcie 9, a w próbkach pobranych w zachodniej części jeziora obserwowane liczebności były znacznie mniejsze. Prawdopodobnie obrazuje porównanie procentowego udziału liczebności Bacillariophyceae w kolejnych punktach każdej warstwy, w stosunku do największych liczebności, obserwowanych w danej warstwie (rys. 2). Jakkolwiek średnia wartość procentowego udziału w każdej warstwie była zbliżona do siebie to zakres jej zmienności ulegał zwiększeniu wraz z głębokością (tab. 2), co wskazuje na najbardziej wyrównane liczebności w górnej warstwie i największe ich zróżnicowanie przestrzenne w dolnej.

Stopień zróżnicowania biotycznego największe wartości osiągnął w górnej warstwie, ulegając zmniejszeniu w dolnych (tab. 2). Natomiast procent stanu maksymalnego nasycenia gatunkowego we wszystkich warstwach był zbliżony i zmieniał się w podobnym zakresie (tab. 2), a najniższe jego wartości obserwowano w południowo-wschodniej części jeziora (rys. 2).

Dyskusja

Tempo akumulacji osadów dennych zmienia się w szerokich granicach, w zależności od hydrologicznej kategorii zbiornika, jego typu troficznego i charakteru zlewni. Zakres ten w szeregu jezior polskich wynosi 0,2 — 3,0 mm/rok [22]. Ustalono, że w wysoko produktywnych jeziorach rocznie przyrosty osadu kształtują się w zakresie 1,5 — 3,5 mm/rok, dochodząc do 5,5 mm osadu/rok [21, 2]. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem trofii zbiornika wzrasta ilość sedymentowanej materii. Przyjęcie wobec tego stałej wartości, określającej ilość sedymentującej materii organicznej jest obarczone trudnym do określenia błędem zwłaszcza, że w dużych zbiornikach, w związku z odmiennym rozwojem organizmów w różnych częściach jeziora ilość odkładanej materii organicznej, w tym samym czasie, może znacznie odbiegać od siebie. Zdając sobie z tego sprawę przyjęto jednak, że Mikulskim [11] średnie tempo sedymentacji dla przeciętnie żyznych jezior 1 mm osadu/rok, wychodząc z założenia że pobrany 1 cm³ osadu odpowiada dłuższemu okresowi czasu, a tym samym stanowi pewną średnią, umożliwiającą wyznaczenie kierunku zmian zasobności zbiornika. Przy tym założeniu górna warstwa osadów jeziora Śława odpowiada czasem obecnym. Środkowa powinna odpowiadać końcowi lat pięćdziesiątych, kiedy to rozpoczynało się intensywne zagospodarowanie zlewni i obrzeża zbiornika, a dolna okresowi lat 1925 — 35 kiedy gospodarcza działalność człowieka w zlewni była niewielka. W całej historii zbiornika intensyfikacja gospodarczej działalności człowieka koncentrowała się na jego południowo-wschodnim obrzeżu i w zlewni rzeki Czernicy. Wydaje się to mieć związek z największymi liczebnościami okrzemek w osadach w tym rejonie jeziora, a zmienność ich liczebności w kolejnych punktach każdej warstwy może sugerować występowanie odmiennych wa-

ZESTAWIENIE SKŁADU GATUNKOWEGO BACILLARIOPHYCEAE W KOLEJNYCH WARSTWACH OSADÓW DENNYCH JEZIORA SŁAWA
 + TAKSONY WYSTĘPUJĄCE Z MAŁĄ CZĘSTOTLIWOŚCIĄ (POWYŻEJ 50% PUNKTÓW).
 LICZBOWE OZNACZENIE PROCENTOWEGO UDZIAŁU W OGÓLNEJ LICZEBNOŚCI TAKSONÓW WYSTĘPUJĄCYCH W PONAD 50% PUNKTÓW:
 1 — 1%; 2 — 1%—5%; 3 — 5% —10%; 4 — 10%—20%; 5—20%

| | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------------------|---|---|---|-----|----------------------------------------------|---|---|---|
| 1 | <i>Achnanthes lenceolata</i> (Bréb.) Grun. | 2 | 1 | 1 | 53 | <i>M. italica</i> (Ehr.) Kütz. | 2 | 2 | 2 |
| 2 | <i>Amphers ovalis</i> Kütz. | 1 | 1 | 1 | 54 | <i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs | 3 | 2 | 3 |
| 3 | <i>A. veneta</i> Kütz. | + | + | 2 | 55 | <i>M. gran. vv. angustissima</i> (O.Müll.)H. | 2 | 2 | + |
| 4 | <i>Asterionella formosa</i> Hass. | 1 | 1 | 2 | 56 | <i>M. varians</i> Ag. | + | | |
| 5 | <i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cl. | + | + | + | 57 | <i>Meridion circulare</i> Ag. | + | + | |
| 6 | <i>Camphylodiscus noricus</i> Ehr. | | + | + | 58 | <i>Navicula anglica</i> Ralfs | 1 | 1 | + |
| 7 | <i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kütz. | + | | | 59 | <i>N. cryptocephala</i> Kütz. | 1 | 1 | + |
| 8 | <i>Coconeis placentula</i> Ehr. | + | + | | 60 | <i>N. cuspidata</i> Kütz. | 1 | | |
| 9 | <i>C. podiculus</i> Ehr. | + | + | | 61 | <i>N. cocconeiformis</i> Greg. | + | + | + |
| 10 | <i>Cyclotella bodanica</i> Eulens. | 2 | 2 | 2 | 62 | <i>N. exiqa</i> (Greg.) O. Müll. | + | + | + |
| 11 | <i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz. | 1 | 1 | + | 63 | <i>N. hung. v. capitata</i> (Ehr.) Cl. | 1 | + | |
| 12 | <i>C. Kützingiana</i> Thw. | 2 | + | | 64 | <i>N. mutica</i> Fütz. | 1 | 1 | + |
| 13 | <i>C. Meneghiniana</i> Kütz. | 2 | 2 | 2 | 65 | <i>N. pupula v. elliptica</i> Hust. | + | + | |
| 14 | <i>C. operculata</i> (Ag.) Kütz. | + | + | | 66 | <i>N. oblonga</i> Kütz. | | | + |
| 15 | <i>C. stelligera</i> Cl. et Grun. | 2 | 2 | 2 | 67 | <i>N. Reinhardtii</i> Grun. | + | + | + |
| 16 | <i>C. striata</i> (Kütz.) Grun. | + | | | 68 | <i>N. viridula</i> Kütz. | 1 | 1 | + |
| 17 | <i>C. sp.</i> | + | + | + | 69 | <i>N. sp.</i> | + | | |
| 18 | <i>Cymatopleurs elliptica</i> (Bréb.) W. Sm. | + | + | + | 70 | <i>N. scutelloides</i> W. Sm. | 5 | 5 | 5 |
| 19 | <i>C. solea</i> (Bréb.) W. Sm. | + | + | | 71 | <i>Neidium affine</i> (Ehr.) Cl. | + | + | + |
| 20 | <i>Cymbellou asperg</i> (Ehr.) Cl. | + | | | 72 | <i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm. | + | + | + |
| 21 | <i>C. Ehrenbergi</i> Kütz. | | | | 73 | <i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun. | + | + | + |
| 22 | <i>C. lanceolata</i> (Ehr.) V. H. | 1 | 1 | + | 74 | <i>N. filiformis</i> (W. Sm.) Hust. | + | | |
| 23 | <i>C. prostrata</i> (Berkeley) Cl. | + | | | 75 | <i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm. | + | + | |
| 24 | <i>C. ventricosa</i> Kütz. | 2 | 2 | 2 | 76 | <i>N. paleacea</i> Grun. | 2 | 1 | + |
| 25 | <i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag. | 1 | + | + | 77 | <i>N. recta</i> Hantzsch | | + | + |
| 26 | <i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib. | 1 | 1 | + | 78 | <i>N. sigmoides</i> (Ehr.) W. Sm. | | | + |
| 27 | <i>D. vulgare</i> Bory | 1 | 2 | 2 | 79 | <i>N. sinuata</i> (W. Sm.) Grun. | | + | |
| 28 | <i>Epithemia intermedia</i> Fricke | | + | | 80 | <i>N. thermalis</i> Kütz. | 1 | 1 | + |
| 29 | <i>E. turgida</i> (Ehr.) Kütz. | 1 | + | + | 81 | <i>Opephora Martyi</i> Hérib. | 2 | 2 | 2 |
| 30 | <i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz. | 1 | 1 | 1 | 82 | <i>Pinnularia maior</i> (Kütz.) Cl. | | + | |
| 31 | <i>Eunotia arcus</i> Ehr. | + | + | + | 83 | <i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl. | + | + | + |
| 32 | <i>Fragilaris capucina</i> Desm. | + | | | 84 | <i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr. | + | + | |
| 33 | <i>F. bicapitata</i> Mayer | + | | + | 85 | <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll. | | | + |
| 34 | <i>F. brevistriata</i> Grun. | 2 | 2 | 1 | 86 | <i>Rhoicosphaenia curvata</i> (Kütz.) Grun. | + | | + |
| 35 | <i>F. constricta</i> Ehr. | 1 | 1 | 3 | 87 | <i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grun. | 2 | 2 | 2 |
| 36 | <i>F. construens</i> (Ehr.) Grun. | 2 | 3 | 2 | 88 | <i>S. dubius</i> (Fricke) Hust. | + | | |
| 37 | <i>F. constr. v. subsalina</i> Hust. | 4 | 4 | 4 | 89 | <i>S. astrae v. minutulus</i> (Kütz.) Grun. | + | | |
| 38 | <i>F. intermedia</i> Grun. | 2 | 1 | 2 | 90 | <i>S. Hantzschii</i> Grun. | 1 | 1 | 2 |
| 39 | <i>F. crotonensis</i> Kitt. | 1 | 1 | + | 91 | <i>Stauroneis phoenicentron</i> Ehr. | + | | |
| 40 | <i>F. pinnata</i> Ehr. | 2 | 3 | 2 | 92 | <i>S. ancepa</i> Ehr. | 1 | + | + |
| 41 | <i>F. virescens</i> Ralfs | 1 | 2 | + | 93 | <i>Surirella linearis</i> W. Sm. | + | + | + |
| 42 | <i>F. virescens v. capitata</i> Østr. | + | + | | 94 | <i>S. ovata</i> Kütz. | | + | + |
| 43 | <i>F. virescens v. elliptica</i> Hust. | + | + | | 95 | <i>S. ovata v. pinnata</i> (W. Sm.) Hust. | + | + | 2 |
| 44 | <i>F. virescens v. mesolepta</i> V. Sch. | + | | | 96 | <i>S. robusta v. splendida</i> (Ehr.) V. H. | 1 | + | + |
| 45 | <i>Comphonema acuminatum</i> Ehr. | | + | | 97 | <i>S. spiralis</i> Kütz. | | + | |
| 46 | <i>G. angustatum vv. productum</i> Grun. | + | + | + | 98 | <i>Synedra acus</i> Kütz. | 1 | 1 | + |
| 47 | <i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. | 1 | + | + | 99 | <i>S. capitata</i> Ehr. | + | + | + |
| 48 | <i>Cyronigma scuminata</i> (Kütz.) Rabh. | 1 | 1 | + | 100 | <i>S. paretica</i> (W. Sm.) Hust. | + | + | + |
| 49 | <i>Hantzschia smphioxys</i> (Ehr.) Grun. | + | 1 | | 101 | <i>S. uina</i> (Nitzsch) Ehr. | 2 | 2 | 1 |
| 50 | <i>Melosira ambigua</i> (Grün.) O. Müll. | + | | | 102 | <i>S. ulna v. contracta</i> Østr. | | + | + |
| 51 | <i>M. erenaria</i> Moore | + | + | + | 103 | <i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz. | 2 | 1 | + |
| 52 | <i>M. diatans</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | | | | | | |

runków dla rozwoju fitoplanktonu w różnych częściach jeziora. Ich zakres największe wartości przyjmuje w dolnej warstwie, podczas gdy w środkowej i górnej obserwowany zakres zmienności jest mniejszy. Wskazuje to na zbliżone warunki rozwoju w różnych częściach jeziora a tym samym potwierdza zwiększenie wpływu działalności człowieka na warunki ekologiczne jeziora w ostatnich latach.

Jakkolwiek skład okrzemek w osadach może dobrze odzwierciedlać skład okrzemek rozwijających

się w masie wody [4], to jednak w płytkich intensywnie mieszanych zbiornikach przedstawiciele rodzajów *Asterionella*, *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Synedra* mogą ulegać destrukcji w trakcie sedymentacji, czy w czasie mieszania górnej warstwy osadów [14]. Tym samym istotnej zmianie może ulec spektrum gatunkowe w osadach, w porównaniu do struktury gatunkowej, rozwijającej się w masie wody.

W badanym jeziorze w znikomym procencie obserwowano występowanie w osadach gatunków

Tabela 2

**SREDNIE WARTOŚCI PARAMETRÓW OPISUJĄCYCH POPULACJĘ
BACILLARIOPHYCEAE (Z ZAKRESEM ZMIENNOŚCI DLA $P=0,05$)
W TRZECH WARSTWACH OSADÓW DENNYCH JEZIORA SŁAWA.**

**A — WARSTWA GÓRNA; B — WARSTWA ŚRODKOWA;
C — WARSTWA DOLNA.**

| para- metr | Wskaźnik zróż- nicowania bio- tycznego | Procentowy udział w stosunku do największych obserwowanych liczebności | Procent stanu maksymalnego nasylenia gatunkowego |
|-------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| war- stwa A | 3,8502 ± 1,3271 | 49,3 ± 20,5 | 54,8 ± 21,2 |
| B | 3,2986 ± 1,2327 | 50,1 ± 24,6 | 49,9 ± 21,8 |
| C | 2,8078 ± 1,0126 | 48,8 ± 36,1 | 55,6 ± 24,4 |

Asterionella formosa i *Fragilaria crotonensis*, które były głównymi dominantami fitoplanktonu w okresie badań 1973—75 [20]. Wymienione organizmy cechowały się dużą stałością występowania w badanych zbiorniku. Obserwowano je w badaniach prowadzonych w 1970 roku [18] oraz na przykładzie lat 1917/18 z tym, że w tym okresie zamiast *A. formosa* występowała *A. gracilis* [15]. Porównanie dominujących przedstawicieli okrzemek jeziora Sława, w tych wszystkich okresach badań wykazuje, że poza wymienionymi gatunkami licznie rozwijali się przedstawiciele rodzaju *Melosira*, zwłaszcza *M. granulata* i *M. granulata* v. *angustissima* oraz z rodzaju *Fragilaria*—*F. crotonensis* i *F. capucina* ponadto *Synedra acus*, *Cyclotella comta*, *Tabellaria flocculosa*.

W ostatnich latach badań jeziora Sława stwierdzono również wzrost rozwoju *Cyclotella meneghiniana*, *C. stelligera*, *Fragilaria construens* v. *subsalina* i *Nitzschia paleacea*. Z organizmów tych w osadach w większych liczebnościach stwierdzono jedynie przedstawiciele rodzajów *Fragilaria* (z wyłączeniem najliczniejszego w pelagialu *F. crotonensis*) oraz *Melosira granulata* i *Navicula scutelloides*, który to organizm nie został stwierdzony w pelagialu jeziora. Pozostałe dominanty z pelagialu w osadach występowały w niewielkich liczebnościach i z małą częstotliwością nie potwierdzając tym samym istotnej roli, jaką pełniły w obiegu materii i energii w jeziorze.

Stopień zróżnicowania biotycznego osiąga wyższe wartości w ekosystemach, znajdujących się w stanie równowagi i cechujących się równomiernym rozwojem organizmów. Zmniejszenie jego wartości wiąże się z jednogatunkowymi nasileniami rozwoju, będącymi symptomami postępującego procesu eutrofizacji w badaniach paleolimnologicznych stosowany jest do określenia zmian troficznych, zachodzących w historycznym okresie rozwoju zbiornika. W jeziorze Sława współczynnik ten największe wartości osiągał w górnej warstwie osadów a mniejsze w dolnej. Zależność ta wydaje się więc sprzeczna ze stwierdzonym wzrostem eutrofizacji wód jeziora [19]. Wyjaśnieniem takiego stanu może być z jednej strony niewystępowanie w osadach pancerzyków przewodnich gatunków fitoplanktonu, a tym samym niepełne odzwierciedlenie składu gatunkowego populacji okrzemek rozwijającej się w jeziorze. Przemawia za tym niewielkie nasycenie gatunkowe badanych punktów we wszystkich warstwach, w porównaniu do nasycenia maksymalnego. Drugą przyczyną może być brak miarodajności współczynnika zróż-

nicowania biotycznego, przy ograniczeniu się tylko do jednego elementu ekosystemu, jakim są przedstawiciele Bacillariophyceae. Założeniem współczynnika jest równomierny rozkład osobników pomiędzy gatunkami i należałoby dla prawidłowej jego oceny uwzględnić wszystkie taksony fitoplanktonu, rozwijającego się w jeziorze. Ograniczenie się jedynie do Bacillariophyceae powoduje znaczną utratę informacji, tym większą im mniejszy udział w biocenozie mają okrzemki. Z analizy składu jakościowego dokonanego przez Schrödera [15] wynika, że okrzemki stanowiły 19,8% ilości wszystkich taksonów, natomiast w okresie 1973—75 już 56,4% [20]. Ten wzrost udziału okrzemek w fitoplanktonie jeziora może powodować, że wartości współczynnika zróżnicowania biotycznego w górnej warstwie, w większym stopniu zbliżone są do wartości zróżnicowania biotycznego fitoplanktonu, rozwijającego się w masie wody niż wartości obserwowane w dolnych warstwach, odpowiadające okresom, kiedy procentowy udział taksonów okrzemek, w ogólnej ilości taksonów fitoplanktonu był znacznie mniejszy.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza struktury gatunkowej i liczebności Bacillariophyceae, w osadach dennych jeziora Sława wykazała występowanie największych liczebności w południowo-wschodnim rejonie jeziora, gdzie również obserwowano największe podobieństwo składu jakościowego w kolejnych punktach wszystkich warstw. Ponieważ rejon ten w największym stopniu poddawany jest skutkom gospodarczej działalności człowieka wydaje się być ona głównym czynnikiem, kształtującym warunki ekologiczne badanego jeziora, zwłaszcza że punkty zlokalizowane w północnej części jeziora odbiegały od nich zarówno składem gatunkowym jak i obserwowanymi liczebnościami. Zmniejszenie tej różnicy w górnej warstwie w porównaniu do dolnych, idące w parze z intensyfikacją gospodarczej działalności człowieka, w zlewni jeziora sugeruje zwiększenie obciążenia jeziora, dopływającym ładunkiem substancji biogenych w stopniu przekraczającym możliwości rozkładu tych substancji przez organizmy w pobliżu miejsca ich zrzutu. Potwierdza to obserwowana zmiana struktury gatunkowej i wzrost jednogatunkowych nasileń rozwoju w pelagialu jeziora w ostatnich latach.

Odzwierciedleniem postępującego procesu eutrofizacji są również, choć w nieco dyskusyjny sposób, zmiany wskaźnika zróżnicowania biotycznego i stopnia nasycenia gatunkowego osadów dennych badanego jeziora. W konkluzji można stwierdzić, że jakkolwiek analiza składu Bacillariophyceae w osadach dennych wykazuje wyraźny wpływ intensyfikacji gospodarczej działalności człowieka na wzrost eutrofizacji jeziora Sława, to ocena przebiegu tego procesu dokonana na podstawie organizmów, rozwijających się w masie wody wskazuje jego większą intensywność niż analiza dokonana na podstawie pancerzyków okrzemek w osadach.

Przyczyną takiego stanu wydaje się być utrata znacznej ilości informacji, spowodowana remineralizacją wielu taksonów, zwłaszcza gatunków przewodnich oraz ocenianie zmian, zachodzących w ekosystemie na podstawie tylko jednego jego elementu.

LITERATURA

1. R. W. BATTARBEE: Preliminary studies of Lough Neagh sediments. *Quaternary plant ecology* 1973, 279 — 289.
2. G. DIGERFELDT: The post-glacial development of Lake Trummen. *Folia Limnol. Scand.* 1972, 16,1 — 104.
3. G. D. FREY: Paleolimnology. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 1974, 20, 95 — 123.
4. E. Y. HAWORTH: The changes in the composition of the diatom assemblages found in the surface sediments of Blelham Tarn in the English Lake District during 1973. *Ann. Bot.*, 1976, 40, 1195 — 1205.
5. P. JACCARD: Lois de distribution florale dans la zone alpine. *Bull. Soc. vaud. Sci. Nat.* 1902, 38, 69 — 130.
6. A. JUSE: Diatomeen in Seesedimenten. *Ergebn. Limnol.* 1966, 4,1 — 32.
7. Z. KACZMARCZYK, A. WĘDZICKI (red.): Studia nad początkami i rozplanowaniem miast nad środkową Odrą i Dolną Wartą. *Lub. Tow. Nauk.* 1967, t. 1.
8. J. J. KRAJNIAK, M. M. GIELO: Szlaki wodne Ziemi Lubuskiej. *Wyd. Pozn.* 1971.
9. K. G. LIMPRICHT: Eine botanische Reise an dem Schlawasse und seine Umgebung. *Jahresber. Schles. Ges. v. Kultur* 1870, 40, 106 — 118.
10. M. LIOLD, R. J. GHELARDI: A table for calculating the equitability component of species diversity. *J. Anim. Ecol.* 1964, 33, 217 — 225.
11. Z. MIKULSKI: *Biologia wód śródlądowych.* PWN, Warszawa 1974.
12. M. D. MOUNTFORD: An index of similarity and its application to classificatory problems. *Progress in Soil Zoology* 1962, 43 — 50.
13. R. E. PARKER: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN, Warszawa 1978.
14. F. E. ROUND: The diatom sequence in lake deposits: some problems of interpretation. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 1964, 1012 — 1012.
15. B. SCHRÖDER: Vegetationsverhältnisse der Schwebepflanzen im Schlawasse. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 1918, 36, 648 — 659.
16. C. E. SHANNON, W. WEAVER: *The mathematical theory of communication* Univ. of Illinois Press 1963.
17. J. SIEMIŃSKA: Bacillariophyceae — Okrzemki. *Flora Ślaskowa Polski.* PWN 1964, 6.
18. A. SOLSKI, M. WASILEWSKI, K. SZUFLICKA: Ogólne wytyczne ochrony wód jeziora Ślaskiego przed zanieczyszczeniem. *Wrocław IMGW* 1973, maszynopis.
19. A. SZYJKOWSKI: Phytoplankton of the Lake Ślaskie. *Acta Hydrobiol.* 1978, 4, 345 — 364.
20. A. SZYJKOWSKI: Wpływ różnej zasobności wód w substancje biogenne na rozwój fitoplanktonu jezior (na przykładzie jezior: Ślawa i Lusowo). *Wrocław IMGW* 1980, maszynopis.
21. J. G. STOCKNER, W. W. BENSON: The succession of diatom assemblages in the recent sediments of lake Washington. *Limnol. Oceanography* 1967, 12, 513 — 532.
22. K. WIECKOWSKI: Bottom deposits in lakes of different regions of Poland (their characteristics, thicknesses and rates of accumulation). *Pol. Arch. Hydrobiol.* 1978, 25, 1/2, 488 — 489.