MONOGRAPHIAE BOTANICAE
Vol. XLII, 1974

JÓZEFA SOSNOWSKA

ZBIOROWISKA PLANKTONOWE TRZECH JEZIOR MAZURSKICH I ZAWARTOŚĆ CHLOROFILU W ICH FITOPLANKTONIE

Plankton communities of three Mazurian Lakes and chlorophyll content in their phytoplankton

Redaktor *M. Kostyniuk*

WARSZAWA

Wydano z pomocą finansową
Polskiej Akademii Nauk

KOMITET REDAKCYJNY — COMITÉ DE RÉDACTION
M. Kostyniuk (Warszawa), *A. Gajewska* (Warszawa)

ADRES REDAKCJI — ADRESSE DE LA REDACTION
WARSZAWA, AL. UJAZDOWSKIE 4

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — WARSZAWA 1974
Nakład 400+90 egz. Ark. wyd. 16,0. Ark. druk. 9,5+8 wklejek. Papier druk. sat. III kl., 80 g, 70×100. Oddano do składu w czerwcu 1973 r. Podpisano do druku w czerwcu 1974 r. Druk ukończono w lipcu 1974 r. W-108 Cena zł 50.—

Lubelskie Zakłady Graficzne im. PKWN w Lublinie — ul. Unicka 4.
Zam. 1561

WSTĘP

W światowej literaturze algologicznej ostatnich dwudziestu lat spotyka się szereg prac, w których podjęto badania zbiorowisk glonów w różnych środowiskach ekologicznych metodami fitosocjologicznymi. W większości dotyczą one glonów wód słodkich, zarówno płynących — źródeł, strumieni, rzek (Conrad 1941, Margalef 1949, Symoens 1954), jak również wód stojących. Dokładny opis zespołów glonów wyróżnionych na mułach dna małych zbiorników wodnych (kałużach, stawkach, rowach, sadzawkach) dali Prát i Cyrus (1948). Szczególne zainteresowanie budziły glony torfowisk, zwłaszcza okrzemki i desmidie, którym poświęcone są prace Fetzmann (1956), Schlütera (1961) i Symoensa (1951 a). Badano zbiorowiska glonów zarówno zbiorników nizinnych, jak i jeziora, stawy, torfianki oraz bagna wysokogórskie. Na uwagę zasługuje obszerne opracowanie Messikommera (1942) dotyczące glonów różnego rodzaju zbiorników alpejskich rozmieszczonych na wysokości między 1507 - 2680 m. Oprócz prac przedstawiających bezpośrednie wyniki badań można znaleźć w literaturze algologicznej o aspekcie socjologicznym szereg opracowań bądź o charakterze bardziej teoretycznym, bądź też dających przegląd i klasyfikację wyróżnionych zespołów, czy zbiorowisk glonów. Należy tu wymienić prace Thumarka (1945), Panknina (1945), Fotta (1948), Hadača (1948), Symoensa (1951 b).

W polskiej literaturze algologicznej pierwszą próbę socjologicznego podejścia do glonów znajdujemy w pracy Ryppowej (1927) poświęconej glonom jeziorek torfowcowych w okolicach Wigier. Nie stosując jednak fitosocjologicznych metod badawczych autorka mogła tylko sugerować występowanie odmiennych zbiorowisk w wyróżnionych środowiskach. W ostatnich latach pojawiły się pierwsze prace algologiczne o charakterze socjologicznym dotyczące głównie zbiorników Polski Południowej (Starmach 1961, 1962 a; Chudybowa 1964; Kawecka 1964; Wasylik 1965; Szklarczyk-Gazdowa 1965; Bucka 1966; Kyselowa 1966). Z innych terenów Polski należy wymienić pracę Bohra i Gizińskiego (1960) poświęconą wstępnym badaniom flory i fauny rzeki Brdy i jeziora Stoczek oraz prace Bohra (1962, 1967), z których pierwsza stanowi studium socjologiczne perifito-

nu jeziora Mamry, druga zaś jezior Polski północnej. Wspomniane wyżej badania socjologiczne dotyczą przede wszystkim glonów wód bieżących — rzek i strumieni, nierzadko odnoszą się one do glonów osiadłych. Nieliczne tylko spośród nich (Starmach 1962a, Szklarczyk-Gazdowa 1965, Bucka 1966, Kyselowa 1966) stanowią próbę zastosowania metod socjologicznych do planktonu wód stojących. Dotyczą one tylko jednego typu wód stojących, a mianowicie stawów.

Za cel niniejszej pracy przyjęto zbadanie zbiorowisk planktonowych ze szczególnym uwzględnieniem fitoplanktonu w trzech jeziorach na Pojezierzu Mazurskim: Harsz, Lemięt, Smolak, różniących się znacznie czynnikami abiotycznymi. Kolejnym zadaniem było scharakteryzowanie zbiorowisk planktonowych tych jezior z socjologicznego punktu widzenia oraz porównanie wyników ilościowych dotyczących planktonu roślinnego uzyskanych trzema sposobami: na drodze stosowania metody socjologicznej, obliczania ilości osobników w litrze wody i pomiarów chlorofilu. Praca ta stanowić ma również przyczynek do znajomości flory glonów Pojezierza Mazurskiego, które pod tym względem jest stosunkowo słabo poznane.

Badania prowadzono pod kierunkiem prof. dr Karola Starmacha, któremu serdecznie dziękuję za powierzenie mi tematu pracy, nadanie jej kierunku oraz udzielenie mi szeregu cennych uwag podczas jej wykonywania. Głęboką wdzięczność winna jestem nieżyjącemu już prof. dr Stanisławowi Sakowiczowi — dyrektorowi Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie za umożliwienie mi wykonania pracy w ramach prac badawczych Instytutu oraz za życzliwe zainteresowanie jej przebiegiem.

Szczególnie serdecznie dziękuję moim bezpośrednim zwierzchnikom — prof. dr Januszowi Zawiszy oraz prof. dr Kazimierzowi Patalasowi — kierownikom Zakładów Ichtiologii i Hydrobiologii IRS za stałą pomoc w czasie wykonywania pracy.

Wyrażam również podziękowanie prof. dr Jadwidze Siemińskiej, prof. dr Joannie Kadłubowskiej oraz dr Irenie Spodniewskiej za wnikliwe przeczytanie rękopisu pracy i krytyczne uwagi, pomocne mi przy przygotowaniu pracy do druku.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BADANYCH JEZIOR

Jeziora Harsz, Lemięt, Smolak leżą na wybitnie morenowym terenie północnej części Pojezierza Mazurskiego, w dorzeczu Węgorapy, dopływie Pregoły. Dwa pierwsze położone są na obszarze powiatu węgorzewskiego, ostatnie natomiast leży w powiecie kętrzyńskim. Pochodzenie ich, związane z ostatnim zlodowaceniem na ziemiach polskich, oraz wiek są

różne, podobnie jak i innych jezior okolic Węgorzewa, w pobliżu którego znajdują się badane jeziora (Kondracki i Szostak 1960). I tak jezioro Harsz należy do licznie reprezentowanego na tym terenie typu jezior moreny czołowej, które powstawały w zagłębieniach w wyniku zatamowania odpływu wód przez wał moren czołowych w okresie cofania się lodowca. Dna tych zagłębień posiadają niekiedy głębokie bruzdy typu rynien. Jezioro Harsz jest przedłużeniem takiej rynny przecinającej z północnego zachodu na południowy wschód leżące obok jezioro Mamry Północne. Pod względem genezy należy więc jezioro Harsz do form glacjalnych. Innego natomiast pochodzenia jest jezioro Smolak, reprezentujące typ jezior wytopiskowych, które stanowią formy postglacjalne. Wytopiska charakteryzowały się obecnością brył lodu, pokrytych niekiedy piaskiem młodszych faz zlodowacenia, położonych w zagłębieniach związanych z działalnością lodowca lub wód podlodowcowych. Różna geneza badanych jezior spowodowała niewątpliwie wytworzenie się odmiennego kształtu ich mis, ich różną głębokość i wielkość.

Największe, a zarazem najgłębsze spośród badanych, bezdopływowe jezioro Harsz, zwane również Harszyn, Charszany, Sitnickie (Olszewski 1953 a) składa się z dwóch różnych pod względem wielkości i kształtu części: z Wielkiego, inaczej zwanego Dużego Harszu oraz z Małego Harszu połączonych wąskim przesmykiem. Powierzchnia łączna obu części wynosi według batymetrii wykonanej przez Instytut Rybactwa Śródlądowego — 221,90 ha, z czego według Willera (1931 — cyt. za Olszewskim l.c.) — 21,54 ha stanowi powierzchnia Małego Harszu. Podawana przez różne źródła głębokość maksymalna jeziora, odnosząca się do Dużego Harszu waha się między 47 - 48 m, natomiast dla Małego Harszu wynosi ona 10 m. Głębokość średnia równa się 11,16 m, przy długości maksymalnej 3300 m, a szerokości maksymalnej 860 m. Duży Harsz ma kształt wydłużony, o osi skierowanej z północnego zachodu na południowy wschód, natomiast Mały Harsz charakteryzuje się kształtem raczej okrągłym. Ukształtowanie misy Dużego Harszu jest odmienne w różnych jego częściach. Najpłytsza, przeciętnie około 10 - 12 m głęboka jest część północna, głęboczek zajmuje część środkową; część południowa wykazująca od brzegu początkowo szybki, później powolniejszy spadek w kierunku głęboczka charakteryzuje się znacznymi głębokościami. Jezioro o brzegach wysokich leży w otoczeniu głównie pól uprawnych, stosunkowo ubogich, przeważa bowiem tu piasek; tylko od strony północnej znajduje się niewielki las sosnowy. Bezpośrednio nad południowo-wschodnim brzegiem jeziora leży wioska Harsz, użyźniająca w pewnym stopniu jego wody. Występujący w północnej części Dużego Harszu odpływ płynie przez sąsiadujące łąki do jeziora Mamry, oddalonego zaledwie o około 1 - 2 km.

Linię brzegową o długości 10 500 m osłania w około 80% wąski pas oczeretów. Dominującą wśród oczeretów jest *Phragmites communis* Trin.

(90%), której wąski pas z małymi przerwami występuje wzdłuż całego brzegu. Większe skupienia trzciny spotyka się w spokojnych zatoczkach oraz w północno-zachodniej części jeziora. Stosunkowo słabo rozwinięta, ze względu na wąską ławicę przybrzeżną i stromo opadające dno, roślinność zanurzona występuje w większych skupieniach głównie w północno-zachodniej części jeziora. Obserwowane tam jedynie łąki podwodne tworzą głównie *Potamogeton perfoliatus* L. i *P. natans* L., w mniejszym stopniu *Chara* Vaill. i *Ranunculus circinatus* Sibth. W innych częściach Dużego Harszu spotyka się występujące wąskim pasem *Elodea canadensis* Rich., *Myriophyllum* L., *Chara* Vaill., *Nitella* Ag., *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L., *Ranunculus circinatus* Sibth. oraz nielicznie *Lemna trisulca* L. i *Fontinalis* (Dill. L.) Myr. Nieco inaczej kształtuje się występowanie roślinności zanurzonej w Małym Harszu. Najliczniej występuje tu wzdłuż brzegów *Myriophyllum spicatum* L., następnie *Nitella* Ag., *Ranunculus circinatus* Sibth., *Chara* Vaill., *Elodea canadensis* Rich., *Potamogeton perfoliatus* L., *Fontinalis* (Dill. L.) Myr., *Lemna trisulca* L. oraz *Stratiotes aloides* L. Stosunkowo słabiej reprezentowana jest tu *Elodea canadensis* Rich.

Badania fizykochemiczne obejmujące pomiary temperatury tlenu, odczynu, twardości i przezroczystości wody przeprowadził na tym jeziorze jednorazowo w lipcu 1949 r. Olszewski (l.c.). Zaobserwowany układ termiczny charakteryzował się płytkim, sięgającym do 2,5 m epilimnionem, rozwlekłym skokiem termicznym, którego dolna granica sięgała 15 m oraz chłodnym, o temperaturze 7,5°C hypolimnionem. Znaleziono znaczne zawartości tlenu w hypolimnionie, aż do samego dna, gdzie stwierdzono 3,6 mg/lO_2. Przezroczystość wody o barwie ciemnozielonej wynosiła w lipcu 5,6 m. Odczyn i twardość węglanowa nie odbiegały od przeciętnych wartości najczęściej spotykanych w jeziorach okolic Węgorzewa. Z całości stosunków fizykochemicznych wynika, że jezioro Harsz jest najmniej zeutrofizowane spośród jezior tych okolic. Olszewski (l.c.) zalicza je, opierając się na klasyfikacji Stangenberga (1936) do jezior a-mezotroficznych.

Wyniki szczegółowych pomiarów czynników fizykochemicznych przeprowadzonych na jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak w trakcie niniejszych badań planktonowych będą podane i omówione w jednym z dalszych rozdziałów.

W odległości około 1,5 km na wschód od jeziora Harsz, wśród lasu i pagórków, na obszarze dawnego zastoiska jeziora Mamry, w jego krańcowo wschodniej części położone jest nieduże, o kształcie lekko wydłużonym w kierunku ze wschodu na zachód, jezioro Lemięt, zwane również Leminek lub Lipnik. Jego powierzchnia wynosi 70,5 ha, głębokość maksymalna 18,3 m, głębokość średnia 6,4 m, głębokość względna 0,022. Olszewski (l.c.) oraz wcześniejsi badacze tego jeziora (Braun 1902

i Willer 1931 — cyt. za Olszewskim 1953 a) podają głębokość maksymalną jeziora 14 m. Długość maksymalna 1350 m, szerokość maksymalna 750 m. Jezioro Lemięt posiada dopływy w postaci dwóch rowów odwadniających, położone w pobliżu torfowisko oraz strumyk „Zimna Woda", który przepływa przez jezioro i wpada do oddalonego o 1,2 km na północ jeziora Święcajty. Jezioro Lemięt należy do zlewni jeziora Mamry.

Północno-wschodni jego brzeg zbudowany z piasków, żwirów, częściowo z gliny zwałowej charakteryzuje się dużymi stromiznami, co znajduje swoje przedłużenie w równie stromo opadającym dnie północnym. Najbardziej jednak stromy jest najkrótszy wschodni brzeg, którego stok gwałtownie opada do znajdującego się w niedużej odległości głęboczka. Brzeg południowy natomiast, na budowę którego składają się mułki, margle oraz piaski pochodzące z akumulacji jeziornej, ma spadek bardzo łagodny. Wzdłuż brzegu ciągnie się stosunkowo długa i płytka ławica przybrzeżna z bardzo wyraźnie wykształconym stokiem, szczególnie rozległa przy południowym brzegu. Najsłabiej zaznacza się stok w zachodniej części jeziora w związku z panującymi tam płyciznami. Brzegi jeziora, poza zachodnią częścią są porośnięte dość szerokim pasem krzewów i drzew, wśród których przeważa olsza czarna z pojedynczymi brzozami, szczególnie często spotykana na niskich, miejscami podmokłych brzegach południowych.

Linia brzegowa o długości 3600 m jest rozwinięta słabo. Wzdłuż północnego jej odcinka rośnie zwartym, wąskim pasem *Phragmites communis* Trin., która obok *Scirpus lacustris* L. najliczniej reprezentuje roślinność wynurzoną w jeziorze Lemięt. W mniejszych ilościach występują *Equisetum limosum* L., *Typha angustifolia* L., *Scirpus eupaluster* Ldb., *Carex* sp. div. i *Sparganium ramosum* Huds. Największe skupienia oczeretów utworzone z *Phragmites communis* Trin., *Typha angustifolia* L., *Equisetum limosum* L., *Sparganium ramosum* Huds. obserwuje się w płytkiej, zachodniej części jeziora. Przy południowym brzegu słabo porośniętym roślinnością wynurzoną spotyka się tylko drobne skupienia *Equisetum*, *Scirpus lacustris* L., *S. eupaluster* Ldb. oraz *Typha* L. i *Phragmites* Adans. Wschodni brzeg jest całkowicie pozbawiony oczeretów, nieco tylko *Scirpus eupaluster* Ldb. występuje w pobliżu strumyka „Zimna Woda". Roślinność wynurzona zajmuje 10,1% powierzchni jeziora.

Podobnie stosunkowo nieduży procent (13,2) powierzchni zajmują łąki podwodne. Brzeg północny zupełnie, a wschodni prawie zupełnie pozbawione są roślinności zanurzonej. Większe skupienia *Myriophyllum verticillatum* L. występują jedynie w sąsiedztwie strumyka „Zimna Woda". Największe przestrzenie zajmują łąki podwodne od strony zachodniej, od południowej natomiast występują tylko na stoku wąskim pa-

sem. Łąki te tworzą głównie *Myriophyllum verticillatum* L., *Ceratophyllum submersum* L., pojedynczo spotyka się *Potamogeton perfoliatus* L., *Ranunculus circinatus* Sibth., *Potamogeton crispus* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Polygonum amphibium* L.

Jezioro Lemięt zaklasyfikował Bernatowicz (1960) do typu wywłócznika, podtypu b (jeziora z nielicznymi łąkami podwodnymi). Słaby rozwój roślinności zanurzonej jest spowodowany tu przede wszystkim płytkim litoralem, na skutek czego działanie fal jest tu silne oraz stromym stokiem i słabą przezroczystością wody. Olszewski (l.c.) i Patalas (1960 a) badając wcześniej jezioro Lemięt pod względem czynników fizykochemicznych stwierdzili w lipcu 1949 r. i sierpniu 1955 r. przezroczystość wody równą 1,3 i 1,1 m.

Znaleziony przez wspomnianych autorów układ termiczny i tlenowy charakteryzował się zarówno w okresie letnim jak i zimowym wyraźną stratyfikacją. Epilimnion w okresie letnim obejmował warstwy 4,5 - 5 m; skok termiczny sięgał niekiedy do dna. Notowano tu stosunkowo niskie temperatury — 8°C na głębokości 15,5 m. Jezioro jest słabo mieszane — Patalas (1960 b) zalicza je do jezior IV stopnia statyczności. Układ tlenowy pokrywał się w okresie letnim ze stratyfikacją termiczną, skok tlenowy był tu jednak bardzo gwałtowny, obserwowano go w warstwie 4 - 6 m, poniżej której następował spadek tlenu od 1,0 mg/l - 0,4 mg/l przy dnie. Olszewski (l.c.) stwierdził całkowity zanik tlenu poniżej 7 m, a od 10 m do dna występowanie siarkowodoru, szczególnie intensywne przy dnie.

Jak wykazują wcześniejsze badania składu chemicznego wody, jezioro Lemięt charakteryzuje się wysoką zawartością soli fosforowych zarówno w okresie letnim, przy beztlenowych warunkach w głębszych partiach jeziora i dużej statyczności sprzyjającej kumulowaniu fosforanów w warstwie przydennej, jak również w zimie, kiedy ilość tlenu nie spada poniżej 6,0 mg/l. W okresie zimowym znaleziono 0,46 mg/l P_2O_5. Stwierdzono również dość wysokie ilości azotu. Charakterystyczny jest tu również układ wapnia; przy dużych zmianach sezonowych w zawartości tego pierwiastka obserwowano wyraźne różnice jego ilości pomiędzy warstwą powierzchniową i przydenną, utrzymujące się w okresie zarówno letnim jak i zimowym. Wynosiły one w lecie 12 mg/l, w zimie 34 mg/l CaO. Układ ten jest związany z dużą statycznością zbiornika oraz przypuszczalnie z oddziaływaniem dopływu. W przeciwieństwie do wapnia, zawartość potasu wykazywała dużą stabilność. Ogólnie zasobność w sole mineralne jeziora Lemięt ocenia Patalas (1960 d) jako wysoką, zaliczając je, podobnie jak i Olszewski (l.c.), do jezior eutroficznych.

Najmniejszym, a zarazem najpłytszym spośród badanych jezior jest małe, pozbawione dopływów i odpływów, o żółtobrązowej wodzie jezioro Smolak, określane przez Patalasa (1960 d) jako „suchar", położone

wśród lasów iglastych około 20 km na południowy wschód od jeziora Lemięt, 750 m od leżącego bardziej na południu dużego jeziora Gołdopiwo. Od północy sąsiaduje z jeziorami Krzywa Kuta i Biała Kuta. Jezioro o kształcie wydłużonym, którego oś podłużna usytuowana jest w kierunku północ-południe, posiada powierzchnię równą 5,3 ha, głębokość maksymalną 5,1 m. Jego długość maksymalna wynosi 500 m, szerokość 160 m. Długość linii brzegowej równa 1150 m. Wzdłuż łagodnych brzegów rośnie zwarty pas *Carex* L., częsta jest tu także *Drosera rotundifolia* L.; w południowej części jeziora występuje sporadycznie *Nymphaea alba* L.

Badania fizykochemiczne wykonane w 1953 r. i 1955 r. przez Patalasa (1960 a - d) wykazywały w szczycie stagnacji letniej obu lat prawie zupełną homotermię oraz prawie zupełnie równomierne natlenienie wody w całym słupie. Natomiast obserwacje własne, prowadzone równolegle z badaniami planktonowymi, stanowiącymi podstawę niniejszej pracy, wskazują na istnienie wyraźnej stratyfikacji termicznej i tlenowej. Duże również różnice znaleziono w przeźroczystości wody: przejrzysta do dna była w sierpniu 1955 r., a tylko do 2 m w tym samym miesiącu 1961 r. Jezioro według oceny Patalasa (1960 b) jest dobrze mieszane (II stopień statyczności).

Pod względem zasobności w substancje pokarmowe, jezioro Smolak oceniane jest (Patalas 1960 c, d) jako wybitnie ubogie; posiadało ono najuboższą w sole mineralne wodę spośród ponad 40 badanych jezior zgrupowanych w okolicy Węgorzewa. Azotany i fosforany występowały w ilościach w pobliżu granic czułości stosowanej metody badań lub nie wykrywano ich zupełnie. Wapń spotykano w ilościach od 2,0 (latem) do 6,0 mg/l CaO (zimą), co stanowi 1/20 - 1/30 przeciętnych wartości stwierdzanych w innych badanych jeziorach. Podobnie kształtowały się ilości sodu, od 0,4 - 1,6 mg/l, będące 1/10 - 1/20 wartości przeciętnie spotykanych.

Wszystkie dane morfometryczne, częściowo fizykochemiczne i florystyczne podaję opierając się na „Operatach Zagospodarowania Jezior Harsz, Lemięt, Smolak", opracowanych i udostępnionych mi przez Instytut Rybactwa Śródlądowego.

METODA POBIERANIA I OPRACOWANIA MATERIAŁU

Charakterystykę zbiorowisk planktonowych w badanych jeziorach oparto na materiałach siatkowych uzupełnianych próbami wody nie cedzonej, pobieranymi do analizy na nannoplankton. O ilości fitoplanktonu wnioskowano na podstawie: 1) wielkości współczynnika pokrycia (*P*); 2) liczebności osobników w litrze wody; 3) pomiaru zawartości chlorofilu w planktonie roślinnym. Oznaczano również wilgotną objętość

planktonu przez pomiar osadu z materiałów siatkowych w konicznych probówkach kalibrowanych.

Materiały zbierano od 28 III 1961 r. do 4 IV 1962 r., poza okresem zimowym, mniej więcej co dwa tygodnie, natomiast w okresie pokrycia lodem (grudzień - kwiecień) — raz na miesiąc. Wszystkie trzy rodzaje prób (siatkowe, nannoplanktonowe oraz chlorofilowe) pobierano z tych samych warstw, z jednego stanowiska, stanowiącego mniej więcej najgłębsze miejsce jeziora.

Połowów w poszczególnych jeziorach dokonywano z następujących głębokości:

jezioro Harsz	jezioro Lemięt	jezioro Smolak
0 m	0 m	0 m
1 m	1 m	1 m
2,5 m	2,5 m	2 m
5 m	5 m	3 m
10 m	10 m	4 m
20 m	ok. 15 m	ok. 5 m
30 m		
ok. 40 m		

Tak więc każdorazowo uzyskiwano 8 prób z jeziora Harsz, 6 prób z jeziora Lemięt oraz 6 prób z jeziora Smolak. Jedną próbę siatkową stanowiło 10 l wody pobieranej pięciolitrowym czerpakiem typu Patalasa, przecedzonej przez siatkę z gazy młynarskiej nr 25. Do analizy na nannoplankton brano 100 cm^3 wody nie cedzonej. Ilość wody do analizy na zawartość chlorofilu wynosiła od czterech (jezioro Harsz) do dwóch litrów (jeziora Lemięt i Smolak). Wodę tę konserwowaną chloroformem przewożono w ciemnych naczyniach i bezpośrednio po przywiezieniu do laboratorium sączono przez papierowe niemieckie filtry twarde nr 388 pokrywane pod ciśnieniem siarczanem baru. Ekstrakcji chlorofilu dokonywano 80% acetonem, metodą Winberga i Siwki (1953) stosując kolorymetr Pulfricha z filtrem o maksymalnej długości fali 665. Do pomiaru ekstraktów używano kuwet o długości 20 cm. Dla wykreślenia krzywej absorbcji światła przez chlorofil użyto jako płynu standardowego roztworu acetonowego krystalicznego chlorofilu firmy „Sandoz" (Szwajcaria).

Ogółem przeanalizowano 378 prób siatkowych i tyleż samo prób na nannoplankton, z czego 160 przypadło na jezioro Harsz, 114 na jezioro Lemięt i 104 na jezioro Smolak. Materiały zarówno siatkowe, jak i nie cedzone utrwalano płynem Lugola, a następnie konserwowano około 2% formaliną. Aby uchwycić możliwie pełny skład gatunkowy fitoplanktonu pobierano każdorazowo szereg dodatkowych prób planktonu siatkowego przeznaczonych do oznaczeń na żywo. Materiały te pozostawione bez konserwacji posłużyły później do oznaczeń niektórych gatunków

Dinophyceae i *Conjugales*. Okrzemki oznaczano po uprzednim wyprażeniu.

Dla porównania zbiorowisk planktonowych trzech badanych jezior przyjęto metodę opracowania materiałów wynikającą z głównego założenia pracy — charakterystyki ich z socjologicznego punktu widzenia. Zastosowana metoda Starmacha (1962 a i 1962 b) polega, wobec słabo jeszcze zaawansowanych badań nad zespołami glonów oraz niedostatecznie opracowanej metodyki, na charakterystyce oraz wyróżnianiu zbiorowisk glonów na podstawie gatunków o V i IV stopniu stałości, tj. występujących w 100 - 61% zdjęć, nazwanych dominantami, a nie w oparciu o charakterystyczną kombinację gatunków, obejmującą gatunki charakterystyczne bez względu na stopień stałości oraz gatunki towarzyszące o wysokim stopniu stałości (V i IV), jak ma to miejsce w socjologicznych badaniach roślin wyższych metodą Braun-Blanqueta.

Każda próba planktonu sieciowego z 10 litrów wody uzupełniana pod względem składu florystycznego badaniem 100 cm^3 wody nie cedzonej była traktowana jako odpowiednik płatu zespołu w fitosocjologii roślin wyższych i stanowiła podstawę zdjęcia socjologicznego. Analizę materiału przeprowadzano w następujący sposób: osad planktonu sieciowego zagęszczano zawsze jednakowo, tak aby ilość wody nad nim była trzykrotnie większa od jego objętości. Z tak zagęszczonego materiału sporządzano trzy preparaty używając szkiełek przykrywkowych 20×20 mm. W każdym z trzech preparatów szacowano plankton roślinny na trzech pasach o łącznej powierzchni około 20 mm^2, stosując powiększenie 210 ×; plankton zwierzęcy zaś na powierzchni około 60 mm^2 (również trzy pasy w każdym preparacie) przy powiększeniu 120 ×. Trzy preparaty stanowiły podstawę uzyskania oceny średniej ilości organizmów planktonowych na powierzchni standardowej, za którą przyjęto dla fitoplanktonu 20 mm^2, a dla zooplanktonu 60 mm^2.

W celu uchwycenia możliwie pełnego składu gatunkowego przeglądano każdorazowo cały preparat, notując spotkane poza powierzchnią standardową gatunki jako rzadkie. Szacowano pod mikroskopem wszystkie organizmy planktonu roślinnego zachowujące się w materiale konserwowanym, zidentyfikowane na podstawie materiałów świeżych oraz niemożliwe do oznaczenia, traktując je niezależnie od formy występowania (kolonie, nitki, wstęgi itd.) jako pojedyncze osobniki. Próby 100 cm^3 wody nie cedzonej stanowiły uzupełnienie składu gatunkowego fitoplanktonu uzyskanego z materiałów siatkowych. Ponadto na ich podstawie obliczano bezwzględne ilości organizmów planktonu roślinnego w 1 litrze wody, służące dla porównań oceny obfitości fitoplanktonu z dwoma innymi metodami stosowanymi w niniejszej pracy — socjologiczną oraz chlorofilową. Z osadu prób nie cedzonych zagęszczanego do znanej objętości (0,5 - 2 cm^3) sporządzano trzy preparaty jak wyżej i przeglądano w każdym z nich 6 pasów przy powiększeniu 450 × licząc wszystkie

spotkane organizmy. Znając objętość zawiesiny, do jakiej zostało zagęszczone 100 cm^3 wody oraz część, jaka została poddana analizie, można było obliczyć ilość osobników w 1 litrze. Część ta stanowiła 1,3 - 5,0% całej próby w zależności od ilości osadu. Poza liczonymi pasami przeglądano każdorazowo cały preparat w celu znalezienia gatunków rzadko spotykanych. W każdej próbie określano, zgodnie z propozycjami Starmacha (1962 b): skład gatunkowy fito- i zooplanktonu, ilość osobników poszczególnych gatunków lub wyższych jednostek taksonomicznych, ich wielkość oraz pokrycie.

1. Skład gatunkowy fito- i zooplanktonu

Jakościowy skład planktonu roślinnego, jako głównego elementu podjętej charakterystyki zbiorowisk planktonowych starano się określić tak dokładnie, jak było to możliwe. Aby uzyskać jak najbardziej pełny obraz składu gatunkowego fitoplanktonu badanych jezior, uzupełniano listy gatunkowe uzyskane z materiałów siatkowych gatunkami spotykanymi wyłącznie w próbach na nannoplankton. Gatunki takie otrzymywały w szacunkowej ocenie ilości znak +, czyli określano je jako gatunki rzadkie. W przypadkach, jeśli niemożliwe było określenie gatunku, podawano tylko rodzaj. Przy zooplanktonie ograniczono się do określenia składu gatunkowego *Copepoda* i *Cladocera* jako grup dobrze charakteryzujących typy limnologiczne jezior na terenie Polski (Patalas J., Patalas K. 1966).

W tym miejscu pragnę podziękować Pani mgr J. Patalas za oznaczenia gatunkowe skorupiaków planktonowych.

2. Ilość osobników poszczególnych gatunków lub wyższych jednostek taksonomicznych

Dla oceny ilości używano 6-stopniowej skali (wg Starmacha 1962 b):

+ — Bardzo rzadko. Dany organizm występuje pojedynczo, nie w każdym preparacie. W sumie około 1 - 6 okazów w trzech badanych preparatach.

1 — Pojedynczo. W sumie około 10 osobników na powierzchni standardowej równej 20 mm^2.

2 — Mało. W sumie około 50 osobników na powierzchni standardowej.

3 — Średnio. 1 - 3 osobników prawie w każdym polu widzenia. W sumie około 100 - 150 okazów na powierzchni standardowej.

4 — Dużo. 4 - 5 osobników w każdym prawie polu widzenia. W sumie około 250 okazów na powierzchni pola standardowego.

5 — Bardzo dużo. Przeważa bezwzględnie występując w ilości większej niż 5 osobników w każdym polu widzenia. W sumie więcej niż 250 okazów na powierzchni standardowej.

3. Wielkość gatunków względnie wyższych jednostek taksonomicznych

Wielkość poszczególnych gatunków określano posługując się wymiarami liniowymi na podstawie rzutu osobników danego gatunku na płaszczyznę pola widzenia w mikroskopie. Szacowano ją według 6-stopniowej skali (5 - 1 i +), którą przedstawia tabela 1.

Ponieważ poszczególne stopnie skali odpowiadające określonym wartościom pomiarów nie wyrażają stosunków proporcjonalnych między nimi, wprowadzono współczynnik przeliczenia wyrażający stosunek najniższych wartości w skali (1) do coraz wyższych. Pozwala on lepiej zobrazować rozmiary osobników jednego gatunku w stosunku do innego, a tym samym uwypukla pozycję danego gatunku w zbiorowisku. Podstawą oceny wielkości gatunków były pomiary szeregu parametrów, stanowiące średnio przynajmniej 10 okazów danego gatunku z różnych okresów roku lub różnych jezior, o ile nie obserwowano między nimi dużych wahań w wymiarach. W przeciwnych przypadkach osobno oceniano wartości średnie pomiarów dla mniejszych i większych osobników tego samego gatunku. W przypadku organizmów o długich wyrostkach (np. *Phacus longicauda*), które stanowiły małą powierzchnię w stosunku do całego ciała, mierzono je bez wyrostków. Wielkość organizmów okrągłych lub owalnych szacowano na podstawie pomiaru ich średnicy lub

Tabela 1 — Table 1

Skala szacowania wielkości glonów
(według Starmacha 1962 b)

Scale of size evaluation of the algae
(after Starmach 1962 b)

Wartość skali Values of the scale	Przyjęta wielkość w μ Accepted size in μ	Średnia wielkość w μ Average size in μ	Współczynnik przeliczenia Coefficient of size calculation
5	ponad 300 over	350	16
4	200 – 300	250	11
3	100 - 200	150	7
2	40 – 100	70	3
1	4 - 40	22	1
+	0 – 4	2	0,1

długości. U organizmów bardziej wydłużonych, np. *Surirella* sp. mierzono długość i szerokość, uzyskane wartości dodawano, a następnie dzielono przez 2. Otrzymaną w ten sposób wartość szacowano według skali. Za miarę wielkości wszystkich organizmów typu gwiazd przyjmowano wymiar ich średnicy, niezależnie z ilu żeberek składała się kolonia.

Wielkość organizmów bardzo wąskich, a długich, m.in. organizmów nitkowatych szacowano na podstawie odcinka widocznego w polu widzenia mikroskopu (bez uwzględnienia ich rzeczywistej długości) według skali:

przy szerokości	1 - 5 μ	wartość	skali	1
„ „	5 - 20 μ	„	„	2
„ „	20 - 40 μ	„	„	3
„ „	40 - 60 μ	„	„	4
„ „	60 - 80 μ	„	„	5

Nici o długości równej połowie średnicy pola widzenia w mikroskopie lub krótsze otrzymywały stopień bezpośrednio niższy.

4. Wskaźnik pokrycia

Obliczano go dla każdego gatunku w próbie mnożąc ilość (ocenianą według skali) przez współczynnik przeliczenia odpowiadający poszczególnym wartościom skali wielkości. Liczby uzyskane w ten sposób określają rolę gatunku w zbiorowisku w stosunku do pozostałych komponentów, obrazując wspólną masę osobników tego samego gatunku w porównaniu do masy osobników innego gatunku.

Przeanalizowany w powyższy sposób materiał był podstawą do syntetycznej oceny wyników uzyskanych z poszczególnych zdjęć socjologicznych. W tym celu zdjęcia socjologiczne pochodzące z jednej strony z określonych sezonów, z drugiej zaś z podobnych środowisk grupowano razem, ustalając dla poszczególnych gatunków stopień stałości (*S*) i współczynnik pokrycia (*P*). Uwzględniano przy tym wszystkie znalezione przy analitycznym opracowaniu zdjęć gatunki, niezależnie od tego, czy były to typowe organizmy planktonowe, czy też znalazły się w planktonie przypadkowo. Udział zresztą tych ostatnich tak pod względem liczby gatunków, jak i liczebności osobników nie był zwykle duży.

Zdjęcia socjologiczne pochodzące z podobnych środowisk grupowano razem. Za kryterium podobieństwa przyjęto stosunki termiczno-tlenowe. Przy grupowaniu zdjęć socjologicznych według sezonów kierowano się głównie przebiegiem zmian termiczno-tlenowych w jeziorze. Zdjęcia socjologiczne z okresu wiosny podzielono na dwie grupy: oddzielnie rozpatrywano dwie pierwsze pobrane serie prób, pochodzące z okresu po zejściu pokrywy lodowej, a osobno próby pochodzące z późniejszych terminów. Przyczyną tego rozdziału były obserwowane w jeziorach Pojezierza Mazurskiego maksima wiosenne fitoplanktonu występujące wkrótce po zejściu lodu (Półtoracka 1962) trwające niekiedy bardzo krótko. Można więc było oczekiwać znacznych różnic w masie planktonu roślinnego, jak również w jego składzie gatunkowym w początkowym i późniejszym okresie wiosny.

Podczas letniej i zimowej stratyfikacji termicznej za środowiska podobne uważano górne warstwy wody odpowiadające mniej więcej epilimnionowi oraz warstwy ponad dnem odpowiadające w jeziorach Harsz

i Lemięt hypolimnionowi, a w jeziorze Smolak metalimnionowi. Zdjęcia socjologiczne pochodzące z tych dwóch warstw grupowano oddzielnie we wszystkich sezonach, w których obserwowano stratyfikację termiczną. I tak w jeziorze Harsz rozpatrywano łącznie z jednej strony zdjęcia pochodzące z warstw 0 m, 1 m, 2,5 m, 5 m, z drugiej zaś z 20 m, 30 m i z próby przydennej; w jeziorze Lemięt z 0 m, 1 m, 2,5 m oraz 10 m i próby przydennej; w jeziorze Smolak z 0 m, 1 m, 2 m oraz 4 i 5 m. Przyjmując, że w zasięgu epilimnionu, metalimnionu i hypolimnionu panują zbliżone warunki życia dla planktonu, traktowano te warstwy jako jednorodne w swoim zasięgu, a różne między sobą środowiska. W okresach cyrkulacji zdjęcia socjologiczne pochodzące z różnych głębokości analizowano łącznie.

Stałość (*S*) oraz współczynnik pokrycia (*P*) określano dla każdego gatunku na podstawie połączonych zdjęć socjologicznych pochodzących: a) z poszczególnych sezonów (wczesna wiosna, wiosna, lato, jesień, zima), z całego słupa wody od powierzchni do dna; b) 1. z warstwy górnej i 2. z warstwy dolnej w okresach letniej i zimowej stratyfikacji termicznej.

Stałość (*S*) określano za pomocą 5-stopniowej skali:

V — gatunek występuje w 81 - 100% zdjęć,
IV — gatunek występuje w 61 - 80% zdjęć,
III — gatunek występuje w 41 - 60% zdjęć,
II — gatunek występuje w 21 - 40% zdjęć,
I — gatunek występuje w 1 - 20% zdjęć.

Na podstawie określenia stałości poszczególnych gatunków wyróżniono dominanty z klasą stałości V i IV, subdominanty z klasą stałości III i II oraz adominanty z klasą stałości I.

Współczynnik pokrycia (*P*) obliczano ze wzoru:

$$P = \frac{s \cdot 100}{n},$$

gdzie s = sumie wskaźników pokrycia poszczególnych gatunków w tabeli, n = ilość zdjęć w tabeli.

SKŁAD CHEMICZNY ORAZ FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI WODY

Charakterystykę składu chemicznego oraz ocenę fizycznych właściwości wody oparto na wynikach analiz prób z warstwy 1 m pod powierzchnią i z warstwy 1 m nad dnem, pobieranych z reguły w miesięcznych interwałach na tych samych stanowiskach co próby do badań fito- i zooplanktonu. Wyniki analiz wykonanych głównie przez mgr A. Koryckę, częściowo w ramach badań własnych zestawiono w tabeli 2 oraz przedstawiono graficznie na rysunku 1.

Pomiary temperatury, tlenu oraz widoczności przeprowadzane co 2 tygodnie podano na rys. 3 - 5. Analizy chemiczne wody wykonano standardowymi metodami podanymi w podręcznikach Justa i Her-

manowicza (1955) oraz w Standard Methods (1955). Szczegółowe omówienie chemizmu badanych jezior obejmuje praca Koryckiej (1969).

W poszczególnych porach roku obserwowano w badanych jeziorach, reprezentujących odrębne cechy morfometryczne oraz różne położenie, odmienne układy termiczne i tlenowe. Pod względem typu stratyfikacji termicznej jeziora Harsz i Lemięt wykazywały trzy piętra: epi-, meta- i hypolimnion; natomiast jezioro Smolak tylko dwa piętra: epi- i metalimnion.

Okres letniej stratyfikacji termicznej trwał najdłużej w najgłębszym jeziorze Harsz — prawie siedem miesięcy: od połowy kwietnia do połowy listopada; najkrócej natomiast w najpłytszym jeziorze Smolak — prawie 5 miesięcy: od połowy kwietnia do połowy września. W jeziorze Lemięt natomiast letnia stratyfikacja termiczna utrzymywała się prawie sześć miesięcy: od połowy kwietnia do początku października.

Zróżnicowanie pionowe w zawartości tlenu zaznaczyło się w początkowym okresie letniej stratyfikacji, w pierwszych dniach maja. Już w tym czasie jezioro Lemięt wykazywało znaczny deficyt tlenowy (56,1% nasycenia) w partiach poniżej 10 m głębokości. W czerwcu w warstwach przydennych wszystkich jezior postępowało wyczerpywanie się tlenu, w różnych jeziorach w różnym tempie. Najmniej obniżone natlenienie zanotowano w tym czasie w jeziorach Harsz (47,3% nasycenia) i Smolak (44,8%), znacznie mniej tlenu miało jezioro Lemięt — 27,9%. W jeziorze Lemięt wystąpił już w końcu czerwca poniżej 8 m siarkowodór, podczas gdy w jeziorze Smolak wystąpił on dopiero w lipcu, przy dnie. W lipcu obserwowano dalszy spadek natlenienia w warstwach przydennych, podczas gdy warstwy powierzchniowe wykazywały zróżnicowanie od 95,8% nasycenia w jeziorze Smolak do 104,9% w jeziorze Harsz.

W okresie jesiennej cyrkulacji najszybciej natleniły się warstwy przydenne płytkiego jeziora Smolak, najpóźniej głębokiego jeziora Harsz. Homotermia w jeziorach Lemięt i Smolak nastąpiła w październiku, w pierwszym z nich przy 12,5°C, w drugim przy 11,3°C. Natomiast w głębokim jeziorze Harsz dopiero w drugiej połowie listopada nastąpiło pionowe wyrównanie temperatury, przy 6,2°C, a jednocześnie cała masa wody tego jeziora została natleniona równomiernie.

Okres zimowy charakteryzował się wyraźną odwrotną stratyfikacją we wszystkich jeziorach. W tym czasie nastąpiło silne wyczerpanie tlenu, zwłaszcza w warstwach przydennych jezior Smolak i Lemięt. W obu jeziorach wystąpił ponadto siarkowodór, którego pułap w jeziorze Smolak był w tym okresie szczególnie wysoki. Najlepsze warunki tlenowe posiadało jezioro Harsz, ale i tu warstwy poniżej 25 m miały tylko około 50% nasycenia.

Jednym z ważniejszych elementów różnicujących badane jeziora było stężenie jonów wodorowych. Najwyższą spotykaną wartość pH = 8,9

Tabela 2 — Table 2

Skład chemiczny (w mg/l) oraz fizyczne właściwości wody w jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak w różnych porach roku na głębokości 1 m (liczby górne) i w warstwie przydennej (liczby dolne)
Dane wg Koryckiej (1969)

Chemical composition (in mg/l) and physical proprieties of water of three lakes: Harsz, Lemięt and Smolak in different seasons on depth of 1 m (upper numbers) and in the layer near the bottom (lower numbers)
According to Korycka (1969)

Jeziora Lakes	Pora roku Seasons	Składniki badane — Investigated components																		
		Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	Fe	$P(PO_4)$	$N(NH_4)$	$N(NO_3)$	$N(NO_2)$	SiO_2	Cl^{-}	SO_4^{--}	CO_3^{--}	HCO_3^{-}	Utlenialność Oxygen consumption O_2	Sucha pozostałość Dry residue	pH	Barwa Colour °Pt	Przewodnictwo Electrolytic conductivity in 20° C µS · cm $^{-1}$
Harsz	wczesna wiosna early spring 28.III-18.IV.1961r.	34 33	7,2 7,8	5,7 5,0	4,9 4,7	0,00 0,00	0,022 0,016	0,00 0,00	0,00 0,00	— —	0,0 0,0	8,8 9,2	8,6 8,2	3,0 3,0	150 150	9,3 8,0	208 204	7,9 7,9	20 20	238 238
	wiosna — spring 2.V-23.VI	31-32 31-32	7,5-10,5 6,5-12,5	5,5-5,6 5,6-5,6	5,0-5,1 5,0-5,0	0,00 0,00	0,000-0,012 0,036-0,073	0,00-0,14 0,00-0,07	0,00 0,00	0,0000 0,0000	0,0-1,1 0,0-1,1	5,3-8,9 8,5-9,9	11,6-17,4 11,8-14,0	6,0-9,0 0,0	143-150 147-152	8,2-8,8 7,8-8,8	223-224 223-224	7,4-8,4 7,6-7,8	20-20 20-25	238-253 240-264
	lato — summer 7.VII-21.IX	27-33 30-35	6,5-15,0 7,5-19,0	5,3-6,1 5,3-6,4	4,0-4,3 4,0-4,7	0,00 0,00-0,17	0,000-0,120 0,120-0,128	0,00-0,19 0,09-0,38	0,00-0,06 0,14-0,34	0,0000-0,0032 0,0000-0,0078	0,6-1,6 1,2-2,6	9,2-10,6 9,5-11,4	11,8-13,3 8,6-14,0	6,0-9,0 0,0	124-132 152-171	8,0-10,9 8,3-10,6	219-237 221-258	8,4-8,5 7,4-7,8	15-25 15-25	223-225 238-240
	jesień — autumn 10.X-12.XII	32-37 35-37	7,5-12,5 7,5-15,0	5,2-5,5 5,2-5,5	3,4-3,8 3,6-3,8	0,00 0,00-0,22	0,007-0,077 0,077-0,160	0,00-0,13 0,00-0,31	0,00-0,13 0,00-0,18	0,0000-0,0030 0,0017-0,0120	1,4-2,5 2,3-3,0	8,9-11,4 9,2-10,6	9,3-11,1 7,9-9,5	0,0-1,8 0,0	147-152 152-171	9,9-12,8 10,4-12,8	227-227 242-252	8,0-8,1 7,5-8,0	10-10 10-15	231-244 234-264
	zima — winter 22.I-4.IV.1962r.	27-31 32-34	11,0-14,5 11,0-14,5	5,7-6,5 6,3-6,6	7,9-8,9 7,6-8,1	0,00 0,00-0,03	0,010-0,051 0,077-0,174	0,00-0,16 0,03-0,16	0,00-0,06 0,00-0,21	0,0000-0,0072 0,0000-0,0059	2,5-3,1 2,8-3,8	8,7-8,9 8,7-11,9	4,2-11,8 5,0-8,2	0,0-9,0 0,0-3,0	131-158 161-165	8,5-13,0 7,5-11,2	234-249 248-282	7,8-8,1 7,2-7,8	5-15 10-10	225-237 230-246
Lemięt	wczesna wiosna early spring 29.III-18.IV.1961r.	40 42	9,0 9,0	4,5 4,3	3,2 2,9	0,00 0,00	0,012 0,000	0,00 0,05	0,00 0,06	0,0000 0,0000	0,0 0,0	8,5 7,8	24,5 16,0	21,0 24,0	152 152	15,4 12,8	267 258	8,9 8,9	30 30	260 260
	wiosna — spring 3.V-22.VI	31-39 38-39	7,5-10,5 7,5-16,5	4,2-4,7 4,3-4,5	3,1-3,2 3,2-3,4	0,00 0,00-0,12	0,000-0,015 0,063-0,280	0,00-0,50 0,08-0,64	0,00 0,00	0,0000 0,0000	0,0-1,1 0,7-2,9	6,4-7,3 7,1-7,8	16,0-23,3 14,5-23,3	15,0-15,0 0,0-6,0	119-152 178-183	9,8-13,6 10,2-11,2	241 261	8,8-8,8 8,4-8,6	20-30 25-30	248-268 273-307
	lato — summer 6.VII-21.IX	31-38 38-45	9,0-19,0 10,5-22,0	4,2-4,5 4,1-5,5	2,5-2,9 2,8-3,5	0,00 0,00-0,15	0,018-0,060 0,420-0,655	0,09-0,41 0,88-2,76	0,00-0,27 0,00-0,12	0,0000 0,0000-0,0420	1,2-3,3 3,4-6,8	7,4-9,9 7,4-9,2	14,0-17,4 9,9-16,3	9,0-15,0 0,0-0,0	117-147 196-225	12,1-16,0 10,2-14,7	231-247 278-328	8,2-8,8 7,2-7,4	30-35 45-50	217-230 225-303
	jesień — autumn 11.X-13.XII	38-43 38-43	6,5-12,5 6,5-15,0	4,2-4,3 4,2-4,3	2,1-2,4 2,0-2,4	0,00 0,00	0,071-0,104 0,077-0,131	0,00-0,40 0,00-0,38	0,10-0,14 0,05-0,12	0,0000-0,0060 0,0017-0,0055	2,5-6,3 3,3-6,8	7,8-9,9 7,4-9,9	14,3-14,9 11,4-15,9	0,0 0,0	161-178 165-178	11,2-12,1 10,9-13,4	265-271 292-346	7,6-8,0 7,6-8,0	15-20 15-20	252-279 255-284
	zima — winter 23.I-3.IV.1962r.	36-37 40-42	14,5-14,5 14,5-15,0	4,7-5,7 5,1-5,6	5,0-5,8 5,4-8,3	0,00 0,00-0,03	0,110-0,125 0,298-1,965	0,10-0,31 1,29-3,35	0,07-0,41 0,00	0,0078-0,0148 0,0143-0,0368	7,5-8,6 15,0-16,8	7,2-7,8 7,9-9,1	7,3-11,8 7,0-12,8	0,0-6,0 0,0	161-174 198-229	9,1-11,8 11,2-17,0	263-270 327-360	8,0-8,1 7,2-7,5	15-20 15-20	260-280 236-300
Smolak	wczesna wiosna early spring 28.III-17.IV.1961r.	0 0	1,3 1,3	0,5 0,5	0,8 0,8	0,10 0,09	0,000 0,000	0,14 0,12	0,08 0,08	0,0000 0,0000	0,5 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	12 12	8,0 8,3	50 30	6,5 6,2	— —	17 18
	wiosna — spring 2.V-22.VI	0 0	0,8-1,2 0,5-1,2	0,5-0,5 0,5-0,5	1,0-1,0 1,0-1,0	0,00 0,00	0,000 0,000	0,00-0,11 0,00-0,11	0,00 0,00	0,0000 0,0000	0,0-0,7 0,0-1,0	0,2-0,2 0,3-0,5	0,0-0,2 0,0-1,2	0,0 0,0	9-12 9-12	8,5-9,8 8,3-10,6	43 27	6,8-6,9 6,0-6,2	18-35 18-35	17-20 18-22
	lato — summer 6.VII-21.IX	0 0-2	0,5-1,3 0,3-1,6	0,6-1,1 0,6-1,7	0,5-0,7 0,7-1,7	0,00-0,05 0,07-0,95	0,000-0,149 0,000-0,083	0,12-0,21 0,16-0,34	0,00-0,12 0,00-0,27	0,0000-0,0014 0,0000-0,0332	0,0-0,7 0,0-1,2	0,6-2,5 0,6-3,5	0,0 0,0-1,1	0,0 0,0	9-12 9-18	6,4-10,6 9,6-14,1	21-26 24-50	6,7-7,6 5,4-5,9	35-50 40-80	16-17 17-20
	jesień — autumn 11.X-24.XI	0-1 1	0,7-1,3 1,3-1,4	0,8-1,0 0,8	0,5-1,0 0,5-1,0	0,05-0,07 0,05-0,06	0,000-0,010 0,008-0,010	0,21-0,34 0,19-0,34	0,06-0,12 0,13-0,14	0,0000 0,0000	0,7-1,2 0,5-1,0	3,5 2,8-3,5	0,0-0,3 0,0	0,0 0,0	12 12	13,8-14,4 11,8-14,4	48-61 48-62	6,3-6,7 6,3-6,6	35-40 35-40	16 16
	zima — winter 23.I-3.IV.1962r.	1 1	0,6-0,9 0,6-0,9	0,7-1,5 0,8-1,0	1,7-2,2 1,9-2,4	0,00-0,05 0,03-0,26	0,011-0,071 0,014-0,028	0,17-0,21 0,16-0,21	0,00-0,23 0,00-0,23	0,0032-0,0044 0,0010-0,0048	1,6-2,5 1,6-2,5	0,0-1,1 0,3-0,7	0,0 0,0	0,0 0,0	7-12 8-18	11,2-12,8 10,6-12,5	60-65 63-70	5,8-6,6 5,6-6,2	20-40 15-40	20-23 19-22

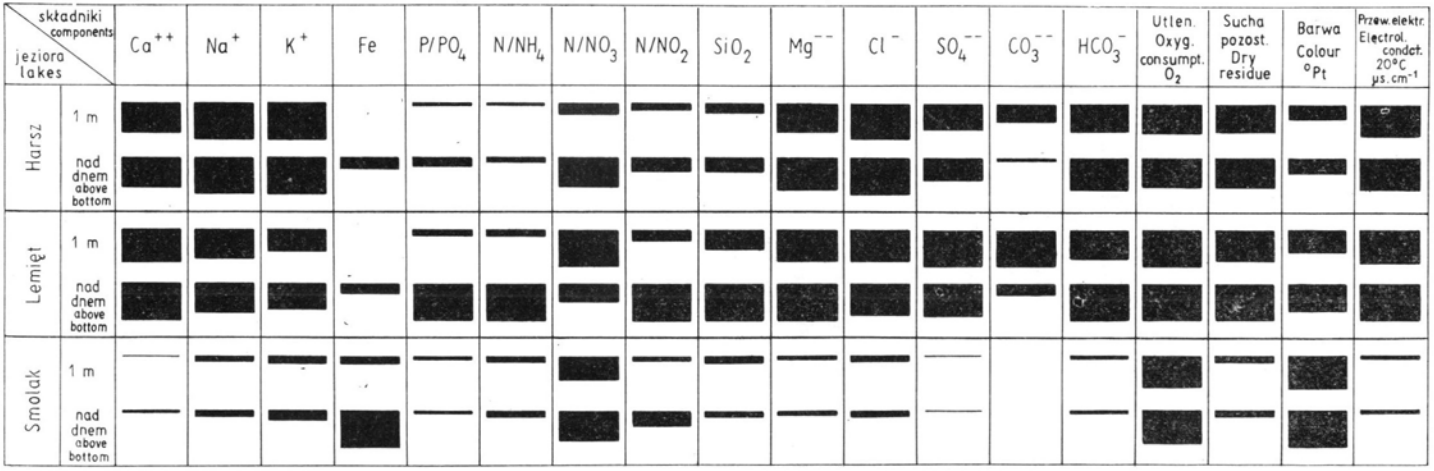
wykazywało jezioro Lemięt, najniższe pH = 5,4 jezioro Smolak. Najwyższa natomiast wartość pH jeziora Harsz wynosiła 8,5. Sezonowe zmiany pH układały się na ogół w ten sposób, że latem występował wzrost pH w powierzchniowych warstwach wody, a spadek w warstwach przydennych. Wiosną i jesienią, w okresie wymieszania obie warstwy miały podobny odczyn. Zimą natomiast następował spadek pH w warstwach przydennych.

Duże również różnice między badanymi jeziorami znaleziono porównując barwę ich wody. Najsilniejsze zabarwienie wykazywało jezioro Smolak w przydennej warstwie wody, we wrześniu 1961 r. — 80°Pt. Najsłabszą natomiast barwę miało jezioro Harsz — 5°Pt, w kwietniu 1962 r. Najsilniejsze zabarwienie wody jeziora Lemięt wynosiło 50°Pt (we wrześniu 1961). Zakres wahań barwy wody dla jeziora Harsz wynosił 5 - 25°Pt, dla jeziora Lemięt 15 - 50°Pt, dla jeziora Smolak 15 - 80°Pt. Najsilniejsze zabarwienie wody wykazywały jeziora w miesiącach letnich, a najsłabsze w okresie jesiennej cyrkulacji i w końcu stagnacji zimowej, przy czym warstwy przydenne były w większości przypadków bardziej zabarwione. Maksymalne różnice w zabarwieniu powierzchniowych i przydennych warstw wody występowały z reguły latem. Największe różnice stwierdzono w jeziorze Smolak — wynosiły one we wrześniu 1961 r. — 45°Pt. Jezioro to ma leśną zlewnię i jak wszystkie tego rodzaju zbiorniki jest bogate w związki humusowe. Najmniejsze różnice wykazywało jezioro Harsz. Mortimer 1941 (cyt. za Koryck ą 1969) podaje, że zabarwienie wody w hypolimnionie zależy w pewnych przypadkach od obecności koloidalnego wodorotlenku żelaza, a także od rozpuszczonych barwnych substancji organicznych dyfundujących z mułu. Stwierdzono w dwóch kolejnych latach badań (Koryck a l.c.), że w okresie, kiedy jezioro Smolak miało najsilniejszą barwę — ponad 80°Pt w warstwach przydennych wody, występowały jednocześnie duże ilości żelaza — około 1 mg/l Fe. Największe wahania sezonowe barwy wody wystąpiły w jeziorze Smolak 15 - 80°Pt w warstwie przydennej.

Pod względem zasobności w sole mineralne najuboższym okazało się jezioro Smolak. Wykryto tu najmniejsze ilości wapnia, sodu, potasu, fosforanów, krzemu, magnezu, węglanów, chlorków, siarczanów i suchej pozostałości oraz stwierdzono tu najniższe przewodnictwo elektrolityczne. Znaleziono natomiast dość duże ilości żelaza.

Najbogatszym pod względem zasobności wody w wapń, magnez, fosforany, azotyny, amoniak, krzem, siarczany, kwaśne węglany, suchą pozostałość okazało się jezioro Lemięt. Stwierdzono tu również wysokie przewodnictwo elektrolityczne. Natomiast wartości sodu, chlorków i potasu w jeziorze Lemięt były niższe od znalezionych w jeziorze Harsz.

Na uwagę zasługuje obserwowana we wszystkich trzech jeziorach odwrotna korelacja między liczebnością okrzemek, a zasobnością wody w krzem, określany jako SiO_2 (rys. 2). Zaznacza się ona zarówno w bo-

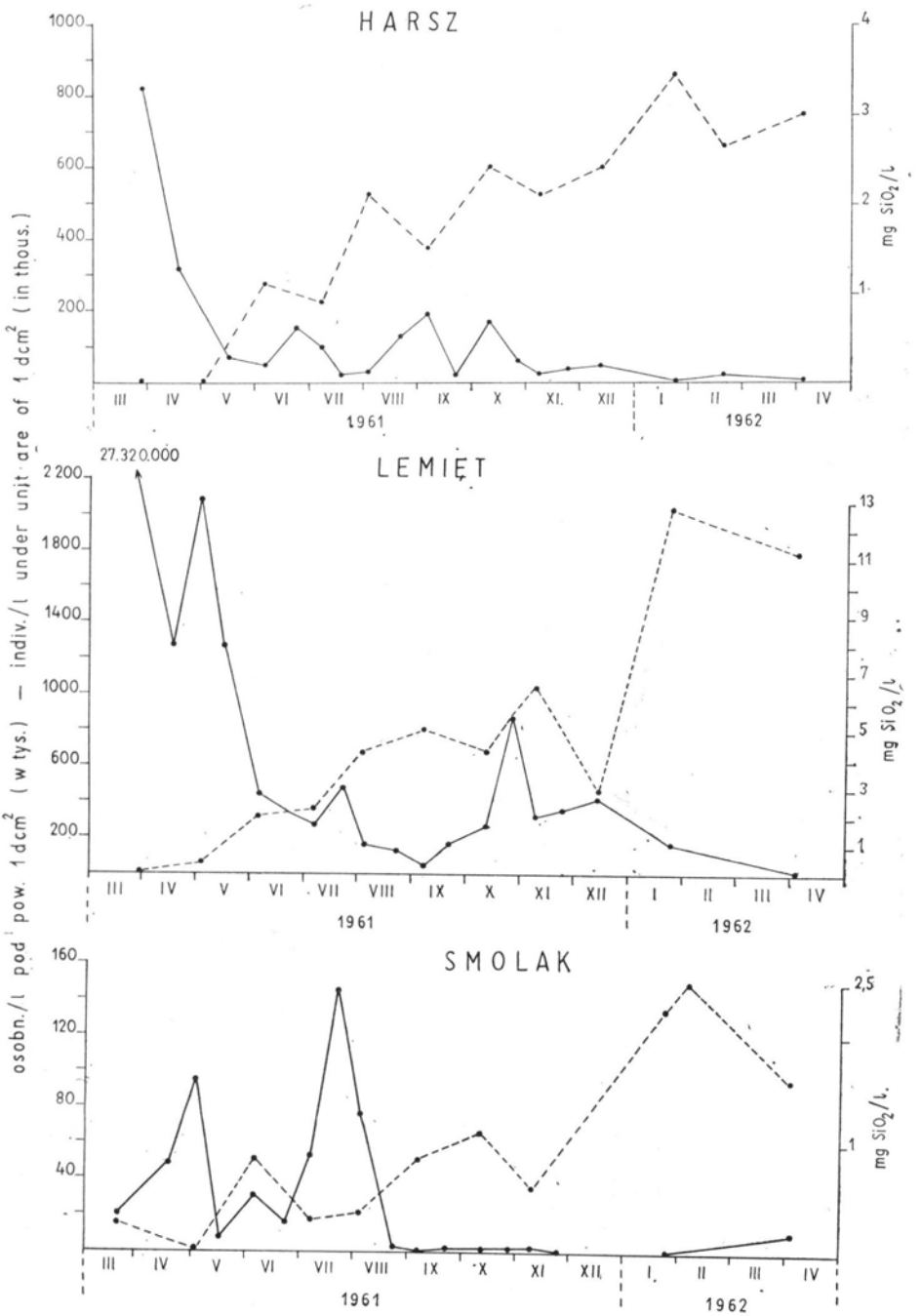


najwyższą średnią roczną wartość danego składnika znalezioną w trzech jeziorach przyjęto za 100 % (I)

the highest mean yearly value of a component found in three lakes is taken as 100 % (I)

Rys. 1. Przeciętny procentowy skład chemiczny wody w mezotroficznym jeziorze Harsz, eutroficznym jeziorze Lemięt i dystroficznym jeziorze Smolak (wg Koryckiej 1969 oraz badań własnych)

Mean percentage chemical composition of water in mesotrophic lake Harsz, eutrophic lake Lemięt and dystrophic lake Smolak (according to Korycka 1969 and the author's investigation)



(— — — — —) w słupie wody od powierzchni do dna w mezotroficznym jeziorze

Rys. 2. Sezonowe zmiany w liczbie okrzemek (————) oraz zawartości krzemu Harsz, eutroficznym jeziorze Lemięt i dystroficznym jeziorze Smolak

Seasonal changes in number of *Bacillariophyceae* (————) and content of silica (— — — — —) in the whole column of water in mesotrophic lake Harsz, eutrophic lake Lemięt and dystrophic lake Smolak

Tabela 3 — Table 3

Maksima i minima zawartości chlorofilu (w µg/l) w pionowych profilach jezior Harsz, Lemięt i Smolak

Maimum and minimum chlorophyll content (in µg/l) in vertical profiles of lakes Harsz, Lemięt and Smolak

Data Date	1961																	1962		
	28.III	18.IV	2.V	16.V	6.VI	23.VI	7.VII	18.VII	3.VIII	21.VIII	6.IX	21.IX	10.X	26.X	8.XI	23.XI	12.XII	22.I	20.II	4.IV
HARSZ																				
Maks.	26,50	14,40	7,75	5,25	1,75	3,25	10,75	8,75	3,44	11,70	19,56	10,25	14,74	16,00	17,60	13,00	22,00	27,00	22,88	19,20
Min.	7,46	1,50	2,00	1,25	1,12	1,12	2,62	3,62	2,19	3,12	3,12	3,12	2,19	2,30	2,75	7,80	3,80	4,56	4,56	2,78
Maks. /Min.	3,55	9,60	3,88	4,20	1,56	2,90	4,10	2,42	1,57	3,75	6,26	3,29	6,73	7,00	6,40	1,67	5,79	5,92	5,02	6,91
LEMIĘT																				
Maks.	210,00	21,00	6,75	37,00	5,35	5,00	14,50	103,75	58,75	70,62	189,20	49,37	31,62	6,00	7,00	6,20	9,50	3,70		3,57
Min.	97,00	5,45	1,00	2,25	1,12	2,37	6,25	9,50	7,75	15,00	10,25	11,62	10,00	4,30	3,50	4,20	2,30	2,20		1,43
Maks. /Min.	2,16	3,85	6,75	16,44	4,78	2,11	2,32	10,92	7,58	4,71	18,46	4,25	3,16	1,39	2,00	1,48	4,13	1,68		2,50
SMOLAK																				
Maks.	30,00	9,93	17,50	3,75	2,50	21,90	81,00	97,05	103,75	112,50	313,25	173,40	79,12	44,00	50,37	79,05		24,75		8,30
Min.	7,50	6,35	3,50	1,50	1,12	1,25	11,12	12,00	12,00	46,50	10,25	8,75	53,87	32,80	35,20	53,87		5,50		4,73
Maks. /Min.	4,00	1,56	5,00	2,50	1,34	1,75	7,28	8,09	8,65	2,42	30,56	19,82	1,47	1,34	1,43	1,47		4,50		1,75

gatym w okrzemki jeziorze Lemięt, jak i w ubogim w te glony jeziorze Smolak. Podczas szczytowego rozwoju okrzemek wczesną wiosną w jeziorach Harsz i Lemięt, a na przełomie kwietnia i maja oraz lipca i sierpnia w jeziorze Smolak ilości krzemu były niewykrywalne, bądź bardzo niskie. W następnych natomiast sezonach, wraz ze spadkiem liczby okrzemek wzrastała zawartość w wodzie krzemu, aż do osiągnięcia maksymalnych wartości zimą, pod pokrywą lodową, kiedy okrzemki były w minimum.

ZAWARTOŚĆ CHLOROFILU W PLANKTONIE ROŚLINNYM

Zapoczątkowane stosunkowo niedawno studia nad zawartością chlorofilu w fitoplanktonie (Kreps-Verbinskaja 1930, Harvey 1934, Koźmiński 1938) podejmowane są w badaniach hydrobiologicznych, szczególnie często w latach ostatnich tak w świecie, jak i na terenie Polski.

Obserwacje szeregu autorów (Gessner 1944; Czeczuga 1958, 1964, 1965; Solski 1962) przeprowadzone w jeziorach o różnym typie limnologicznym wskazują, że różnią się one znacznie pod względem ilości zawartego w nich chlorofilu. Podjęte w niniejszej pracy studia nad zawartością tego barwnika w planktonie roślinnym mezotroficznego jeziora Harsz, eutroficznego jeziora Lemięt oraz dystroficznego jeziora Smolak miały na celu uzyskanie dodatkowego elementu charakterystyki tych różnych typologicznie zbiorników.

Różnice między jeziorami pod względem ogólnej zawartości chlorofilu

Próby wody do oznaczeń chlorofilowych pobierano od 28.III.1961 r. do 2.IV.1962 r. w tych samych terminach i z tych samych poziomów co próby dla oceny ilości i składu gatunkowego planktonu. Wyniki analiz chlorofilowych oraz liczebność planktonu roślinnego przedstawiono graficznie na tle warunków termiczno-tlenowych na rys. 3 - 5. Wskazują one na zasadnicze różnice między badanymi jeziorami pod względem zawartości chlorofilu. I tak jego ilość w ciągu całego okresu badań wahała się (tab. 3):

w jeziorze Harsz od 1,12 do 27,00 μg/l
w jeziorze Lemięt od 1,00 do 210,00 μg/l
w jeziorze Smolak od 1,12 do 313,25 μg/l

Różnice więc między maksymalną a minimalną ilością chlorofilu wynosiły:

w jeziorze Harsz 25,88 μg/l
w jeziorze Lemięt 209,00 μg/l
w jeziorze Smolak 312,13 μg/l

Tabela 4 — Table 4

Średnie ilości chlorofilu (w µg/l) w jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak w słupie wody od powierzchni do dna (a) oraz w warstwach górnych (b)
Average quanitity of chlorophyll (in µg/l) in lakes Harsz, Lemięt and Smolak in whole column of water from surface to bottom (a), and in upper layers (b)

a)

Data / Date / Jeziora / Lakes	1961																	1962		
	28.III	18.IV	2.V	16.V	6.VI	23.VI	7.VII	18.VII	3.VIII	21.VIII	6.IX	21.IX	10.X	26.X	8.XI	23.XI	12.XII	22.I	20.II	4.IV
Harsz	12,03	3,52	4,54	2,16	1,47	1,97	4,95	5,86	2,77	6,75	7,86	6,93	9,14	10,19	12,76	10,99	14,16	14,42	10,76	9,00
Lemięt	147,36	11,51	3,43	8,54	2,21	3,28	9,62	38,23	27,91	51,12	79,99	30,59	26,14	5,40	4,98	4,68	6,93	2,90	—	2,09
Smolak	15,60	8,63	7,50	2,15	1,90	8,21	34,50	41,45	33,35	67,27	140,21	68,75	69,69	37,47	42,60	61,67	—	15,23	—	6,51

b)

Harsz 0–5 m	10,86	3,11	3,07	2,74	1,62	2,44	7,30	6,64	2,81	8,85	9,32	9,14	13,11	11,12	15,33	10,87	15,36	23,20	18,07	14,52
Lemięt 0-2,5 m	105,25	12,72	2,15	10,82	3,83	2,80	10,96	77,98	48,75	61,91	158,69	41,62	30,83	6,00	6,45	4,72	8,18	2,43	—	2,59
Smolak 0–2,5 m	11,39	8,13	6,92	1,75	1,90	2,21	14,36	13,97	13,24	53,87	10,78	16,26	63,27	35,58	36,64	61,18	—	7,22	—	6,81

Wartości maksymalne chlorofilu we wszystkich trzech jeziorach spotykano rzadko, najczęściej badany barwnik występował w jeziorze Harsz w ilościach od 1,50 do 9,00 μg/l; w jeziorze Lemięt — od 1,00 do 9,00 μg/l, a w jeziorze Smolak — od 10,00 do 50,00 μg/l.

Przytoczone wyżej dane pozwalają sądzić, że najbogatsze w chlorofil było dystroficzne jezioro Smolak, a najuboższe mezotroficzne jezioro Harsz. Podobną ocenę uzyskuje się przyjmując jako kryterium wartość średnią obliczoną z wszystkich pobranych podczas badań prób (tab. 4-a). Wynosi ona dla jeziora Harsz — 7,7 μg/l; dla jeziora Lemięt — 24,6 μg/l; a dla jeziora Smolak — 38,4 μg/l. Inne wyniki otrzymuje się uwzględniając tylko warstwę trofogeniczną (w jeziorze Harsz do głębokości 5 m; w jeziorze Lemięt — 2,5 m; w jeziorze Smolak — 2,5 m), (tab. 4-b). Średnia roczna zawartość chlorofilu na litr wody w epilimnionie równała się w jeziorze Harsz — 9,7 μg, w jeziorze Lemięt — 31,1 μg, w jeziorze Smolak — 20,0 μg. Tak więc biorąc pod uwagę tylko warstwę produkującą fitoplankton, jezioro Łemięt okazało się bagatsze w chlorofil od jeziora Smolak. Tak różna ocena obu jezior jaką uzyskujemy uwzględniając bądź próby ze wszystkich poziomów, bądź tylko z warstwy trofogenicznej, wynika głównie z charakterystycznej stratyfikacji badanego składnika w jeziorze Smolak, w którym największe jego ilości spotykano w pobliżu dna.

Zróżnicowanie pionowe

Rozmieszczenie pionowe chlorofilu w jeziorze jest z jednej strony wynikiem stratyfikacji żywego planktonu rozwijającego się w górnych warstwach wody, z drugiej zaś opadania obumierających jego komórek w kierunku dna. Mimo różnic zaznaczających się szczególnie w okresie jesienno-zimowym, daje się zaobserwować dość duże podobieństwo w pionowym uwarstwieniu barwnika w jeziorach Harsz i Lemięt (rys. 3 i 4). W obu jeziorach największe jego ilości znajdowano w górnych warstwach wody — w epilimnionie; najmniejsze, najczęściej w hypolimnionie. Wyjątek stanowiła tylko stratyfikacja chlorofilu w jeziorze Lemięt w marcu 1961 r., podczas szczytu wiosennego okrzemek (głównie *Cyclotella operculata* i *Asterionella formosa*), kiedy maksimum barwnika notowano na głębokości 10 m. Jego wystąpienie w dolnych partiach jeziora było wynikiem opadania obumierających komórek glonów, mimo nieobserwowanego na tej głębokości wzrostu liczebności fitoplanktonu. Rozbieżność w stratyfikacji obu tych składników wiąże się z odmiennym rozmieszczeniem pionowym różnych gatunków glonów planktonowych. I tak dominująca, ale o bardzo małych wymiarach *Cyclotella operculata* występowała w przybliżonej liczbie osobników w całym pionie wody. Natomiast wprawdzie mniej liczne, ale wielokrotnie większe gwiazdki *Asterionella formosa* oraz nitki *Melosira ambigua* przeważały

w dolnych partiach jeziora. Ponieważ przy ilościowej ocenie fitoplanktonu zarówno pojedynczą, małą komórkę *Cyclotella operculata*, jak i wielokrotnie większe gwiazdkowate kolonie *Asterionella* oraz nitki *Melosira* traktowano jako pojedyncze osobniki, przy równomiernym pionowym rozmieszczeniu fitoplanktonu (jak to ma miejsce w jeziorze Lemięt w marcu), mogą występować różnice w zawartości chlorofilu na poszczególnych poziomach, powodowane przewagą mniejszych glonów, a więc posiadających w swoich komórkach mniej barwnika, lub większych organizmów z większą jego ilością.

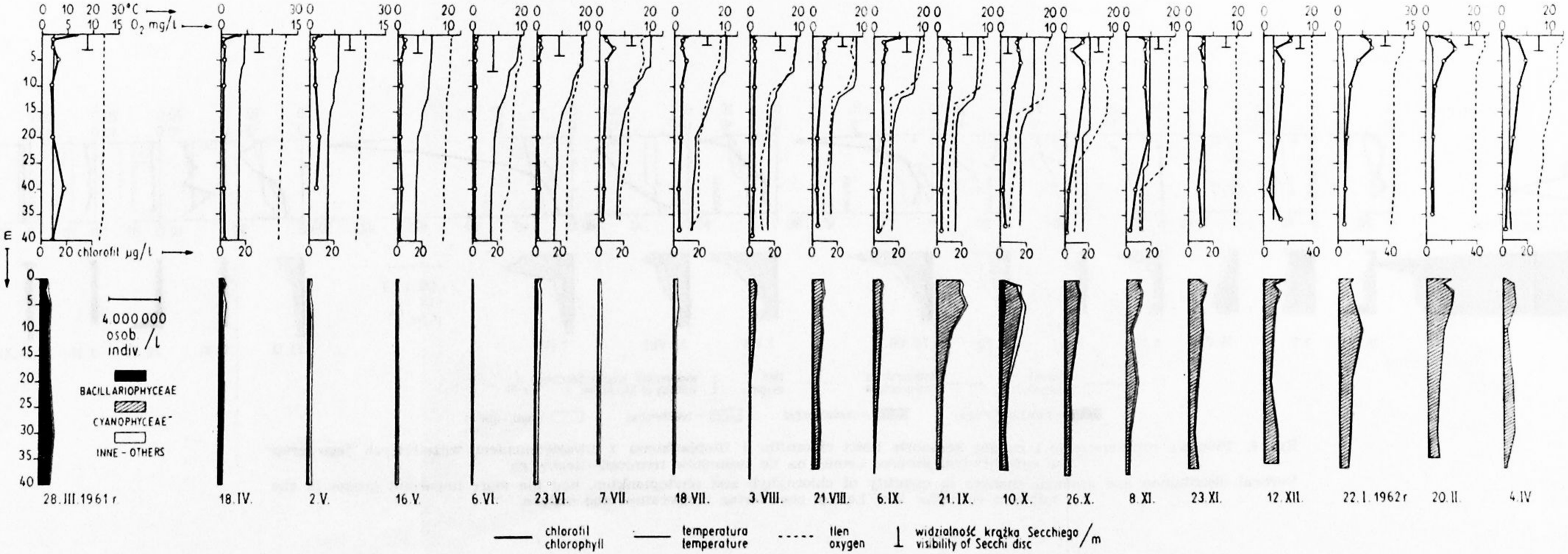
Stosunkowo nieduże maksima chlorofilowe w jeziorze Harsz w okresie letniej stagnacji występowały w epilimnionie na różnych głębokościach: 0 m; 1 m; 2,5 m; 5 m — najczęściej jednak spotykano je na 2,5 m oraz 5 m. W jeziorze Lemięt natomiast najwyższe ilości badanego składnika notowano na głębokościach 1 m i 2,5 m.

Zupełnie odmienny typ stratyfikacji chlorofilu charakteryzujący się największymi jego koncentracjami w warstwach przydennych, o znacznych niekiedy ubytkach tlenu oraz zawierających siarkowodór — reprezentuje dystroficzne jezioro Smolak (rys. 5). Ostre maksima występujące od lipca do września na głębokościach 3 - 5 m utrzymywały się w granicach 97,05 μg/l - 313,25 μg/l. Znaczne nagromadzenie barwnika w jeziorze Smolak w tych warstwach nie wydaje się być związane z glonami planktonowymi, które przy ogólnie umiarkowanych w tym czasie liczebnościach, w warstwach przydennych występowały najczęściej w mniejszych koncentracjach, względnie rzadko tylko w niewiele większych, niż w warstwach wyżej położonych. Za przypuszczeniem, że chlorofil w przydennych partiach tego jeziora pochodzi ze źródła innego niż fitoplankton, przemawia również porównanie wzajemnego stosunku tych dwóch składników w okresach ich największych ilości. Otóż w warstwie, w której wystąpiło największe maksimum barwnika (313,25 μg/l — 6.IX) stwierdzono pięciokrotnie niższą liczbę glonów planktonowych, niż maksymalna (8.XI), której towarzyszyła sześciokrotnie mniejsza koncentracja chlorofilu (50,57 μg/l).

Sezonowe zmiany zawartości chlorofilu

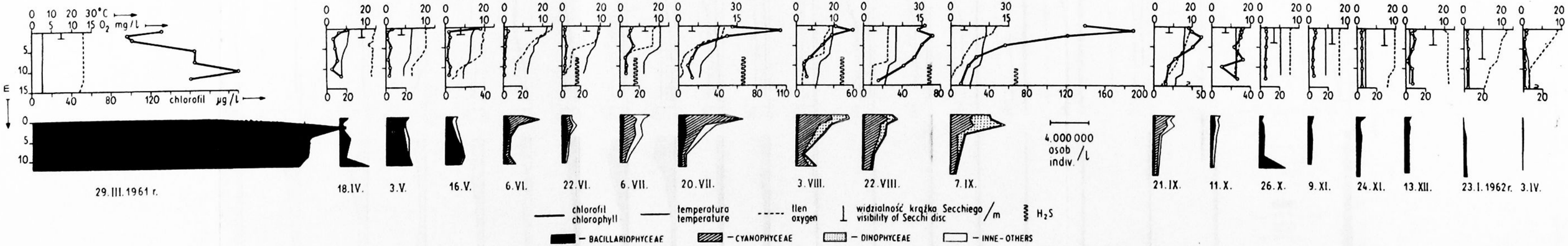
A. Jezioro Harsz

Maksymalne ilości chlorofilu (27,00 μg/l) przypadały na okres stagnacji zimowej, kiedy jezioro pokrywał lód (I.1962). Minimalne natomiast (1,12 μg/l) — na początek stagnacji letniej. Podobnie wysokie wartości barwnika jak w styczniu znaleziono również w marcu 1961 r. (26,50 μg/l). Pewne wyobrażenie o sezonowych zmianach w koncentracji chlorofilu w jeziorze dają jego średnie wartości, obliczone z pomiarów na poszczególnych poziomach w kolejnych terminach poboru prób. War-



Rys. 3. Pionowe rozmieszczenie i zmiany sezonowe ilości chlorofilu i fitoplanktonu z uwzględnieniem ważniejszych jego grup w mezotroficznym jeziorze Harsz na tle stosunków termiczo-tlenowych

Vertical distribution and seasonal changes in quantity of chlorophyll and phytoplankton, and the more important groups of the latter in mesotrophic lake Harsz considering temperature and oxygen



Rys. 4. Pionowe rozmieszczenie i zmiany sezonowe ilości chlorofilu i fitoplanktonu z uwzględnieniem ważniejszych jego grup w eutroficznym jeziorze Lemięt na tle stosunków termiczno-tlenowych

Vertical distribution and seasonal changes in quantity of chlorophyll and phytoplankton, and the more important groups of the latter in eutrophic lake Lemięt considering temperature and oxygen

tości te wahały się (tab. 4-a) od 1,47 μg/l - 14,42 μg/l. Wyniki te potwierdzają, że najbardziej ubogim w chlorofil było jezioro Harsz pod koniec wiosny, a najbogatszym w okresie zimowym. Również stosunkowo duże koncentracje barwnika wystąpiły tuż po zejściu pokrywy lodowej w marcu 1961 r. (12,03 μg/l), co wiązało się z wczesnowiosennym maksimum fitoplanktonu, w którym największy udział miały okrzemki. Po tym okresie nastąpił spadek zawartości chlorofilu trwający przez wiosnę i częściowo lato. Średnie wartości barwnika wahały się w tym czasie (18.IV - 3.VIII) w przedziale od 1,47 μg/l - 5,86 μg/l. Począwszy od drugiej połowy sierpnia obserwowano, ulegający wprawdzie pewnym wahaniom, ale stały wzrost ilości chlorofilu, trwający do stycznia 1962 r. W lutym i kwietniu tegoż roku, w warunkach utrzymującej się pokrywy lodowej notowano nieco niższe jego koncentracje, nie wykraczające jednak poza granice wartości spotykanych w okresie jesienno-zimowym. Zakres wahań średnich zawartości chlorofilu od 21.VIII 1961 r. do 4.IV 1962 r. wynosił 6,75 μg/l w sierpniu — 14,42 μg/l w styczniu. Podczas całego tego okresu dominującymi komponentami w fitoplanktonie były sinice, których udział zwiększył się już w drugiej połowie lipca. Jesienno-zimowy wzrost liczebności sinic spowodowany był rozwojem zimnolubnego gatunku — *Oscillatoria rubescens* D. C. Jego szczytowy rozwój miał miejsce w zimie pod lodem pozbawionym śniegu (I.1962 r.).

Pod względem różnic w koncentracji chlorofilu dają się wyróżnić w jeziorze Harsz trzy okresy: 1) wczesnowiosenny (III.1961 r.) — zawartość chlorofilu duża, w planktonie dominują okrzemki; 2) wiosenno-letni (18.IV - 3.VIII) — zawartość chlorofilu mała, w planktonie dominują najczęściej okrzemki; 3) okres obejmujący drugą połowę lata, jesień i zimę — zawartość chlorofilu duża, stopniowo wzrastająca od lata ku zimie, w planktonie dominują sinice, głównie *Oscillatoria rubescens*.

Maksima zawartości barwnika w poszczególnych terminach badanego okresu wahały się od 1,75 μg/l - 27,00 μg/l (tab. 3). Największe jego wartości w styczniu 1962 r. notowano na głębokości 2,5 m pod lodem, a najmniejsze w warstwie od 0 - 2,5 m na początku czerwca, w warunkach istniejącej już prostej stratyfikacji termicznej. Minima koncentracji chlorofilu w tym samym czasie mieściły się w granicach od 1,12 μg/l - 7,80 μg/l. Największe wartości znajdowano w okresach cyrkulacji wiosennej (28.III.1961) i jesiennej (23.XI). Zwraca uwagę fakt, że dolne wartości maksimum i minimum ilości barwnika były bardzo zbliżone (1,75 μg/l i 1,12 μg/l). Stosunek wzajemny wartości maksymalnych do minimalnych, wahający się w całym okresie badań od 1,56 - 9,60, a wyrażający ostrość uwarstwienia chlorofilu w pionie wody, potwierdza przedstawioną na rys. 3 wyraźną jego stratyfikację w okresie jesienno-zimowym.

Szczególnie ostro zaznacza się ona podczas stagnacji zimowej, w czasie której największe koncentracje barwnika znajdowano w warstwie do 5 m, z maksimum najczęściej na głębokości 2,5 m. Wartość stosunku

maks./min. dla okresu jesienno-zimowego wynosiła najczęściej od 5,02 - 7,00. Inaczej kształtował się on w okresie wiosenno-letnim: najczęściej od 1,56 - 4,20. Dane te wskazują, że uwarstwienie chlorofilu w tym czasie, przy niższych na ogół przeciętnych jego koncentracjach, zaznaczało się słabiej niż jesienią i zimą, kiedy barwnik występował w większych ilościach. Zwraca uwagę fakt, że podczas całego okresu badań, bardziej lub mniej wyraźne jego uwarstwienie obserwowano tak w okresach cyrkulacji, jak i stagnacji letniej i zimowej. Najwyższe koncentracje chlorofilu znajdowano w warstwie od 0 m do 5 m, z maksimum zaznaczającymi się na głębokościach: 0 m; 1 m; 2,5 m; 5 m — wiosną najczęściej w warstwie powierzchniowej, podczas letniej stagnacji i jesiennej cyrkulacji na różnych poziomach, a zimą pod lodem zawsze na głębokości 2,5 m.

B. Jezioro Lemięt

Maksymalne zawartości chlorofilu (210,00 μg/l) stwierdzono podczas wiosennej cyrkulacji (28.III.1961) na głębokości 10 m, zaś minimalne (1,00 μg/l) na początku letniej stagnacji (3.V), na poziomie 1 m i 2,5 m. Maksimum ilości barwnika przypadało na wczesno-wiosenny szczyt fitoplanktonu, który właśnie wtedy osiągnął najwyższą na przestrzeni całego okresu badań liczebność (rys. 4). Warto zwrócić uwagę, że w tym samym czasie, w jeziorze Harsz, również podczas szczytu liczebności planktonu roślinnego, najwyższa, bliska maksymalnej, koncentracja chlorofilu wynosiła tylko 26,50 μg/l. Należy również podkreślić, że pomimo tych wybitnych różnic, okresy w których obserwowano największe zawartości badanego składnika, częściowo (wiosna) w obu jeziorach pokrywały się. Jak wskazują również średnie z całego słupa wody ilości chlorofilu (tab. 4-a), wahające się w granicach od 2,09 μg/l - 147,36 μg/l, najbogatszym było jezioro Lemięt wkrótce po zejściu pokrywy lodowej w marcu 1961 r., podczas wspomnianego już szczytu glonów planktonowych, wśród których dominowały okrzemki, zwłaszcza takie gatunki jak: *Cyclotella operculata, Asterionella formosa* i *Melosira ambigua*. Największe natomiast ubóstwo chlorofilu, a równocześnie fitoplanktonu stwierdzono zimą, pod lodem.

Po załamaniu się wczesnowiosennego szczytu planktonu roślinnego średnia koncentracja barwnika na litr wody zmniejszyła się od 147,36 μg/l w marcu do 11,51 μg/l w kwietniu, po czym nastąpił dalszy spadek trwający do połowy mniej więcej lipca. W tym czasie (IV - VII) średnie ilości chlorofilu w całym słupie wody wahały się od 2,21 μg/l - 11,51 μg/l. Począwszy od drugiej połowy lipca nastąpił stopniowy wzrost zawartości tego składnika, z maksimum równym 79,99 μg/l na początku września. Dość wysokie koncentracje chlorofilu znajdowano jeszcze do połowy października. Utrzymywały się one (18.VII - 10.X) w granicach od 26,14 μg/l - 79,99 μg/l. Począwszy od drugiej połowy października obserwowa-

no znaczny jego spadek, aż do osiągnięcia wartości minimalnej, równej 2,09 μg/l pod lodem w kwietniu 1962 r.

W jeziorze Lemięt dają się wyodrębnić 4 okresy różniące się przeciętną zawartością chlorofilu: 1) wczesna wiosna (III.1961) — najwyższe notowane na przestrzeni całego okresu badań ilości chlorofilu, w planktonie 99,9% stanowiły okrzemki; 2) wiosna i początek lata (18.IV - 7.VII) — zawartość barwnika mała, w planktonie początkowo dominowały okrzemki, później zwiększył się udział sinic; 3) lato, początek jesieni (18.VII - 10.X) — wzrost koncentracji chlorofilu, około 10-krotny w stosunku do poprzedniego okresu, w planktonie dominowały sinice, znaczny był również udział bruzdnic; 4) jesień - zima (26.X - 4.IV.1962) — ilość barwnika mała, tego samego rzędu co w okresie wiosenno-letnim, w planktonie występowały niemal wyłącznie okrzemki.

Maksymalne koncentracje chlorofilu w poszczególnych terminach badanego okresu wahały się od 3,57 μg/l - 210,00 μg/l (tab. 3), przy czym największe jego wartości notowano w czasie wiosennej cyrkulacji (III. 1961) oraz letniej stagnacji (18.VII, 21.VIII, 6.IX), zaś najmniejsze — w okresie stagnacji zimowej, pod lodem (I, IV.1962). Minimalne zawartości barwnika w tym samym czasie mieściły się w granicach 1,00 μg/l - 97,00 μg/l, a poza jednym przypadkiem skrajnie wysokiego minimum — 97,00 μg/l (III.1961), wahały się one od 1,00 μg/l - 15,00 μg/l. Najwyższe wartości stwierdzano podczas letniej stagnacji (18.VII - 21.IX) i w początkach cyrkulacji (11.X), natomiast najniższe obserwowano wiosną (2.V, 6.VI), w początkowym okresie stratyfikacji termiczno-tlenowej oraz podczas stagnacji zimowej, pod lodem, tuż przed jego zejściem (IV.1962).

Stosunek wartości maksymalnych do minimalnych (tab. 3 oraz rys. 4) wskazuje, że sporadycznie wiosną oraz częściej latem występowały znaczne różnice w koncentracji tego składnika między poszczególnymi głębokościami. Znajdowano je tak przy niskich średnich wartościach chlorofilu — 8,54 μg/l (16.V) jak i wysokich: 27,91 μg/l - 79,99 μg/l (18.VII, 3.VIII, 6.IX). Wyrazem tych różnic jest wspomniany stosunek kształtujący się od 7,58 - 18,46. Najbardziej równomierne rozmieszczenie chlorofilu w pionie wody obserwowano w drugiej połowie czerwca i pierwszej połowie lipca oraz podczas jesiennej cyrkulacji (26.X - 23.XI) i zimą pod lodem — zawsze przy bardzo niskich średnich jego wartościach (2,09 μg/l - 9,62 μg/l). Znajduje to odbicie w niskich wartościach stosunku maks./min., który waha się tu tylko od 1,39 - 2,50. Równie niską jego wartość (2,16) stwierdzono w marcu 1961 r. przy najwyższych notowanych podczas całego okresu badań średnich koncentracjach chlorofilu.

Rozwój pionowego uwarstwienia chlorofilu w jeziorze Lemięt przebiegał w następujący sposób: po odwrotnej stratyfikacji z maksimum na głębokości 10 m, jaka miała miejsce w marcu 1961 r. aż do połowy lipca, przy bardzo niskich koncentracjach, chlorofil wykazywał najczęściej mniej więcej równomierne rozmieszczenie w całym pionie wody. Po-

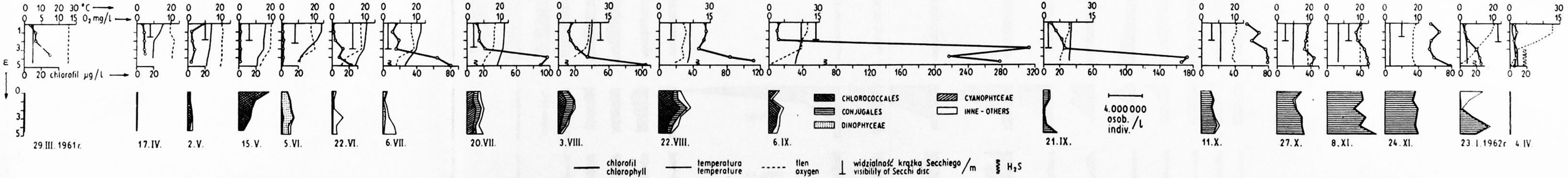
cząwszy od drugiej połowy lipca, przy wzroście ogólnej zawartości chlorofilu wykształcały się ostre jego maksima na głębokości 1 m lub 2,5 m utrzymujące się do końca września. Poniżej 2,5 m, a niekiedy 5 m, występował najczęściej gwałtowny spadek koncentracji barwnika, przy czym największe jego ubytki miały miejsce w hypolimnionie, tuż nad dnem lub na głębokości 10 m. Z nastaniem jesiennej cyrkulacji (11.X) początkowo przy znacznej, a w miarę jej postępowania zmniejszającej się ilości chlorofilu zanikły różnice w jego koncentracji między poszczególnymi poziomami. Podobnie równomierne rozmieszczenie barwnika w całym pionie wody, występującego w bardzo niskich koncentracjach znaleziono podczas zimy, pod pokrywą lodową.

C. Jezioro Smolak

Maksymalne ilości chlorofilu (313,25 μg/l) w dystroficznym jeziorze Smolak, podobnie jak w jeziorze Lemięt, znaleziono na początku września, na głębokości 3 m, a więc 2 m nad dnem; minimalne zaś (1,12 μg/l), podobnie jak w jeziorze Harsz, na początku czerwca, tuż nad dnem, w warunkach zaawansowanej już stratyfikacji termiczno-tlenowej (tab. 3 i rys. 5). Rozpiętość wahań zawartości barwnika w jeziorze Smolak była wśród badanych jezior najwyższa.

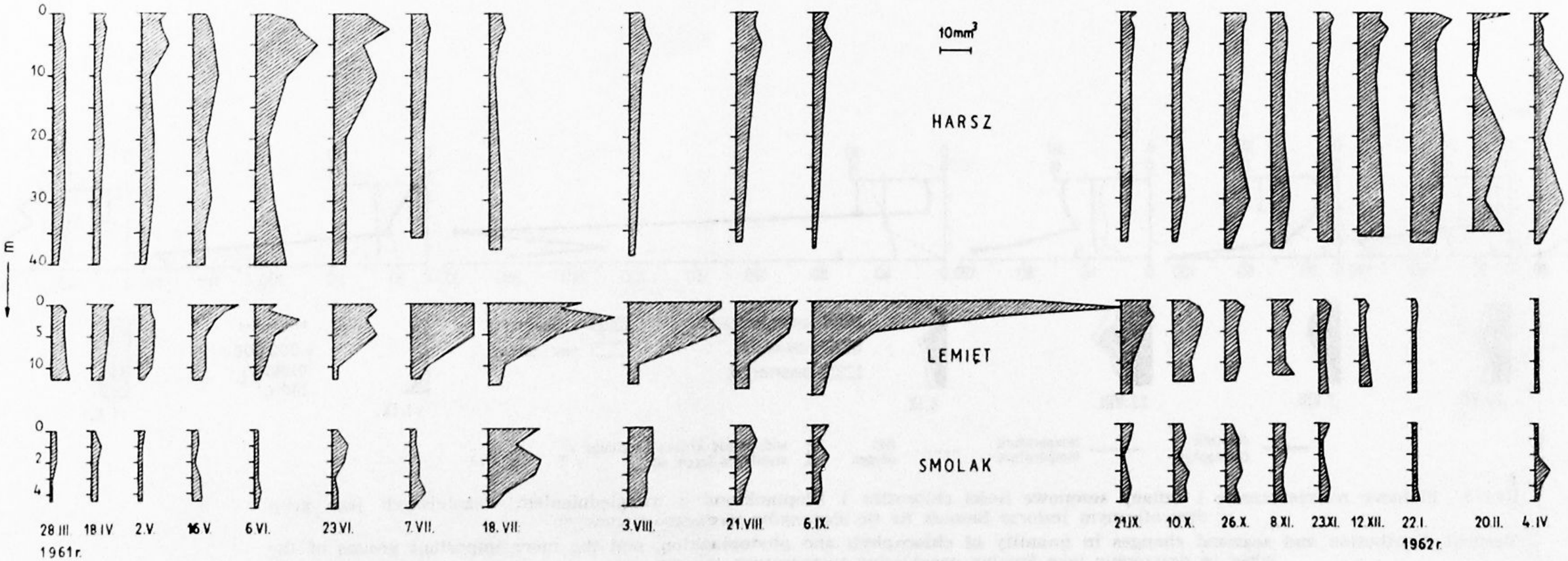
W przeciwieństwie do jezior Harsz i Lemięt cechujących się wysokimi koncentracjami chlorofilu w okresie tuż po zejściu pokrywy lodowej, w marcu 1961 r., w jeziorze Smolak zawartość tego składnika w tym samym czasie utrzymywała się na umiarkowanym poziomie w porównaniu do znajdowanych w późniejszych miesiącach. Najniższe średnie ilości barwnika (2,15 μg/l; 1,90 μg/l) przypadały w tym jeziorze (tab. 4-a) na drugą połowę maja oraz pierwszą dekadę czerwca. Przez okres wiosennej cyrkulacji oraz początek letniej stagnacji (III - VI) jezioro Smolak wykazywało niewielkie koncentracje chlorofilu; jego wartości średnie wahały się w tym czasie od 1,90 μg/l - 15,60 μg/l. Wzrost zawartości barwnika nastąpił podczas stagnacji letniej, w lipcu, osiągając maksimum w początkach września w warunkach prostej stratyfikacji termiczno-tlenowej, po czym miał miejsce jego częściowy spadek, ale aż do końca listopada, a więc przez cały okres cyrkulacji jesiennej utrzymywały się wysokie ilości tego składnika. Średnie ilości chlorofilu dla tego okresu (VII - XI) mieściły się w przedziale 33,35 μg/l - 140,21 μg/l. Podczas zimy, pod pokrywą lodową (I, IV.1962) jego koncentracja uległa zmniejszeniu, utrzymując się jednak na średnim poziomie (15,23 μg/l oraz 6,51 μg/l).

Rozważając sezonowe zmiany ilości chlorofilu na przestrzeni całego badanego okresu można wyróżnić w jeziorze Smolak, na podstawie średnich jego wartości 3 okresy: 1) obejmujący wczesną wiosnę i wiosnę — charakteryzował się z reguły notowanym ubóstwem chlorofilu; w planktonie dominowały początkowo zielenice z rzędu *Chlorococcales*, a w póź-



Rys. 5. Pionowe rozmieszczenie i zmiany sezonowe ilości chlorofilu i fitoplanktonu z uwzględnieniem ważniejszych jego grup w dystroficznym jeziorze Smolak na tle stosunków termiczno-tlenowych

Vertical distribution and seasonal changes in quantity of chlorophyll and phytoplankton, and the more important groups of the latter in dystrophic lake Smolak considering temperature and oxygen



Rys. 6. Pionowa stratyfikacja i zmiany sezonowe wilgotnej objętości sestonu w badanych jeziorach (na podstawie 10 l wody cedzonej przez siatkę planktonową z gazy młynarskiej nr 25)

Vertical stratification and seasonal changes in wet volume of seston in lakes: Harsz, Lemięt and Smolak (basing upon 10 l water filtered through the net of bolting cloth No 25)

niejszym okresie bruzdnice; 2) letnio-jesienny — cechował się bogactwem barwnika; w planktonie letnim dominującymi komponentami były zielenice z rzędu *Chlorococcales* przy znacznym udziale *Conjugales*, w jesiennym okresie stosunki uległy zmianie na korzyść niemal wyłącznie tych ostatnich; 3) zimowy — okres pokrycia lodem, cechował się pogłębiającym się zubożeniem chlorofilu; w planktonie przeważały sprzężnice, zwłaszcza w partiach bliższych dna.

Maksima zawartości barwnika w poszczególnych terminach badań wahały się od 2,50 μg/l - 313,25 μg/l (tab. 3), przy czym najwyższe jego wartości (44,00 μg/l - 313,25 μg/l) notowano podczas letniej stagnacji i jesiennej cyrkulacji; najniższe zaś (2,50 μg/l - 3,70 μg/l) w początkowym okresie letniej stratyfikacji termiczno-tlenowej, na przełomie maja i czerwca. Natomiast minima koncentracji chlorofilu podczas całego okresu badań mieściły się w granicach od 1,12 μg/l - 53,87 μg/l. Najwyższe jego wartości (32,80 μg/l - 53,87 μg/l) obserwowano najczęściej w czasie jesiennej cyrkulacji (X, XI), najniższe zaś (1,12 μg/l - 1,50 μg/l) również na przełomie maja i czerwca.

Stosunek ilości maksymalnych do minimalnych wyrażający ostrość uwarstwienia chlorofilu w pionie wody, wahał się od 1,34 - 30,56; najczęściej 1,34 - 8,65. Najwyższe wartości tego stosunku, świadczące o dużych różnicach w pionowej stratyfikacji znaleziono we wrześniu. Najniższe natomiast, notowano najczęściej w okresie od kwietnia do czerwca, co wiązało się z wybitnym ubóstwem barwnika na poszczególnych głębokościach oraz jesienią (X - XI), kiedy stosunkowo duże jego koncentracje uległy względnie równomiernemu przemieszczeniu na skutek cyrkulacji.

Pod względem typu pionowego rozmieszczenia chlorofilu, cechującego się ostrymi maksimami w warstwach w pobliżu dna, charakteryzujących się obecnością siarkowodoru (rys. 5) — dystroficzne jezioro Smolak różni się wybitnie od jezior Harsz i Lemięt, w których najbogatszą w chlorofil warstwę stanowił epilimnion. Po kilkumiesięcznym okresie wybitnego ubóstwa barwnika, trwającego od kwietnia do czerwca, nastąpił, obserwowany już pod koniec tego ostatniego miesiąca, wzrost jego koncentracji. Uwarstwienie chlorofilu kształtowało się w kierunku tworzenia maksimów tuż nad dnem lub w pobliżu dna, przy jednoczesnym stałym wzroście jego zawartości w przydennych partiach jeziora, a najczęściej znacznym ubóstwem w górnych warstwach. Szczególnie ostro zaznaczający się tego rodzaju układ znaleziono w pierwszej dekadzie września, w czasie szczytowego wzrostu ilości składnika. Ten typ stratyfikacji utrzymywał się do końca letniej stagnacji, tj. do końca września. Z nastaniem jesiennej cyrkulacji nastąpiło mniej więcej równomierne przemieszczenie chlorofilu w całym pionie wody. Podczas całego okresu jesiennej cyrkulacji spotykano w jeziorze Smolak znaczne koncentra-

cje barwnika. W zimie pod lodem nastąpił duży spadek jego ilości, zwłaszcza w warstwach górnych.

Maksima chlorofilowe w hypolimnionie podczas letniej stagnacji znane są w literaturze. Powstają one, albo w wyniku gromadzenia się w pobliżu dna opadających martwych komórek (jezioro Wisconsin — Koźmiński 1938; jezioro Morskie Oko, Białe Wigierskie — Solski 1962), albo ich pochodzenie może być związane z innymi, niż fitoplankton źródłami. Solski (l.c.) oraz Czeczuga (1964) stwierdzili, że ostre maksima chlorofilowe występujące w partiach beztlenowych, zawierających siarkowodór, mogą powstawać bądź w wyniku masowego pojawu bakterii — *Thiopedia rosea* Winogr., powodującej różowe zabarwienie wody, co pierwszy z autorów obserwował w jeziorach Muliczne (Suwalszczyzna) i Kamieniczne (Pomorze Zachodnie), bądź też zielonej bakterii siarkowodorowej — *Chlorobium limicola* Nads., wymagającej do swego rozwoju środowiska wodnego z siarkowodorem, co drugi z autorów obserwował w jeziorach Popówka Mała i Popówka Duża (Pojezierze Mazurskie). Istnieje więc podstawa do przypuszczeń, że znaczne nagromadzenie chlorofilu w jeziorze Smolak podczas letniej stagnacji w przydennych warstwach, charakteryzujących się niekiedy poważnymi ubytkami tlenu oraz obecnością siarkowodoru, wobec stosunkowo małych liczebności fitoplanktonu w całym pionie wody, szczególnie małych w czasie szczytu ilościowego chlorofilu (6.IX) oraz wobec braku akumulacji glonów planktonowych w dolnych warstwach jest spowodowane rozwojem zielonej bakterii, o której wspomina Czeczuga (l.c.). Barwa wody w dolnych partiach jeziora Smolak była latem zawsze intensywnie zielona.

Wyniki własnych pomiarów chlorofilu porównano z rezultatami badań przeprowadzonych w jeziorach o różnym typie limnologicznym, a zlokalizowanych na terenie Pojezierza Mazurskiego, Pomorza Zachodniego oraz Tatr (Czeczuga 1958, 1964, 1965; Solski 1962).

Zakres wahań od minimalnych do maksymalnych ilości chlorofilu (w μg/l) przestawia następujące zestawienie:

jeziora	liczba jezior porównywanych	badania Czeczugi (l.c.) i Solskiego (l.c.)	badania własne
mezotroficzne	14	0,36 - 73,50	1,12 - 27,00
eutroficzne	16	2,50 - 439,00	1,00 - 210,00
dystroficzne	3	2,55 - 23,10	1,12 - 313,25

Z zestawienia widać, że maksymalne wartości chlorofilu znalezione w mezotroficznym jeziorze Harsz oraz eutroficznym jeziorze Lemięt mieszczą się w granicach wartości stwierdzonych w innych jeziorach tego typu na terenie Polski. Zdecydowanie odbiega wybitnie wysokimi koncentracjami barwnika dystroficzne jezioro Smolak.

Uwzględniając jednak z prac Czeczugi (l.c.) również te jeziora (10), których przynależność do określonego typu limnologicznego nie została podana przez autora, ani też nie znaleziono jej w pracach Olszewskiego (1951, 1953a), Olszewskiego i Paschalskiego (1959), Patalsa (1960 d) oraz w materiałach nie opublikowanych Instytutu Rybactwa Śródlądowego, a także biorąc pod uwagę jeziora typu oligotroficznego (2), ilości chlorofilu (1,00 μg/l - 313,25 μg/l) notowane w jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak mieszczą się w przedziale (0,09 μg/l - 3410,00 μg/l znalezionym w 45 jeziorach przez wspomnianych wyżej autorów.

Porównanie zawartości chlorofilu z liczebnością fitoplanktonu oraz z wilgotną objętością sestonu

Zmiany w ogólnej zawartości oraz w pionowym rozmieszczeniu chlorofilu stanowiły tylko w jeziorach Harsz i Lemięt bardziej lub mniej wierne odbicie różnic w liczebności i uwarstwieniu planktonu roślinnego w poszczególnych terminach badań.

W jeziorze Harsz dodatnia zależność między obu składnikami zaznaczyła się szczególnie ostro w okresie wzrostu ilościowego tych elementów, tzn. od września 1961 r. (rys. 3). Również w okresie poprzedzającym można mówić o korelacji dodatniej w tym sensie, że niskim koncentracjom chlorofilu towarzyszyły małe liczebności glonów planktonowych i odwrotnie. Począwszy od września wzrost zawartości chlorofilu stanowił odbicie zwiększających się ilości fitoplanktonu, co spowodowane było jejenno-zimowym rozwojem *Oscillatoria rubescens*. Również pionowe uwarstwienie barwnika odpowiadało na ogół stratyfikacji planktonu roślinnego. Najbogatsze w oba składniki były w tym czasie warstwy najczęściej do 5 m, sporadycznie do 10 m; najuboższe zaś — warstwy hypolimnetyczne.

Wilgotna objętość sestonu podczas całego okresu badań, z reguły niska, ulegała nieznacznym wahaniom nie stanowiąc odbicia ilościowych zmian fitoplanktonu i chlorofilu w poszczególnych terminach badań (rys. 3 i rys. 6), ani różnic w pionowym uwarstwieniu tych składników. Najwyższe wartości wilgotnej objętości sestonu stwierdzono w czerwcu, przy równocześnie niskich ilościach obu elementów.

W jeziorze Lemięt dodatnia zależność chlorofil — fitoplankton, obserwowana na ogół przez cały okres badań, szczególnie dobrze była widoczna w czasie letniej stagnacji (rys. 4). Stosunkowo duże rozbieżności w pionowym rozmieszczeniu obu składników wystąpiły w marcu 1961 r. podczas wiosennego maksimum okrzemek. W tym czasie wprawdzie dużym koncentracjom chlorofilu w całym słupie wody towarzyszyły wybitnie wysokie, najwyższe z całego okresu badań liczebności planktonu roślinnego, jednakże barwnik wykazywał wyraźną stratyfikację z tendencją gromadzenia się bliżej dna, podczas gdy fitoplankton skupiał się

w większych ilościach na głębokości 2,5 m. Rozbieżność ta daje się wytłumaczyć różnicami w pionowej stratyfikacji dominujących gatunków glonów, różniących się bardzo znacznie wymiarami, a co za tym idzie zawartością chlorofilu w komórce. Podczas wiosennej oraz jesiennej cyrkulacji i zimowej stagnacji niskim koncentracjom barwnika odpowiadały najczęściej małe liczebności fitoplanktonu.

Znaleziono w tym jeziorze również na ogół dużą zgodność między wilgotną objętością sestonu a ilością chlorofilu i planktonu roślinnego (rys. 4 i rys. 6). Szczególnie ostro zaznaczyła się ona w okresie letniej stagnacji (18.VII - 6.IX). W tym czasie krzywe wszystkich trzech składników, a zwłaszcza chlorofilu i wilgotnej objętości sestonu wykazywały wybitne podobieństwo. Całkowita natomiast rozbieżność między nimi wystąpiła w marcu 1961 r. podczas maksimum planktonu roślinnego. Należy ją tłumaczyć jakościowym składem flory glonów, wśród których dominowała w tym czasie *Cyclotella operculata* charakteryzująca się wybitnie małymi wymiarami (średnica komórki 6 μ). Stąd nawet bardzo duże liczebności komórek tej okrzemki dawały niewielką objętość.

W przeciwieństwie do wyżej omówionych jezior, w dystroficznym jeziorze Smolak obserwowano często brak zależności między zawartością chlorofilu a liczebnością fitoplanktonu. Szczególnie wyraźnie zaznaczył się on w czasie letniej stagnacji (rys. 5). Mimo ubytków fitoplanktonu w warstwach przydennych, względnie nieznacznych tylko różnic w jego liczebności na poszczególnych głębokościach, koncentracja barwnika w warstwach w pobliżu dna gwałtownie wzrastała. Tłumaczy się to, jak wyżej wspomniano, pochodzeniem chlorofilu przypuszczalnie z innych niż fitoplankton źródeł. W pozostałych natomiast okresach badań, tzn. podczas wiosennej i jesiennej cyrkulacji oraz zimowej stagnacji, zmiany w zawartości barwnika stanowiły na ogół odbicie zmian liczebności planktonu roślinnego.

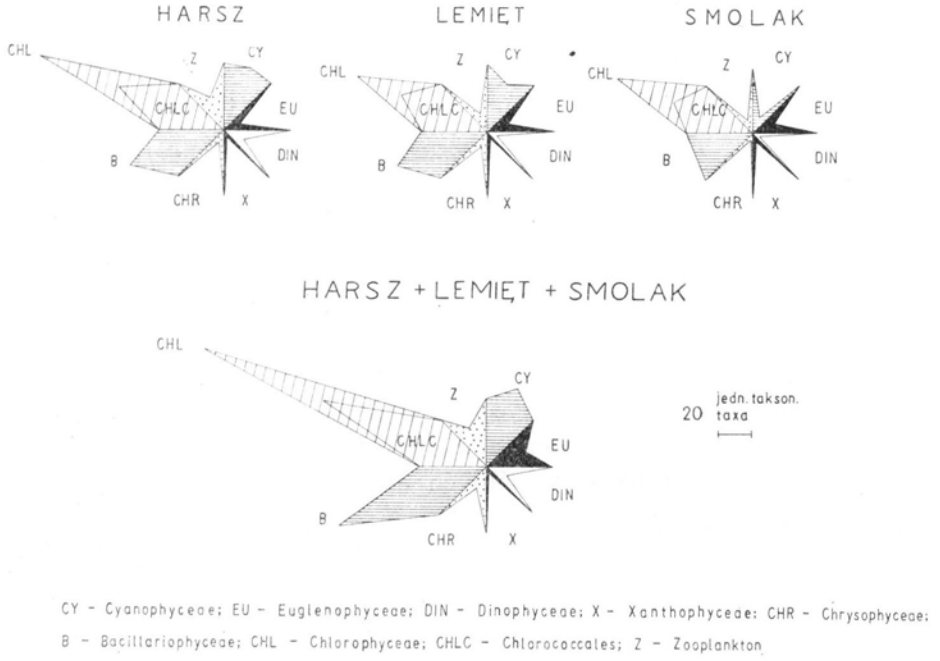
Natomiast wilgotna objętość sestonu, z reguły mało zmieniająca się w poszczególnych terminach badań oraz wykazująca najczęściej tylko nieznaczne zróżnicowanie w pionowej stratyfikacji nie stanowiła odbicia ani sezonowych różnic w ogólnej ilości chlorofilu i fitoplanktonu, ani różnic w pionowym rozmieszczeniu tych składników w kolejnych terminach poboru prób (rys. 5 i 6). Wiąże się to niewątpliwie z dużym udziałem we florze glonów, gatunków cechujących się małymi wymiarami, które występując niekiedy w ilościach wahających się w dużym zakresie, dawały małe różnice w objętości sestonu.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PLANKTONU

W 756 próbach planktonowych, z których połowę stanowiły materiały siatkowe, resztę zaś materiały nie cedzone, oznaczono 296 gatunków glonów, 1 gatunek grzyba oraz 23 gatunki planktonu zwierzęcego,

a uwzględniając odmiany i formy — ogółem 410 jednostek taksonomicznych (tab. 5). Największe bogactwo wśród glonów znaleziono w obrębie *Chlorophyceae*, zwłaszcza w rzędach *Chlorococcales* oraz *Conjugales*. Te ostatnie łącznie stanowiły w trzech badanych jeziorach 46,0% wszystkich glonów. Udział pozostałych rzędów w obrębie *Chlorophyceae* (*Volvocales* i *Ulotrichales*) był bardzo nieznaczny. Drugie, za zielenicami miejsce pod względem liczby jednostek taksonomicznych zajmowały *Bacillariophyceae* — 25,0%, trzecie *Cyanophyceae* — 13,3%. Tak więc o dużym zróżnicowaniu jakościowym planktonu roślinnego decydowały przede wszystkim zielenice, w mniejszym stopniu okrzemki i sinice. Inne gromady nie odgrywały większej roli w zbogacaniu listy florystycznej badanych jezior. W obrębie oznaczanych grup zooplanktonu, *Cladocera* posiadały bardziej urozmaicony skład gatunkowy niż *Copepoda*.

Podobne stosunki znaleziono również w poszczególnych jeziorach. Należy podkreślić, że wszystkie jeziora cechowało podobieństwo pod względem dominującego udziału gatunków zielenic, zwłaszcza z rzędu *Chlorococcales* oraz znacznego udziału okrzemek (rys. 7). Dość duży udział tych ostatnich związany był częściowo z obecnością w planktonie form przypadkowych, szczególnie podczas wiosny i jesieni, które do stre-



Rys. 7. Jakościowy skład planktonu badanych jezior. Wykresy skonstruowane wg metody Mauchy (1932) ilustrują udział jednostek taksonomicznych w obrębie poszczególnych grup planktonu

Qualitative composition of plankton in lakes Harsz, Lemięt and Smolak. Diagrams constructed according to the Maucha's method (1932) express the share of taxa in the respective groups of plankton

fy wolnej wody dostawały się na drodze mechanicznej z partii przybrzeżnych lub dennych na skutek mieszania wody.

Elementami różnicującymi badane jeziora pod względem jakościowego składu planktonu były: 1) bezwzględna liczba jednostek taksonomicznych, a także gatunków; 2) różny w poszczególnych jeziorach udział sprzężnic, sinic, euglenin i bruzdnic.

Najbardziej urozmaicony plankton posiadało mezotroficzne jezioro Harsz, w którym określono 273 jednostki taksonomiczne, w tym 251 stanowiły glony, reprezentujące 201 gatunków. Najuboższe natomiast okazało się dystroficzne jezioro Smolak — znaleziono w nim tylko 162 jednostki taksonomiczne, z czego na fitoplankton przypadało 154, w tym 127 gatunków. Tak więc w dystroficznym jeziorze Smolak znaleziono o przeszło 100 jednostek taksonomicznych mniej, niż w mezotroficznym jeziorze Harsz. Eutroficzne jezioro Lemięt zajmowało pod tym względem miejsce pośrednie. Z 214 jednostek taksonomicznych oznaczonych w tym jeziorze 201 stanowiły glony, reprezentując 160 gatunków.

Porównując procentowy udział gatunków, a także jednostek taksonomicznych w obrębie wyróżnionych grup systematycznych (tab. 5) uderza z jednej strony wzajemne podobieństwo jezior Harsz i Lemięt, z drugiej zaś odrębność od obu jeziora Smolak. Wyraża się ona przede wszystkim znacznie większym w tym ostatnim jeziorze udziałem sprzężnic i euglenin, natomiast mniejszym — sinic, bruzdnic i złotowiciowców.

Na znaczne podobieństwo planktonu jezior Harsz i Lemięt, a daleko posuniętą jego odmienność w jeziorze Smolak, wskazuje porównanie przeprowadzone przy pomocy współczynnika podobieństwa składu gatunkowego, obliczonego według wzoru (Starmach 1962 b, Szklarczyk-Gazdowa 1965):

$$P = \frac{c}{a + b - c} \cdot 100$$

gdzie: P — współczynnik podobieństwa w %
a — liczba gatunków znaleziona w planktonie jednego jeziora
b — liczba gatunków znaleziona w planktonie drugiego jeziora
c — liczba gatunków wspólnych dla obu porównywanych jezior

Powyższy wzór wyrażający procent wspólnych gatunków dla każdej pary jezior, obliczano osobno na podstawie wyłącznie florystycznego składu planktonu i osobno z uwzględnieniem składu faunistycznego. Ponieważ uzyskane wartości współczynników w obu przypadkach były niemal identyczne, podano wartości odnoszące się do pełnego składu planktonu, obejmującego fito- i zooplankton:
jezioro Harsz i jezioro Lemięt:

$a = 222$, $b = 172$, $c = 125$ (w tym glony + grzyby 115), $P = 46{,}5\%$
jezioro Harsz i jezioro Smolak:

$a = 222$, $b = 133$, $c = 62$ (w tym glony 58), $P = 21{,}2\%$

jezioro Lemięt i jezioro Smolak:

$a = 172$, $b = 133$, $c = 60$ (w tym glony 58), $P = 24{,}5\%$

Otrzymane wartości współczynników wskazują, że najbardziej podobny plankton występował w jeziorach Harsz i Lemięt, natomiast najmniej podobny — w jeziorach Harsz i Smolak. W grupie wspólnych gatunków w poszczególnych parach jezior przeważały wszędzie najliczniej reprezentowane zielenice, zwłaszcza z rzędu *Chlorococcales*. Drugie miejsce wśród nich zajmowały okrzemki. Różnorodność flory glonów porównywanych jezior wynikała głównie z bardzo odmiennego składu gatunkowego w obrębie bogato reprezentowanych sinic i sprzężnic. I tak np. na ogólną sumę 61 gatunków sprzężnic oraz 41 gatunków sinic określonych w jeziorach Harsz i Smolak, tylko po 5 gatunków z tych grup spotkano w obu jeziorach.

Wszystkie trzy jeziora łącznie posiadały zaledwie 50 wspólnych jednostek taksonomicznych glonów (w tym 41 gatunków), co stanowiło 13,0% ogólnej sumy oznaczonych taksonów. Wśród nich przeważały zielenice z rzędu *Chlorococcales* oraz okrzemki. Wybitnie mało natomiast posiadały badane jeziora wspólnych sinic — tylko 2 gatunki oraz sprzężnic — 3 gatunki.

O najsilniej zaakcentowanym podobieństwie planktonu jezior Harsz i Lemięt decydowała nie tylko flora glonów. Oba jeziora wykazywały również najbardziej zbliżony skład gatunkowy zooplanktonu. Około połowy znalezionych w nich gatunków było wspólnych. Natomiast najbardziej różnił się plankton zwierzęcy w jeziorach Lemięt i Smolak, w których zanotowano tylko 13,3% takich samych gatunków.

Z ogólnej sumy 23 gatunków wyróżnionych w planktonie zwierzęcym we wszystkich jeziorach, zaledwie dwa gatunki spotkano w każdym z nich.

Z 320 gatunków roślin i zwierząt określonych łącznie w planktonie trzech badanych jezior, tylko 13,4% stanowiły gatunki wspólne.

Zestawienie systematyczne glonów, grzybów oraz organizmów zwierzęcych oznaczonych w planktonie jezior Harsz, Lemięt i Smolak przedstawiono w tabeli 6. Podano w niej również procent prób, w których spotkano daną jednostkę taksonomiczną w stosunku do sumy prób zebranych podczas całego okresu badań. Przy każdej jednostce taksonomicznej podano jej względną obfitość w poszczególnych sezonach przez określenie średniego dla danego sezonu współczynnika pokrycia (*P*). Uzyskano go przez podzielenie sumy wskaźników pokrycia danej jednostki taksonomicznej, pochodzącej z wszystkich prób określonego sezonu, w których wystąpiła, przez ogólną liczbę pobranych w tym sezonie prób. Wynik, ze względów praktycznych mnożono przez 100.

O dużej różnorodności florystycznego składu planktonu we wszyst-

Tabela 6 - Table 6

Skład gatunkowy fito i zooplanktonu w jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak
Specific composition of phytoplankton and zooplankton in lakes Harsz, Lemięt and Smolak

Średni współczynnik pokrycia /P/ dominantów /d/, subdominantów /s/ i adominantów /a/:
Average coefficient of coverage /P/ of dominants /d/, subdominants /s/ and adominants /a/:

+ = 0,1 - 10; ++ = 11 - 100; +++ = 101 - 1000; ++++ = powyżej - over 1000

gatunki - species	HARSZ							LEMIĘT							SMOLAK						
	wczesna wiosna early spring	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	występowanie w % prób occurence expressed in % of samples	stopień dominacji degree of dominance	wczesna wiosna early spring	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	występowanie w % prób occurence expressed in % of samples	stopień dominacji degree of dominance	wczesna wiosna early spring	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	występowanie w % prób occurence expressed in % of samples	stopień dominacji degree of dominance
I. Fitoplankton Phytoplankton	liczba prób number of samples																				
CYANOPHYTA	16	32	48	40	24			12	24	36	30	12			10	22	36	24	12		
Cyanophyceae																					
x Dactylococcopsis irregularis G.M.Smith	.	.	+	.	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- rhaphidioides Hansg.	.	.	.	.	.	.	.	++	+	+	.	.	18,4	s	.	.	.	.	.	.	.
Merismopedia elegans A.Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	9,6	s
- glauca /Ehr./ Näg.	+	+	++	++	.	11,9	s	+	+	.	+	+	3,5	a	+	++	++	+	+	9,6	s
- major /G.M.Smith/ Geitl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1,0	a
- minima Beck.	.	+	+	.	.	7,5	s	.	.	.	.	.	.	.	.	++	+	+	+	17,3	s
x - tenuissima Lemm.	.	.	.	+	.	0,1	a	.	.	.	.	.	.	.	.	++	+++	++	+	69,2	d
Microcystis aeruginosa Kütz.	++	+++	+++	+++	+	68,7	d	+++	+++	++++	+++	++	87,7	d	.	.	.	.	.	.	.
- elebans Kütz.	.	.	+	.	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
x - marginata /Men./ Kütz.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	0,9	a	.	.	.	.	.	.	.
x - pulverea /Wood/ Porti	.	.	+	.	.	0,6	a	.	.	+	.	.	0,9	a	.	.	.	.	.	.	.
x - - var. incerta /Lemm./ Crow	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	0,9	a	.	.	.	.	.	.	.
- viridis /A.Br./ Lemm.	.	+	.	.	.	0,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
x Aphanocapsa biformis A.Br.	.	.	+	.	.	0,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
x - delicatissima W. et G.S.West	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1,0	a
- elachista W. et G.S. West	.	+	+	.	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
x - - var. conferta W. et G.S.West	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	0,9	a	.	.	.	.	.	.	.
- - var. planctonica G.M.Smith	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1,7	a	.	.	.	.	.	.	.
x - Grevillei /Hass./ Rabh.	.	.	++	.	.	4,4	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- pulchra /Kütz./ Rabh.	.	+	+	.	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

x Aphanothece microscopica Näg.	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	
- nidulans P.Richt.	++	++	+	.	.	9,4	s		.	++	.	.	.	2,6		s	.	.	.	.	++	3,8		s		
Chroococcus dispersus /Keissl./ Lemm.	.	+	++	+	.	28,1	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
- limneticus Lemm.	++	+++	+++	+++	.	65,0	d		.	++	++	++	.	36,8	d		.	.	.	.	.	.		.		
x - - var. elegans G.M.Smith	+	+	.	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
x - - var. subsalsus Lemm.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
- minutus /Kütz./ Näg.	.	.	.	+	.	0,6		a	.	+	+	.	.	1,7		a	.	.	.	.	.	.		.		
x - tenax /Kirchn./ Hieron.	.	.	+	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
- turgidus /Kütz./ Näg.	.	+	++	++	.	45,6	d		.	+	+	+	.	6,1		s	.	.	.	.	.	.		.		
x Eucapsis alpina Cl. et Shantz	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	++	1,9			a	
Coelosphaerium Naegelianum Ung.	++	+++	+++	+++	++	96,9	d		+	++	+++	++	+	62,3	d		.	.	.	.	.	.		.		
x Marssoniella elegans Lemm.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	3,5		s	.	.	.	.	.	.		.		
Gomphosphaeria aponina Kütz.	.	++	++	+	.	10,6		s	++	++	++	++	.	30,7		s	.	.	.	.	.	.		.		
- lacustris Chod.	+	++	+++	++	.	65,6	d		.	++	++	++	.	53,5	d		+	++	.	.	.	7,7		s		
x Radiocystis geminata Skuja	++	+++	++	++	.	60,6	d		.	++	++	.	.	8,8		s	.	.	.	.	.	.		.		
Lyngbya limnetica Lemm.	+++	++	+++	+++	+++	96,9	d		+++	+++	+++	++	+	92,1	d		.	.	.	.	.	.		.		
Oscillatoria Agardhii Gom.	.	.	.	.	.	.		.	+++	+++	++++	+++	++	96,5	d		.	.	.	.	.	.		.		
x - guttulata van Goor	++	+	+	++	.	8,7		s	++	++	.	++	.	14,0		s	.	.	.	.	.	.		.		
x - lacustris /Kleb./ Geitl.	.	.	+	.	.	3,1		a	.	.	+	.	.	3,5		s	.	.	.	.	.	.		.		
- limnetica Lemm.	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	+	+	.	1,7		a	.	.	.	.	.	.		.		
- planctonica Wołosz.	+	+	++	++	+	40,0	d		.	.	++	+	.	17,5	d		.	.	.	.	.	.		.		
- Redekei van Goor	+	+	+	++	+	15,6		s	.	.	++	.	.	9,6		s	.	.	.	.	.	.		.		
x - rubescens D.C.	+++	+++	+++	++++	++++	99,4	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
- tenuis Ag.	.	+	.	.	.	2,5		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
Aphanizomenon Issatschenkoi /Usacz ew/ Prosch.-Lavr.	.	.	+	+	.	5,6		a	.	+	++	.	.	28,1	d		.	.	.	.	.	.		.		
- flos-aquae /L./ Ralfs	+	++	+++	++	+	79,4	d		+	+++	+++	++	.	51,7	d		.	.	.	.	.	.		.		
Anabaena Lemmermanni P.Richt.	.	.	+++	+	.	25,6	d		.	++++	++++	+	.	50,0	d		.	.	.	.	.	.		.		
x - circinalis /Kütz./ Hansg.	.	.	+++	.	.	16,2	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
x - planctonica Brun.	.	+	+++	.	.	25,6	d		.	++	+++	.	.	24,5	d		.	.	.	.	.	.		.		
- spiroides Kleb.	.	.	+++	.	.	22,5	d		.	++	+++	.	.	27,2	d		.	.	.	.	.	.		.		
- sp.	.	++	++	.	.	18,7		s	.	++	.	.	.	2,6		s	.	.	.	.	.	.		.		
E U G L E N O P H Y T A																										
E u g l e n o p h y c e a e																										
Euglena acus Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	.	.	.	1,9		s		
x Phacus acuminatus Stokes	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.		
x - curvicauda Swir.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,9		s		
x - lismorensis Playf.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	.	.	3,8		s		
- longicauda /Ehr./ Duj.	.	+	+	.	.	1,8		a	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0			a	
x - - var. tortus Lemm.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	++	.	.	11,5	d			
x - - f. vix-tortus Kissel.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,9		s		
- pleuronectes /Ehr./ Duj.	.	.	+	.	.	1,8		a	.	.	.	+	.	0,9		a	.	.	+	.	.	1,0			a	
x - - var. prunoideus /Roll/ Popova	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0			a	
x - suecicus Lemm. var. oidion Pochm.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0			a	
Trachelomonas hispida /Perty/ Stein	.	+	++	+	+	19,4		s	.	+	++	++	.	30,7		s	.	.	.	.	.	.		.		
x - - var. coronata Lemm.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	+	++	++	+	24,5		s	.	.	.	.	.	.		.		
x - - var. spinulosa Skv.	.	.	+	+	.	8,1		s	.	.	+	++	+	19,3		s	.	.	.	.	.	.		.		
x - - var. volicensis Dreż.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	+	.	3,5		a	.	.	.	.	.	.		.		
x - rotunda Swir.	+	.	++	++	+	21,9		s	.	+	++	++	+	33,3	d		.	.	.	.	.	.		.		
- verrucosa Stokes	.	.	.	.	.	.		.	+	+	+	.	.	5,3		a	.	.	.	.	.	.		.		
- volvocina Ehr.	++	+	++	++	++	59,4	d		++	++	++	++	+	70,2	d		.	+	.	.	.	1,0			a	
x - - var. punctata Playf.	+	+	+	+	+	20,0		s	+	+	++	++	++	55,2	d		.	+	.	.	.	1,9			a	
x - - var. papillato-punctata Skv.	.	.	+	+	+	8,1		s	.	+	+	+	.	2,6		a	.	.	.	.	.	.		.		
x - - var. subglobosa Lemm.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	+	.	1,7		a	.	.	.	.	.	.		.		
x - Stokesiana Palmer	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	+	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.		
x Astasia breviciliata Matv.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	19,0		s		
- sp.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	.	.	4,8		s		
x Distigma proteus Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	++	+	++	28,8	d			

	PYRROPHYTA																									
	Dinophyceae																									
	Glenodinium sp.	.	.	++	.	.	5,6		s	.	.	++	++	.	8,0		s	.	.	.	.	.	.	.	.	
x	Sphaerodinium cinctum /Ehr./ Wołosz.	.	.	++	.	.	3,7		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Peridinium aciculiferum Lemm.	++	.	.	.	.	9,4	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	
x	- - f. inerme Wołosz.	++	.	.	.	.	9,4	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	- bipes Stein	.	.	++	+	.	22,5	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	- cinctum /O.F.Müll./ Ehr.	+	+++	+++	+++	+	61,9	d		.	+++	+++	+++	.	61,4	d		.	.	.	.	.	.	.	.	
x	- - f. angulatum /Lind./ Lef.	.	.	++	.	.	10,0		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	
x	- - f. irregulatum Lind.	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	- inconspicuum Lemm.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	++	+++	++	++	+	72,1	d		
	- latum Pauls.	.	+	++	++	.	20,0	d		.	+	+++	++	.	26,3	d		.	.	.	.	.	.	.	.	
	- Willei Huitf.-Kaas	+++	+++	++	++	++	81,9	d		++	+++	+++	+++	++	80,7	d		++	+++	.	.	.	24,0	d		
	- Volzii Lemm.	.	++	+	+	.	12,5		s	+	+	+++	+	.	14,9		s	.	++	++	.	++	11,5		s	
	Ceratium hirundinella /O.F.Müll./ Schrank	++	+++	+++	++	.	67,5	d		++	+++	++++	+++	++	82,4	d		.	.	.	.	.	.	.		
	CHRYSOPHYTA																									
	1. Xanthophyceae																									
	Tribonema subtilissimum Pasch.	+++	+++	+++	++	++	91,9	d		+	++	++	++	+	62,3	d		.	.	.	.	.	.	.		
	2. Chrysophyceae																									
x	Mallomonas producta Iwan.	.	.	++	.	.	14,4		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		
x	- tonsurata Teil.	.	.	++	+	.	18,1	d		.	++	++	+	.	23,7		s	.	.	.	.	.	.	.		
	- sp.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	+	.	5,3		a	.	.	.	.	.	.	.		
	Dinobryon bavaricum Imhof	++	++	++	++	.	11,9		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		
	- divergens Imhof	+++	+++	+++	++	.	48,7	d		++	++	++	.	.	9,6		a	.	.	.	.	++	1,0		a	
	- pediforme /Lemm./ Stein.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+++	++	++++	++	54,2	d		
	- sertularia Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.		
	- - var. protuberans /Lemm./ Krieg.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	.	.	.	3,5		a	.	.	.	.	.	.	.		
	- sociale Ehr.	++	++	+++	+	.	30,6	d		.	+++	+++	.	.	20,2		s	.	.	.	.	.	.	.		
	- - var. stipitatum /Stein/ Lemm.	+++	++	+++	.	.	31,2	d		.	+++	+++	.	.	14,9		s	.	.	.	.	.	.	.		
	Synura uvella Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	.	.	2,6		a	.	.	.	.	.	.	.		
	- sp.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	+	.	3,8		a	
x	Rhizochrysis limnetica G.M.Smith	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		
	3. Bacillariophyceae																									
	Melosira ambigua /Grun./ O. Müll.	++	++	+++	+++	++	76,9	d		+++	+++	+++	+++	++	86,8	d		.	.	.	.	.	.	.		
	- arenaria Moore	.	+	+	.	.	2,5		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		
	- Binderana Kütz.	++	++	+++	++	+	48,1	d		.	.	+	+	++	7,0		s	.	.	.	.	.	.	.		
	- granulata /Ehr./ Ralfs	.	+	++	++	.	33,7	d		+++	+++	+++	+++	++	90,3	d		.	.	.	.	.	.	.		
	- - var. angustissima /O.Müll./ Hust.	.	.	+	.	.	2,5		a	+	++	++	++	+	68,4	d		.	.	.	.	.	.	.		
x	- - - f. curvata O. Müll.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	++	+	.	25,4		s	.	.	.	.	.	.	.		
	- islandica O.Müll. subsp. helvetica O.Müll.	++++	+++	++	++	++	83,7	d		.	.	.	.	.	.		.	+++	++	+	.	++	20,2	d		
	- italica /Ehr./ Kütz.	++	+	+	.	.	7,5		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		
	- - var. valida /Grun./ Hust.	.	++	++	+++	++	51,9	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		
	- varians C.A.Ag.	++	+	+	++	.	17,5		s	++	++	+	++	.	35,9	d		.	.	.	.	.	.	.		
	Stephanodiscus astraea /Ehr./ Grun.	++	++	++	++	++	77,5	d		++	++	+++	++	+	92,1	d		++	++	.	.	.	13,5		s	
x	- - var. minutulus /Kütz./ Grun.	++	+	++	++	++	48,1	d		+++	++	++	++	++	94,7	d		++	+	.	.	.	5,8		s	
	- dubius /Fricke/ Hust.	.	.	+	.	.	1,8		a	.	+	+	.	.	4,4		a	.	.	.	.	.	.	.		
	- Hantzschii Grun.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	+	.	5,3		a	.	.	.	.	.	.	.		
	Cyclotella comta /Ehr./ Kütz.	++	++	++	++	++	90,0	d		+++	+++	++	+++	+++	92,1	d		.	+	+	.	.	5,8		a	
	- Meneghiniana Kütz.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	+	.	7,9		s	.	.	.	.	.	.	.		
	- operculata /Ag./ Kütz.	.	.	.	.	.	.		.	++	.	.	.	.	6,1		s	.	.	.	.	.	.	.		
	Rhizosolenia longiseta Zach.	.	.	+	++	.	13,1		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		

Attheya Zachariasi Brun	.	.	++	++	.	33,7	d		.	+++	+++	++	.	43,0	d		.	.	.	.	.	.	.
Tabellaria fenestrata /Lyngb./ Kütz.	++	+++	++	.	.	35,6	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
- flocculosa /Roth/ Kütz.	++	++	++	+	.	15,6		s	.	.	.	.	.	.	.		+++	+++	+++	++	++	85,6	d
- - var. asterionelloides /Grun.in V.H./Knud.	++++	++++	++++	++++	+++	100,0	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
Diatoma elongatum /Lyngb./ Ag.	++	++	+	++	.	10,6		s	+++	+++	+++	+++	.	71,0	d		.	.	.	.	.	.	.
- vulgare Bory	.	.	.	++	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.			.	.	.	.	.	.	.
x - - var. lineare Grun.	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.			.	.	.	.	.	.	.
Meridion circulare Ag.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.
Centronella Reicheltii Voigt	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	++	+	.	4,4		a	.	.	.	.	.	.	.
Asterionella formosa Hass.	++++	+++	+++	++++	+++	98,1	d		++++	++++	+++	++++	+++	96,5	d		.	.	.	.	.	.	.
x - - var. acaroides Lemm.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	.	.	4,4		s	.	.	.	.	.	.	.
x Synedra actinastroides Lemm.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
- acus Kütz.	+++	+++	++	++	++	92,5	d		+++	+++	+++	+++	+	90,3	d		+	+	.	.	.	3,8	s
x - - var. angustissima Grun.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	1,0	a
x - - var. radians /Kütz. / Hust.	+	+	+	+	.	16,2		s	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
- ulna /Nitzsch./ Ehr.	++	++	+	++	.	18,1	d		+++	++	++	+++	.	58,7	d		.	.	.	.	.	.	.
x - tabulata /Ag./ Kütz.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	+	+	+	.	7,7	s
x Fragilaria bidens Heib.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.
- brevistriata Grun.	.	.	.	.	.	.	.		++	++	++	++	.	27,2		s	+++	++	+	+	.	22,1	d
- capucina Dezmaz.	++++	+++	++	++	.	40,0	d		+++	+++	++	++	.	45,6	d		++	++	++	.	.	9,6	s
x - - var. lanceolata Grun.	.	.	.	.	.	.	.		++	.	.	.	.	3,5		s	.	.	.	.	.	.	.
x - - var. mesolepta Rabh.	.	.	.	.	.	.	.		++	.	+	.	.	5,3		s	.	.	.	.	.	.	.
- construens /Ehr./ Grun.	.	.	++	+	.	4,4		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
- - var. binodis /Ehr./ Grun.	.	.	+	.	.	3,1		a	.	.	+	+	.	3,5		a	.	.	.	.	.	.	.
- - var. venter /Ehr./ Grun.	.	.	+	.	.	3,1		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
- crotonensis Kitt.	++++	++++	+++	+++	+	85,0	d		+++	++++	++++	++	++	90,3	d		.	.	.	.	.	.	.
- intermedia Grun.	.	.	.	.	.	.	.		++	.	+	+	.	5,3		s	++	.	.	.	.	1,9	a
x - pinnata Ehr.	.	.	+	.	.	0,6		a	++	++	++	++	.	47,4	d		.	.	.	.	.	.	.
- virescens Ralfs	.	.	.	.	.	.	.		++	++	++	+++	.	67,5	d		.	.	.	.	.	.	.
x - - var. mesolepta Schörf.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	.	5,3		a	.	.	.	.	.	.	.
- sp.	.	+	++	++	.	11,2		s	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
x Eunotia praerupta Ehr.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	1,0	a
Cocconeis pediculus Ehr.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	1,7		a	+	.	+	.	.	19,0	a
- placentula Ehr.	+	.	.	.	.	0,6		a	.	+	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.
Gyrosigma acuminatum /Kütz./ Rabh.	++	+	++	.	+	5,0		a	++	++	++	++	.	11,4		s	.	.	.	.	.	.	.
- attenuatum /Kütz./ Rabh.	++	++	++	+++	.	31,2		s	+++	++	++	+++	++	25,4		s	.	.	.	.	++	1,0	a
x - Kuetzingii /Grun./ Cl.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
x Pinnularia Braunii /Grun./ Cl. var. amphicephala /A.Mayer/ Hust.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0	a
x - interrupta W.Smith	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	0,9		a	.	.	+	+	.	1,9	a
- major /Kütz./ Cl.	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
x - stauroptera Grun.	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,0	a
x Stauroneis inflata Heid.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
- phoenicenteron Ehr.	.	+	+	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.	.		++	.	+	.	.	1,9	a
Navicula cryptocephala Kütz.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.
x - cuspidata Kütz. f. primigena Dipp.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.
x - gracilis Ehr.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	1,0	a
x - nodosa Ehr.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,0	a
- oblonga Kütz.	++	+	+	.	.	1,8		a	.	.	.	+	.	0,9		a	.	+	.	.	.	1,0	a
- - var. subcapitata Pant.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	1,0	a
x - platystoma Ehr.	+	.	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
x - pupula Kütz. var. elliptica Hust.	+	.	.	.	.	0,6		a	++	+	+	+	.	8,8		s	.	.	.	.	.	.	.
- radiosa Kütz.	+	+	+	.	.	1,8		a	.	+	.	.	.	0,9		a	+	.	.	.	.	1,0	a
- Reinhardtii /Grun./ Cl.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	1,0	a
x - viridula Kütz.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	0,9		a	.	.	.	+	.	1,0	a
x Cymbella affinis Kütz.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.	.
- cistula /Hemp./ Grun.	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.

- cymbiformis /Ag.? Kütz./ V.H.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	0,9		a	+	.	.	.	.	1,0		a
x - helvetica Kütz. var.balatonis/Grun./Cl.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	++	.	0,9	s		.	.	.	.	.	.		.
- lanceolata /Ehr./ V.H.	+	+	+	++	.	8,1		a	++	++	++	.	.	26,3	s		++	.	.	.	.	1,9		a
- turgida /Greg./ Cl.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
Amphora ovalis Kütz.	.	.	.	.	.	.		.	+	++	++	++	.	21,0	s		.	+	.	.	.	1,0		a
Epithemia turgida /Ehr./ Kütz.	+	+	+	.	.	1,8		a	.	.	+	.	.	0,9		a	+	.	.	.	.	1,0		a
- zebra /Ehr./ Kütz.	.	.	+	+	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
x - - var. porcellus /Kütz./ Grun.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	1,0		a
- - var. saxonica /Kütz./ Grun.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	1,0		a
Nitzschia acicularis W.Smith	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- sigmoidea /Ehr./ W.Smith	+	+	+	++	.	9,4		a	++	++	.	++	+	14,9	s		+	.	.	.	.	1,0		a
Cymatopleura elliptica /Bréb./ W.Smith	++	+	+	++	.	10,0		a	++	+	++	++	.	28,9	d		++	+	.	.	+	3,8		a
x - - var. nobilis /Hantzsch/ Hust.	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- solea /Bréb./ W.Smith	+	+	+	++	.	7,5	s		+	.	.	++	.	4,4		a	+	.	.	.	.	1,0		a
x - - var. apiculata /W.Smith/ Ralfs	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	+	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
x - - var. vulgaris Meist.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++	.	.	.	.	1,9		a
Surirella biseriata Bréb.	++	++	+	+	.	10,0	s		+	+	.	+	.	5,3		a	.	.	.	.	.	.		.
- - var. bifrons /Ehr./ Hust.	+	.	+	++	.	7,5	s		.	++	.	+	.	6,1	s		.	.	.	.	.	.		.
- Capronii Bréb.	+	+	.	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- linearis W.Smith var.constricta/Ehr./Grun.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
Campylodiscus noricus Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	.	+	.	4,4	s		.	.	.	.	.	.		.
- - var. hibernicus /Ehr./ Grun.	+	.	+	++	.	6,9	s		+	+	++	+	.	10,5	s		+	.	.	.	.	1,0		a
C H L O R O P H Y T A																								
C h l o r o p h y c e a e																								
1. V o l v o c a l e s																								
Phacotus lenticularis /Ehr./ Stein	.	+	+	.	.	13,1	s		.	++	++	++	.	47,3	d		.	.	.	.	.	.		.
Pandorina morum Bory	+++	+++	+++	+++	++	85,6	d		++	+++	+++	+++	.	72,8	d		.	.	.	.	.	.		.
Eudorina elegans Ehr.	.	++	+++	++	.	37,5	d		.	+++	+++	++	.	29,8	d		.	.	.	.	.	.		.
Tetraspora imperfecta Korsch.	++	.	+	+	.	5,6		a	++	+++	++	.	.	30,7	d		.	.	.	.	.	.		.
x - lacustris Lemm.	.	++	++	.	.	6,9	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
x - limnetica W. et G.S.West	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- simplex Korsch.	+++	+++	+++	.	.	37,5	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
Pseudosphaerocystis lacustris/Lemm./Novák.	++	+++	+++	++	.	65,6	d		+	+++	+++	+	.	49,1	d		.	.	.	.	.	.		.
2. C h l o r o c o c c a l e s																								
x Charatium gracilipes Lamb.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	.	.	15,4	s	
x Schroederya Judayi G.M.Smith	.	+	+	+	.	10,6	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	8,6	s	
Pediastrum biradiatum Mayen	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- boryanum /Turp./ Menegh.	++	++	++	++	+	53,1	d		++	++	++	++	.	79,8	d		++	+	+	++	.	8,6	s	
x - - var. granulatum /Kütz./ Braun	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- - var. longicorne Reinsch	++	++	++	++	.	51,2	d		++	++	++	+++	.	58,8	d		.	+	+	+	.	3, 8		a
x - - - f.granulata Racib.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,0		a
- - var. rugulosum G.S.West	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	1,0		a
x - - var. undulatum Wille	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
- duplex Meyen	++	++	++	++	.	21,2	s		+	++	++	++	.	41,2	d		.	.	.	+	.	1,0		a
- - var. clathratum /A.Braun/ Lag.	.	++	++	++	.	40,6	d		.	++	++	++	.	58,8	d		.	+	.	.	.	1,0		a
x - - var. cohaerens Bohl.	.	.	+	.	.	2,5		a	.	.	+	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
- - var. reticulatum Lag.	.	+	++	++	.	43,7	d		+	+	++	+	.	11,4	s		.	.	+	.	.	1,0		a
x - integrum Näg.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	+	.	0,9		a	++	.	.	.	.	1,0		a
- - var.Braunianum /Grun./ Nordst.	.	.	+	+	.	1,8		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- - - f.granulata Racib.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- muticum Kütz.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
x - - var.longicorne Racib.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,0		a
- Tetras /Ehr./ Ralfs	.	.	.	+	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,0		a

Golenkinia paucispina W. et G.S.West	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	9,6	s	.	+	+	.	.	1,9		a
x - radiata Chod.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1,7	a	.	.	.	.	.	.	.	.
Gloeocystis ampla Kütz.	.	++	++	++	.	32,5	d	.	.	.	+	.	.	0,9	a	.	.	.	.	.	.	.	.
- bacillus Teil.	.	+	+	+	.	5,0	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	+++	++	++	53,8	d	
x - gigas /Kütz./ Lag.	.	++	++	+	.	33,7	d	.	++	+	+	.	.	5,3	s	.	.	.	.	.	.	.	.
x - minuta Willen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	+++	++	++	+	65,4	d	
- planctonica /W. et G.S.West/ Lemm.	++	++	+++	++	.	53,7	d	.	++	++	++	+	.	49,1	d	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.	+	++	++	++	.	34,4	d	.	++	++	++	.	.	16,7	s	++	+	+	.	.	7,7		s
Botryococcus Braunii Kütz.	++	+++	+++	++	++	89,4	d	++	+++	+++	++	++	.	70,2	d	++	+++	++	.	.	30,8	d	
x - protuberans var. minor G.M.Smith	.	.	+	++	++	13,7	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dictyosphaerium Ehrenbergianum Näg.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	++	+	.	.	17,5	s	++	++	.	.	.	6,7		s
- pulchellum Wood	++	++	+++	+++	.	60,0	d	++	+++	+++	+++	.	.	76,3	d	+++	+++	+++	+++	+++	97,1	d	
Westella botryoides /W.West/ Wild.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1,0		a
Oocystis Borgei Snow	.	+	++	+	.	28,7	d	.	+	++	+	.	.	34,2	d	+	+	+	.	.	4,8		s
x - crassa Wittr.	.	.	.	+	.	0,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- elliptica W.West	.	+	+	.	.	4,4	a	.	+	++	.	.	.	4,4	s	.	.	.	.	.	.	.	.
x - gloeocystiformis Borge	.	.	+	.	.	0,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- lacustris Chod.	.	+	++	+	.	25,0	d	.	+	.	+	.	.	2,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.
- parva W. et G.S.West	.	+	++	+	.	21,9	d	.	++	++	+	.	.	34,2	d	+	+	+	.	.	9,6		s
- pusilla Hansg.	.	++	++	+	.	24,4	d	.	+	++	+	.	.	34,2	d	++	++	++	++	+	55,7	d	
- solitaria Wittr.	.	.	+	.	.	3,1	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
x - - var. elongata Printz	.	.	+	.	.	0,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nephrocytium limneticum G.M.Smith	.	++	++	+	.	13,7	s	.	.	+	.	.	.	1,7	a	.	.	.	.	.	.	.	.
x - lunatum W.West.	.	.	++	.	.	7,5	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kirchneriella contorta /Schmidle/ Bohl.	.	+	++	+	.	8,7	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- obesa /W.West/ Schmidle	.	++	++	+	.	22,5	d	.	+	++	++	.	.	33,3	d	.	.	.	.	.	.	.	.
x Quadrigula Chodati /Tanner-Full./G.M.Smith	.	+	+	.	.	2,5	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- lacustris /Chod./ G.M.Smith	.	++	++	+	.	21,2	s	.	++	++	++	++	.	32,4	s	.	++	.	.	.	4,8		s
- Pfitzeri /Schroed./ G.M.Smith	++	++	++	++	.	30,6	d	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tetraëdron minimum /A.Br./ Hansg.	.	.	+	+	.	10,0	s	+	+	+	.	.	.	8,8	s	.	+	.	.	.	3,8		s
- trigonum /Näg./ Hansg.	.	+	+	.	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ankistrodesmus acicularis /A.Br./ Korsch.	.	+	+	.	.	1,2	a	+	+	+	+	.	.	22,8	d	.	.	.	.	.	.	.	.
x - convolutus Corda	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	0,9	a	.	.	.	.	.	.	.	.
- falcatus /Corda/ Ralfs	.	+	++	+	.	13,7	s	+	++	++	+	.	.	28,9	d	+	++	+	++	.	17,3	d	
x - - var. acicularis West f.longissima Printz	.	+	.	+	.	4,4	s	+	+	+	+	.	.	23,7	d	+	.	.	.	.	1,0		a
- - var. mirabile W. et G.S.West	.	.	.	+	.	0,6	a	.	.	+	+	+	.	2,6	a	.	.	.	.	.	.	.	.
x - - var. setiformis Nyg. f. brevis Nyg.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	44,7	d	+	+	+	+	+	42,3	d	
x - - - f. elongata Nyg.	+	+	+	+	+	42,5	d	+	+	.	.	.	.	4,4	s	.	+	.	.	.	5,8		s
x - - var. spirilliformis G.S.West	.	+	.	.	.	0,6	a	.	+	.	.	.	.	2,6	s	.	.	.	.	.	.	.	.
x - fusiformis Corda	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	0,9	s	.	.	.	.	.	.	.	.
Elaktothrix gelatinosa Wille	.	+	+	+	.	4,4	a	++	++	.	+	.	.	6,1	s	.	++	++	++	+	55,7	d	
Scenedesmus abundans /Kirchn./ Chod.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	0,9	a	.	.	.	+	.	1,0		a
- acutiformis Schroed.	.	+	+	+	.	11,9	s	.	.	+	.	.	.	0,9	a	.	+	+	+	.	13,5		s
- acutus Meyen	.	+	+	.	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- arcuatus Lemm.	.	.	.	+	.	0,6	a	.	+	++	+	.	.	28,1	d	.	.	.	.	.	.	.	.
- armatus /Chod./ G.M.Smith	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	8,8	s	.	.	.	.	.	.	.	.
- - var. bicaudatus /Gugl./ Chod.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	7,0	a	.	.	+	+	.	1,9		a
x - - var. ecornis Wołosz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	5,8		a
- bijuga /Turp./ Lag.	+	+	+	+	.	12,5	s	.	++	++	+	.	.	30,7	d	.	+	++	+	+	35,6	d	
- - var. alternans /Reinsch/ Borge	.	.	+	.	.	1,2	a	.	+	+	.	.	.	5,3	s	.	.	.	.	.	.	.	.
x - denticulatus Lag.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	1,7	a	.	+	.	.	.	1,0		a
x - dimorphus Kütz.	.	.	+	+	.	1,2	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1,0		a
x - ellipsoideus Chod.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1,0		a
- longispina Chod.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	0,9	a	.	.	.	+	.	1,0		a
x - longus Meyen	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	14,0	s	.	.	+	.	.	3,8		a
x - falcatus Chod.	.	.	++	.	.	4,4	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- obliquus /Turp./ Kütz.	.	.	+	.	.	1,2		a	.	.	+	.	.	3,5		a	.	.	.	+	.	1,0		a
x - platydiscus /G.M.Smith/ Chod.	.	.	+	+	.	2,5		a	.	+	+	.	.	7,0		a	.	.	.	.	.	.		.
x - - var. alternans /Reinsch/ Chod.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- quadricauda /Turp./ Bréb.	.	.	+	+	.	5,0	s		+	+	++	.	.	18,4	s		.	.	+	.	.	2,9		a
x - - var. longispina /Chod./ G.M.Smith	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
x - - var. maximus W. et G.S.West	.	.	.	.	.	.			.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0		a
- - var. quadrispina /Chod./ G.M.Smith	.	+	+	.	.	3,7		a	.	++	++	++	.	44,7	d		.	.	+	+	+	9,6		a
x - - var. Westii G.M.Smith	+	.	+	+	.	4,4		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	+	.	1,9		a
- serratus /Corda/ Bohl.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	+	.	6,7	s	
x - tetradesmiformis /Wołosz./ Chod.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	+	.	2,9		a
x Crucigenia irregularis Wille	.	++	++	+	.	31,2	d		.	+	.	.	.	0,9		a	.	+	+	.	.	1,9		a
- Lauterbornei Schmidle	.	.	+	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- quadrata Morren	.	+	+	+	+	20,0	s		.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	.	.	7,7	s	
- rectangularis /A.Br./ Gay	.	++	++	+	.	15,0	s		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
x - triangularis Chod.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,9	s	
x Actinastrum gracillimum G.M.Smith	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
x - tetaniforme Teil.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
Coelastrum cambricum Arch.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
x - - var. intermedium /Bohl./ G.S.West	.	+	+	+	+	12,5	s		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- microporum Näg.	+	++	+	+	.	26,2	d		+	++	++	++	.	47,3	d		.	+	.	.	.	1,0		a
- proboscideum Bohl.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	+	+	+	.	2,6		a	.	.	.	.	.	.		.
- reticulatum /Dang./ Senn	.	++	++	+	.	20,6	d		.	++	++	+	.	14,0	s		.	.	.	.	.	.		.
3. U l o t r i c h a l e s																									
x Stichococcus bacillaris Näg.	.	+	+	.	.	2,5		a	.	.	.	.	.	.		.	+	+++	++	.	.	38,8	d	
4. C o n j u g a l e s																									
Mougeotia sp.	++	++	+++	+++	.	63,7	d		.	+	+++	++	.	41,2	d		.	.	.	.	.	.		.
x Spirotaenia obscura Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0		a
x Penium Libellula /Focke/ Nordst.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	.	1,0		a
Closterium aciculare T.West	++	++	++	++	++	54,4	d		++	++	+++	+++	++	80,7	d		.	.	.	.	.	.		.
- acutum /Lyngb./ Bréb.	.	.	+	+	+	3,1		a	++	++	+	++	+	56,1	d		.	.	.	.	.	.		.
x - - var. Linea /Perty/ W. et G.S.West	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	1,7		a	.	.	.	.	.	.		.
x - - var. variabile Krieg.	+	+	++	++	++	68,1	d		+	++	++	++	+	64,9	d		.	.	.	.	.	.		.
- didymotocum Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	+	.	1,0		a
- Ehrenbergii Menegh.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
- gracile Bréb.	++	+	.	++	++	21,9	s		++	++	+	++	.	28,1	d		.	.	.	.	.	.		.
x - - var. elongatum W. et G.S. West	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
- intermedium Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	.	1,0		a
x - Leibleinii Kütz.	.	+	.	.	+	1,2		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- Lunula /Müll./ Nitzsch.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	++	++	.	12,5	s	
x - - var. intermedium Gutw.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	+	.	.	1,9		a
x - Malinvarnianum De Not.	.	++	.	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- moniliferum /Bory/ Ehr.	++	+	+	.	.	2,5		a	++	+	++	++	.	11,4	s		++	.	.	.	.	1,0		a
x - Pritchardianum Arch.	++	+	.	++	.	2,5		a	++	++	.	++	.	7,9	s		.	.	.	.	.	.		.
x - pronum Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	++	+	++	++	.	14,9	s		+	+	.	.	.	1,9		a
x - strigosum Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
- striolatum Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	++	.	.	1,9		a
x - subpronum West	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
x - Ulna Focke	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	+	+	.	11,5	s	
Pleurotaenium Trabecula /Ehr./ Näg.	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
x - - var. rectum /Delp./ W. et G.S.West	.	.	+	++	.	1,8		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
Cosmarium bioculatum Bréb.	.	.	.	.	.	.			.	.	.	.	.	.		.	.	.	++	++	.	30,8	d	
x - biretum Bréb. var. trigibberum Nordst.	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.

- Botrytis Menegh.	.	.	++	++	.	8,7	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
x - - var. subtumidum Wittr.	.	.	+	+	.	5,0	s		.	+	.	+	.	2,6		a	.	.	.	.	.	.	.	
x - dentiferum Corda	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- depressum /Näg./ Lund.	++	++	++	++	.	67,5	d		+	++	++	+	.	45,6	d		.	.	.	.	.	.	.	
- - var. achondrum /Boldt/ W. et G.S.West	.	.	.	.	.	.		.	.	+	+	+	.	14,9		s	.	.	.	.	.	.	.	
x - - var. reniforme W. et G.S.West	.	+	++	.	.	14,4	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
x - formosulum Hoffm.	.	.	+	.	.	3,7		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- globosum Bulnh. f. minor Boldt	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.	1,9		a
- granatum Bréb.	.	+	+	+	.	5,0		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- impressulum Elfv.	.	.	+	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- margaritiferum Menegh.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	++	++	.	21,9		s	.	.	.	.	.	.	.	
x - protractum /Näg./ Bary	.	++	++	++	.	26,9	d		.	++	++	+	.	23,7	d		.	.	+	.	.	1,0		a
- punctulatum Bréb.	.	.	+	.	.	3,1		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
x - - var. granulusculum /Roy et Biss./ W. et G.S.West	.	+	++	+	.	28,1	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- - var. subpunctulatum /Nordst/ Børg.	.	.	+	+	.	3,7		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- reniforme /Ralfs/ Arch.	.	++	++	+	.	13,7	s		.	+	++	+	.	7,9		a	.	+	.	.	.	1,0		a
x - subprotumidum Nordst.	.	+	.	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
x - - var. Gregorii /Roy et Biss./W.et G.S.West	.	.	+	.	.	0,6		a	.	+	+	+	.	14,9		s	.	.	.	.	.	.	.	
- Turpinii Bréb.	.	.	++	+	.	6,2	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
x Arthrodesmus incus /Bréb./ Hass. var.extensus Anderss.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	++	+++	+++	++	84,6	d	
x - Ralfsii W. West	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	++	+++	+++	+++	83,7	d	
Xanthidium armatum /Bréb./ Rabh.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	++	++	++	11,5		s
Staurastrum alternans Bréb.	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,0		a
x - aristiferum Ralfs var. indentatum G.M.Smith	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	2,9		s
x - brachiatum Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+++	+++	+++	60,6	d	
x - breviaculeatum G.M.Smith	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++	++	++	+	.	52,9	d	
x - Chaetoceras /Schroed./ G.M.Smith	.	.	+	.	.	1,2		a	.	++	++	++	.	32,4	d		.	.	.	.	.	.	.	
x - cingulum /W. et G.S.West/ G.M.Smith var. obesum G.M. Smith	.	++	+	++	.	15,6	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- contortum G.M.Smith	.	.	++	.	.	12,5	s		+	++	+++	++	.	62,3	d		.	.	.	.	.	.	.	
- cuspidatum Bréb.	.	+	+	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- dejectum Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	++	+++	++	++	83,7	d	
x - floriferum W. et G.S. West	.	+	++	+	.	15,0	s		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- gracile Ralfs	++	+++	+++	++	.	65,0	d		.	+	+	.	.	3,5		a	.	.	.	.	.	.	.	
x - longiradiatum W. et G.S.West	+	++	++	++	.	51,2	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- muricatum Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	++	+	.	.	4,8		a
- paradoxum Meyen	+	++	++	+	.	47,5	d		+	++	++	++	.	74,5	d		.	.	.	.	.	.	.	
x - pelagicum W. et G.S. West	.	+	.	.	.	0,6		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- polymorphum Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	5,8		s
x - tetracerum Ralfs var. validum W.et G.S.West	.	.	.	.	.	.		.	+	++	.	.	.	8,8		s	.	.	.	.	.	.	.	
- vestitum Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	+	.	7,7	d	
Euastrum binale /Turp./ Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+	.	.	2,9		a
x - - f. Gutwinskii Schmidle	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.	1,0		a
x - insulare /Wittr./ Roy	.	+	+	.	.	1,8		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
- pinnatum Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++	++	++	+++	.	24,0		s
Micrasterias denticulata Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	++	++	+++	.	22,1		s
x - - var. notata Nordst.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++	+++	+++	+++	.	52,9	d	
x - papillifera Bréb. var. glabra Nordst.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	++	.	.	.	2,9		s
- rotata /Grev./ Ralfs	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++	++	+++	+++	.	45,2	d	
x - - f. evoluta Turn.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	+++	.	17,3		s
- truncata /Corda/ Bréb.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++	++	++	++	.	43,3	d	
x Spondylosium planum /Wolle/ W.et G.S.West	.	.	+	.	.	1,8		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	+	.	37,5	d	
- pulchellum Arch.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	+	.	.	6,7		a
Gymnozyga moniliformis Ehr.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	1,9		a

MYCOPHYTA																								
x Tetracladium marchalianum De Wild.	.	+	++	+	.	5,6		a	.	.	.	+	++	3,5		a	.	.	.	.	.	.	.	
II. Zooplankton																								
ROTATORIA																								
Rotatoria sp. div.	+++	+++	+++	+++	+++	100,0	d		+++	+++	+++	+++	+++	100,0	d		+++	+++	+++	+++	+++	92,3	d	
COPEPODA																								
Eudiaptomus graciloides /Lilljeborg/	+++	+++	+++	+++	+++	84,4	d		+++	++++	+++	++++	++++	93,8	d		+++	+++	+++	.	++	39,4	d	
Cyclops abyssorum G.O. Sars	.	+++	+++	.	.	14,4	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- bohater Koźmiński	.	++	.	.	.	1,2		a	.	.	.	++	.	0,9		a	.	.	.	.	.	.		.
- kolensis /Lilljeborg/	+++	+++	.	++	+++	35,6	d		.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
- strenuus var. landei Koźmiński	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.		++++	++++	+	+++	++++	54,8	d	
- vicinus Uljanin	.	.	.	.	.	.		.	+++	+++	+	+++	+++	49,1	d		.	.	.	.	.	.		.
- viridis /Jurine/	.	++	.	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		.
Mesocyclops leuckarti /Claus/	+++	+++	+++	+++	.	42,5	d		+++	+++	+++	+++	.	76,3	d		.	.	.	.	.	.		.
- oithonoides /G.O.Sars/	++	+++	++	++	++	18,1		s	+++	+++	+++	+++	+++	75,4	d		.	.	.	.	.	.		.
CLADOCERA																								
Daphnia cristata cristata G.O.Sars	.	+++	+++	+++	+++	31,9		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- - longiremis /G.O.Sars/	.	+++	+++	++	++	18,7	d		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- cucullata G.O.Sars	.	+++	+++	+++	.	33,7	d		++	+++	+++	++++	+++	73,7	d		.	.	.	.	.	.		.
- longispina hyalina /Leydig/	+++	+++	+++	++	++	31,2	d		.	+++	+++	+++	.	33,3	d		.	.	.	.	.	.		.
Ceriodaphnia quadrangula O.F.Müller	.	.	++	++	.	3,7		a	.	.	.	.	.	.		.	.	+++	++++	++++	+++	76,0	d	
Bosmina coregoni berolinensis Imhof	.	.	++	++	.	5,0		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
- - crassicornis Lilljeborg	.	++	+++	+++	.	31,9		s	.	.	.	+++	++	14,0		s	.	.	.	.	.	.		.
- - thersites Poppe	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	++	.	.	.	.	0,9		a
- longirostris /O.F.Müller/	+++	+++	++	++	+++	38,1	d		++	+++	.	.	++	11,4		s	++	.	.	.	.	1,9		a
Chydorus sphaericus O.F.Müller	++	++	+++	++	.	36,9	d		.	+	++	++	+	37,7	d		.	.	.	.	.	.		.
- sp.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.	.	++	+	+	.	9,6		s
Alona quadrangula O.F.Müller	.	.	+	.	.	1,2		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.
Diaphanosoma brachyurum /Lievin/	.	.	++	++	.	7,5		s	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+++	++	.	34,6	d	
Leptodora Kindti /Focke/	.	++	++	.	.	5,0		a	.	+++	+++	.	.	21,0		s	.	.	.	.	.	.		.
Bythotrephes longimanus Leydig	.	++	++	.	.	3,1		a	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.		.

x - gatunki nie notowane dotychczas na Pojezierzu Mazurskim
species no found till now in the Mazurian Lake District

kich jeziorach decydowały głównie rzadkie komponenty (tab. 6), spotykane od 1 - 20% prób. Stanowiły one w jeziorze Harsz 67,8%, w jeziorze Lemięt 59,4%, a w jeziorze Smolak aż 81,2% oznaczonych taksonów. Pojawiały się sporadycznie, najczęściej w jednym sezonie, w niewielkiej liczbie osobników i tym samym wykazywały niskie współczynniki pokrycia (*P*).

Niewielką natomiast grupę tworzyły składniki spotykane od 80 - 100% prób. Ich udział w odniesieniu do sumy oznaczonych taksonów wahał się od 3,2% w jeziorze Smolak do 6,9% w jeziorze Lemięt. Załączona tabela 7 informuje, które z gatunków spotykano najczęściej w planktonie poszczególnych jezior oraz podaje średni z całego okresu badań współczynnik pokrycia (*P*). W tabeli tej zwraca uwagę znaczny udział gatunków pospolitych w jeziorach Harsz i Lemięt. Natomiast żaden z często występujących gatunków w jeziorze Smolak, nie był również powszechny w pozostałych jeziorach. Tylko jeden, najczęstszy w jeziorze Smolak (97,1% prób) gatunek zielenicy — *Dictyosphaerium pulchellum*, który osiągnął tam również najwyższy średni roczny współczynnik pokrycia (*P*) był także stosunkowo pospolity w pozostałych jeziorach.

Spośród jednostek taksonomicznych występujących w ponad 80% prób około połowę stanowiły w jeziorach Harsz i Lemięt okrzemki, pomimo że gromada ta nie była reprezentowana przez największą liczbę taksonów (tab. 5). W jeziorze Smolak natomiast z 5 najbardziej powszechnych gatunków — 3 stanowiły sprzężnice.

Nie wszystkie gatunki spotykane w dużej liczbie prób odgrywały dużą rolę w planktonie, nie wszystkie z nich bowiem wykazywały wysoki współczynnik pokrycia (*P*), będący wypadkową ilości oraz wielkości osobników ocenianych szacunkowo. Najwyższy średni roczny współczynnik pokrycia (*P*) posiadały w jeziorze Harsz kolejno: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides, Asterionella formosa, Oscillatoria rubescens* oraz *Fragilaria crotonensis;* w jeziorze Lemięt — również *Asterionella formosa* i *Fragilaria crotonensis,* a także *Oscillatoria Agardhii, Ceratium hirundinella, Microcystis aeruginosa;* w jeziorze Smolak — wspomniana już wcześniej zielenica — *Dictyosphaerium pulchellum* oraz *Tabellaria flocculosa* i *Arthrodesmus Ralfsii.*

Zwraca uwagę fakt, że każde z badanych jezior posiadało gatunki charakterystyczne, tj. gatunki, występujące wyłącznie w jednym z jezior (tab. 7), cechujące się wysoką frekwencją oraz wysokim średnim rocznym współczynnikiem pokrycia (P). I tak charakterystycznymi gatunkami dla jeziora Harsz były: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* i *Oscillatoria rubescens*; dla jeziora Lemięt — *Oscillatoria Agardhii*; dla jeziora Smolak — *Arthrodesmus Ralfsii.*

Z 384 jednostek taksonomicznych glonów znalezionych w badanych jeziorach — 95 (24,7%) spotkano wyłącznie w jeziorze Harsz; 47 (12,2%) — w jeziorze Lemięt; 69 (17,9%) — w jeziorze Smolak. W odniesieniu do

Tabela 7 — Table 7

Zestawienie glonów znalezionych w największej ilości prób w jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak oraz ich średni roczny współczynnik pokrycia (P)
List of Algae found in the greatest number of samples in lakes Harsz, Lemięt and Smolak, and their average yearly coefficient of coverage (P)

	Harsz		Lemięt		Smolak	
	występowanie w % prób occurence expressed in % of samples	średni roczny współczynnik pokrycia (*P*) average yearly coefficient of coverage (*P*)	występowanie w % prób occurence expressed in % of samples	średni roczny współczynnik pokrycia (*P*) average yearly coefficient of coverage (*P*)	występowanie w % prób occurence expressed in % of samples	średni roczny współczynnik pokrycia (*P*) average yearly coefficient of coverage (*P*)
Tabellaria flocculosa var. asterionelloides	100,0	2195	—	—	—	—
Oscillatoria rubescens	99,4	882	—	—	—	—
Coelosphaerium Naegelianum	96,9	114	62,3	48	—	—
Tribonema subtilissimum	91,9	175	62,3	16	—	—
Botryococcus Braunii	89,4	110	70,2	69	30,8	39
Pandorina morum	85,6	216	72,8	200	—	—
Melosira islandica subsp. helvetica	83,7	336	—	—	20,2	59
Asterionella formosa	98,1	1302	96,5	1655	—	—
Lyngbya limnetica	96,9	149	92,1	138	—	—
Synedra acus	92,5	117	90,3	190	3,8	2
Cyclotella comta	90,0	46	92,1	238	5,8	1
Fragilaria crotonensis	85,0	695	90,3	541	—	—
Peridinium Willei	81,9	135	80,7	203	24,0	55
Oscillatoria Agardhii	—	—	96,5	693	—	—
Stephanodiscus astraea var. minutulus	48,1	25	94,7	78	5,8	3
Stephanodiscus astraea	77,5	38	92,1	72	13,5	9
Melosira granulata	33,7	24	90,3	254	—	—
Microcystis aeruginosa	68,7	160	87,7	501	—	—
Melosira ambigua	76,9	172	86,8	339	—	—
Ceratium hirundinella	67,5	283	82,4	506	—	—
Closterium aciculare	54,4	52	80,7	112	—	—
Dictyosphaerium pulchellum	60,0	78	76,3	113	97,1	459
Tabellaria flocculosa	15,6	19	—	—	85,6	241
Arthrodesmus incus var. extensus	—	—	—	—	84,6	76
Arthrodesmus Ralfsii	—	—	—	—	83,7	153
Staurastrum dejectum	—	—	—	—	83,7	86

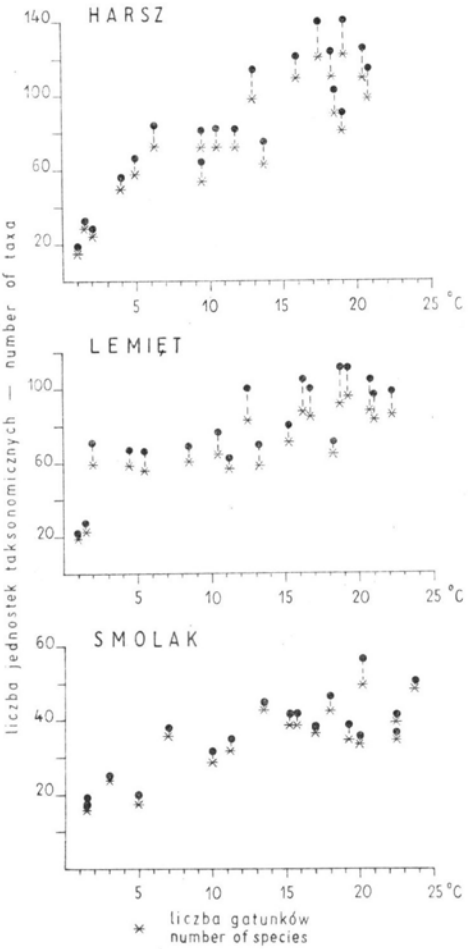
sumarycznej liczby glonów oznaczonych w poszczególnych jeziorach, obecne tylko w jeziorze Harsz komponenty stanowiły 37,8%; w jeziorze Lemięt — 23,4%, a w jeziorze Smolak — 44,8%. Tak więc najbardziej charakterystyczną florę glonów posiadał plankton jeziora Smolak, najmniej zaś — jeziora Lemięt. O specyfice planktonu roślinnego pierwszego z nich decydował przede wszystkim duży udział znamiennych dla tego typu dystroficznych jezior, różnych gatunków sprzężnic, a następnie okrzemek i euglenin. Natomiast plankton jeziora Harsz wyróżniały gromady mające najwięcej przedstawicieli, a mianowicie zielenice i okrzemki. O charakterze planktonu jeziora Lemięt decydowały okrzemki, które pod względem zróżnicowania gatunkowego zajmowały w tym jeziorze drugie za zielenicami miejsce oraz te ostatnie obejmujące największą liczbę taksonów.

Prześledzono zależność między liczbą jednostek taksonomicznych glonów a temperaturą powierzchniową wody. We wszystkich jeziorach, a zwłaszcza w jeziorze Harsz zaznacza się prosta korelacja między bogactwem jakościowym fitoplanktonu a temperaturą wody (rys. 8). Szczególnie wyraźnie kształtuje się ona w odniesieniu do zielenic. Najuboższy w gatunki plankton spotykano przy najniższych temperaturach, natomiast najbardziej urozmaicony rozwijał się z reguły przy wysokich temperaturach wody.

Część spośród znalezionych w chłodnych porach roku glonów, zwłaszcza z najliczniej reprezentowanych okrzemek, stanowiła przypadkowe składniki planktonu roślinnego, które dostały się do toni wodnej w wyniku wiosennego i jesiennego mieszania. Z form typowo planktonowych (przez „formę" rozumiem tu jednostkę taksonomiczną) następujące gatunki spotykano liczniej, względnie częściej (ponad 10% prób) w okresach obniżonej temperatury: *Eucapsis alpina, Peridinium aciculiferum, P. aciculiferum* f. *inerme, Cyclotella operculata.* Natomiast z gatunków znanych jako występujące nie tylko w planktonie należy wymienić: *Fragilaria capucina* var. *lanceolata, Cymatopleura solea* var. *vulgaris, Diatoma vulgare, Pediastrum integrum.* Współczynnik pokrycia (*P*) wymienionych gatunków określono w tabeli 6 jako ++. Podobnie jak w zimnych porach roku, stosunkowo również mało glonów występowało wyłącznie latem (VII - IX). Przeważały wśród nich głównie zielenice, w mniejszym stopniu sinice; natomiast mało było tu okrzemek. Z gatunków, które szczególnie intensywnie rozwijały się wyłącznie latem, względnie, których okres szczytowego rozwoju przypadał na lato, ale spotykano je również nielicznie późną wiosną lub jesienią, można wymienić: *Aphanocapsa Grevillei, Aphanizomenon flos-aquae, Anabaena Lemmermannii, A. circinalis, A. planctonica, A. spiroides, Sphaerodinium cinctum, Peridinium bipes, Mallomonas producta, Fragilaria construens, Characium gracilipes, Nephrocytium lunatum, Scenedesmus falcatus, Cosmarium depressum* var. *reniforme, C. punctulatum* var. *granuluscu-*

lum, C. Turpinii. Wszystkie inne formy spotykano latem pojedynczo, w niewielkiej liczbie osobników. Ich współczynniki pokrycia (*P*) nie przekraczały wartości 10 (+).

Najliczniejszą grupę tworzyły jednostki taksonomiczne spotykane w różnych, względnie we wszystkich sezonach. Stanowiły one 76% sumy wszystkich oznaczonych form. Przeważały wśród nich najbardziej urozmaicone gromady — zielenice i okrzemki.



Rys. 8. Zależność między liczbą jednostek taksonomicznych glonów, a temperaturą powierzchniową wody w jeziorach Harsz, Lemięt i Smolak

Relation between number of taxa of Algae and surface water temperature in lakes Harsz, Lemięt and Smolak

O daleko posuniętym podobieństwie jezior Harsz i Lemięt oraz znacznej odmienności od obu jeziora Smolak, świadczy nie tylko skład florystyczny planktonu, ale również zbliżona masa glonów wyrażona średnim z całego okresu badań współczynnikiem pokrycia (*P*), podobny udział procentowy poszczególnych gromad i rzędów (tab. 8), a także stosunek masy planktonu roślinnego do zwierzęcego. Średnie współczynniki pokrycia (*P*) obliczone dla całego fitoplanktonu zasiedlającego warstwy

Tabela 8 — Table 8

Średnie roczne współczynniki pokrycia (*P*) planktonu roślinnego oraz poszczególnych jego gromad w górnych warstwach jezior: Harsz (0 – 5 m), Lemięt (0 – 2,5m) i Smolak (0 – 2m)

Average yearly coefficients of coverage (*P*) of phytoplankton and its respective classes in upper layers of lakes: Harsz (0 – 5 m), Lemięt (0 – 2,5 m) and Smolak (0 – 2 m)

Gromady — Classes	Harsz		Lemięt		Smolak	
	P	%	*P*	%	*P*	%
Cyanophyceae	2 649	21,6	3 217	26,4	115	3,0
Euglenophyceae	56	0,4	93	0,8	10	0,3
Dinophyceae	992	8,1	1 441	11,8	172	4,5
Xanthophyceae	153	1,2	20	0,2	—	—
Chrysophyceae	1 151	9,4	503	4,1	532	14,0
Bacillariophyceae	4 874	39,8	4 719	38,7	395	10,4
Chlorophyceae	2 373	19,4	2 194	18,0	2 560	67,7
w tym: in this:						
Volvocales	722	5,9	676	5,5	—	—
Chlorococcales	1 092	8,9	858	7,0	1 172	31,0
Ulotrichales	2	0,02	—	—	26	0,7
Conjugales	557	4,5	660	5,4	1 362	36,0
Razem — Total	12 248		12 187		3 784	

epilimnetyczne, bardzo zbliżone w jeziorach Harsz i Lemięt, były ponad trzykrotnie wyższe od wartości tegoż współczynnika w jeziorze Smolak. W obu jeziorach przeważały okrzemki, w mniejszym stopniu sinice i zielenice. Z tych ostatnich najobficiej reprezentowany był rząd *Chlorococcales*, zwłaszcza w jeziorze Harsz, mniejszy udział miały *Volvocales* i *Conjugales*. W przeciwieństwie do obu jezior, w planktonie dystroficznego jeziora Smolak dominowały zielenice, wśród których rząd *Chlorococcales* zajmował drugie po *Conjugales* miejsce. Natomiast okrzemki i sinice tak obfite w jeziorach Harsz i Lemięt, w jeziorze Smolak miały niewielki udział. Wprawdzie we wszystkich trzech jeziorach plankton roślinny przeważał nad zwierzęcym (tab. 9), to jednak w jeziorze Smolak stosunek średniej rocznej wartości współczynnika pokrycia (*P*) fitoplanktonu do zooplanktonu był najniższy i wyrażał się liczbą 1,2, podczas gdy w pozostałych jeziorach stosunek ten osiągał wartość około 3.

Jedną z częściej stosowanych i szeroko dyskutowanych w ostatnich latach metod charakterystyki środowisk wodnych w oparciu o fitoplankton są wprowadzone przez badaczy skandynawskich Thunmarka (1945) i Nygaarda (1949) współczynniki planktonowe, które mają określać ich stopień troficzności. Oblicza się je wyłącznie na podstawie liczby gatunków uwzględnianych we współczynnikach grup taksonomicznych glonów, pomija się natomiast liczebność osobników, w której dany gatunek wystąpił.

Tabela 9 — Table 9

Udział dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników w zbiorowiskach planktonowych jezior: Harsz, Lemięt i Smolak

Share of dominats, subdominants and adominants in the plankton communities of lakes: Harsz, Lemięt and Smolak

		Liczba taksonów Number of taxa		(P) Średnia roczna Average yearly	
		fitoplankton phytoplankton	zooplankton	fitoplankton phytoplankton	zooplankton
Harsz	dominanty	77	10	10 385	2 688
	subdominanty	58	4	514	340
	adominanty	117	7	160	63
	razem — total	252	21	11 059	3 091
Lemięt	dominanty	71	8	8 859	3 522
	subdominanty	60	3	838	153
	adominanty	71	1	134	2
	razem — total	202	12	9 831	3 677
Smolak	dominanty	30	5	2 696	2 622
	subdominanty	41	1	408	10
	adominanty	83	2	143	13
	razem — total	154	8	3 247	2 645

Uwzględniając w miarę znajomości ekologicznej tylko te gatunki, których wartość dla obliczeń współczynników nie budziła wątpliwości w świetle zastrzeżeń różnych autorów (Nygaard 1955; Rawson 1956; Brook 1965), określono współczynnik złożony Nygaarda (1949):

$$\frac{\textit{Myxophyceae} + \textit{Chlorococcales} + \textit{Centrales} + \textit{Euglenineae}}{\textit{Desmidiaceae}}$$

dla trzech badanych jezior, na podstawie prób pochodzących tylko z okresu od lipca do września. Uzyskano następujące wyniki:

dystroficzne jezioro Smolak: $\frac{4 + 23 + 1 + 3}{20} = \frac{31}{20} = 1{,}5$

mezotroficzne jezioro Harsz: $\frac{28 + 45 + 10 + 5}{18} = \frac{88}{18} = 4{,}9$

eutroficzne jezioro Lemięt: $\frac{22 + 29 + 10 + 4}{10} = \frac{65}{10} = 6{,}5$

Wprawdzie otrzymane wartości nie są całkowicie zgodne z interpretacją tego współczynnika przez Nygaarda, tym niemniej oddają one różnice w zasobności w związki odżywcze badanych jezior w tym sensie, że wraz ze wzrostem żyzności jeziora, zwiększa się wartość współczyn-

nika. Uzyskane wyniki pozwalają przypuszczać, że zachowując dużą ostrożność w doborze gatunków, można stosować w ocenach porównawczych współczynnik złożony, jako jeden ze wskaźników żyzności jezior.

ZBIOROWISKA PLANKTONOWE

Zagadnienia socjologiczne stanowią przedmiot studiów podejmowany przez licznych autorów prac algologicznych już od kilkudziesięciu lat. Dotychczas brak jest jednak jednolitości w metodyce badań, w kryteriach wyróżniania zespołów glonów oraz w ich nazywaniu.

Część autorów uwzględnia w swoich studiach tylko pojedyncze grupy taksonomicznych glonów. I tak np. Allorge i Denis 1919, Donat 1926 i Lapporte 1931, (cyt. za Fetzmann 1956) badali tylko desmidie, natomiast Jørgensen (1948) Schluter (1961) zajmowali się wyłącznie okrzemkami. Takiemu jednostronnemu podejściu przeciwstawia się Symoens (1951 b). Uważa on, że takie postępowanie jest nieusprawiedliwione z punktu widzenia teoretycznego i może być słuszne tylko wtedy, jeżeli w skład znalezionych zespołów wchodzą przedstawiciele tylko tej jednej grupy glonów, jak może mieć to miejsce np. w okresach maksimum okrzemek w jeziorach eutroficznych.

Inni, jak np. Messikommer (1942), Conrad (1941), Thunmark (1945) i Margalef (1948) uznali za konieczne objęcie badaniami wszystkich grup taksonomicznych oraz podawanie możliwie pełnej listy gatunków glonów.

Wychodząc z założenia, że tylko całkowita analiza jakościowa zbiorowiska daje najbardziej pewne kryteria wyróżniania zespołów, Thunmark (l.c.) domagał się, aby listy socjologiczne obejmowały wszystkie jednostki taksonomiczne, niezależnie od tego, jakiej są one rangi systematycznej. Zdając sobie sprawę z ogromnych trudności sporządzenia pełnej listy gatunkowej, wynikających z niemożliwości oznaczenia wszystkich, nierzadko bardzo licznych komponentów zbiorowiska, które wchodząc w skład różnych grup taksonomicznych wymagają niekiedy odmiennych metod badań, Thunmark (l.c.) uważał, że należy podawać w zestawieniach przynajmniej wyższe grupy systematyczne, ponieważ opuszczanie nie zidentyfikowanych organizmów zniekształca według niego obraz zbiorowiska. Możliwie pełna lista gatunkowa glonów pozwala ponadto określić liczbowy stan gatunków *Desmidiaceae* i *Chlorococcales,* którego wartość wskaźnikową w odniesieniu do charakteru troficznego wód stwierdził Thunmark (l.c.) badając plankton jezior południowoszwedzkich.

Ze względu na wzajemne wpływy, jakie wywierają na siebie współwystępujące w zbiorowisku organizmy nie tylko roślinne, ale i zwierzęce, niektórzy badacze, między innymi Thunmark (l.c.) i Symoens (l.c.) uznali za potrzebne uwzględnianie przy wyróżnianiu zespołów obok

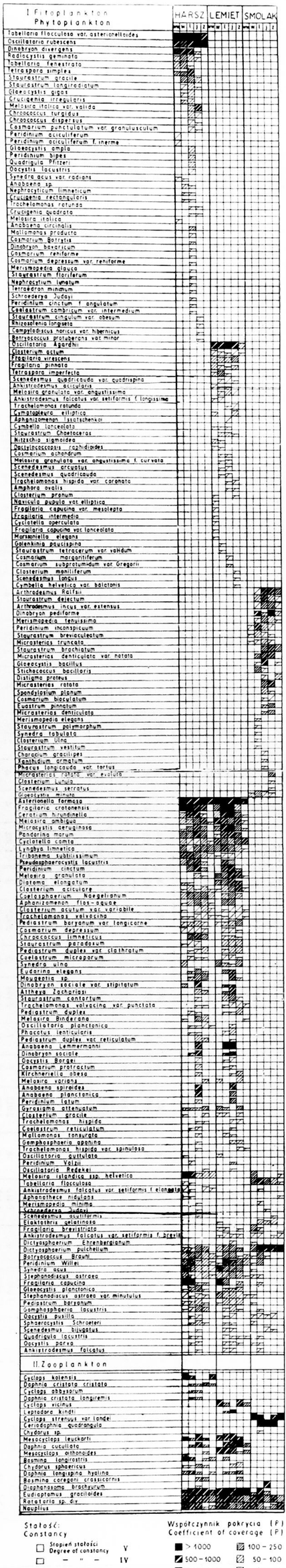
komponentów roślinnych również i zwierząt. Podobnie Margalef (1947, 1949) rozważa zespoły glonów jako zespół limnetyczny w całości, obejmujący również *Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copepoda,* larwy owadów i inne.

Próbowano także łączyć glony z roślinami wyższymi. Szeroko dyskutuje ten problem Panknin (1945). Wyodrębnia on „właściwe" i „przynależne" zespoły glonów. Za „właściwe" uważa takie zespoły, które nie zawierają żadnych roślin wyższych. Spotyka się je między innymi również w fitoplanktonie wód stojących. „Przynależne" zespoły glonów przedstawiają porost dolnych części roślin wyższych, są więc częściowymi zespołami, związanymi z zespołami Phanerogamów i jako takie powinny być według Panknina podporządkowane tym ostatnim.

Podobnie jak dyskusyjny jest obiekt zainteresowań przy socjologicznych badaniach glonów, niejednolite są również kryteria wyróżniania zespołów glonów. Aczkolwiek trudno jest zrobić obszerniejsze podsumowanie dość bogatej już dziś literatury traktującej o zespołach glonów pod kątem zasad ich wyróżniania, ze względu na brak w szeregu pracach podania przesłanek, na podstawie których opisywano zespoły, tym niemniej dają się wyróżnić dwie główne metody.

Wielu autorów, jak Steinecke 1916 (cyt. za Schlüterem 1961), Messikommer (1942) i Bohr (1962) wyróżnia jednostki socjologiczne typu asocjacji, a więc podobnie jak w socjologii roślin naczyniowych na podstawie gatunków charakterystycznych w sensie fitosocjologicznym, przywiązanych do zespołu — gatunków o dużej wartości diagnostycznej, oznaczających się pewną dominacją i większą w stosunku do innych stałością. Podobny pogląd co do słuszności oparcia systemu wyodrębniania jednostek socjologicznych glonów na podstawie gatunków przewodnich, gatunków o dużej wrażliwości na zmiany czynników środowiskowych, a więc gatunków stenotopowych wyrażają Fott (1948) i Wehrle 1942 (cyt. za Wasilikiem 1965). Według Fotta jednak, wobec słabej znajomości ekologii poszczególnych gatunków glonów, takich stenotopowych gatunków wskaźnikowych nie znamy. Z tego też względu uważa on za zbyt wczesne wydzielanie wśród glonów jednostek socjologicznych typu zespołów oraz grupowanie ich w system jednostek wyższych.

Aczkolwiek wiele jest słuszności w sądach Fotta oraz w ogólnie przyjętym poglądzie, że większość glonów jest organizmami kosmopolitycznymi i ubikwistami, to jednak są wśród nich gatunki, względnie niższej rangi jednostki, o ściśle określonych wymaganiach ekologicznych i określonym rozprzestrzenieniu geograficznym. Świadczy o tym między innymi znalezienie wśród glonów planktonowych szeregu gatunków wskaźnikowych troficznego charakteru środowisk wodnych (Nygaard 1949; Teiling 1955; Rawson 1956). Również praca Donata (1927) dotycząca zasięgów geograficznych niektórych gatunków desmidii oraz



Rys. 9. Wyróżniające poszczególne jeziora oraz wspólne dominanty i subdominanty planktonowe przedstawione graficznie w kolejnych sezonach (na podstawie materiałów pochodzących z całego słupa wody):

Plankton dominants and subdominants characteristic for the respective lakes and common expressed graphically in succesive seasons (based upon materials from the whole column of water):

ww — wczesna wiosna (early spring); w — wiosna (spring); l — lato (summer); j — jesień (autumn); z — zima (winter)

Tabela 10 — Table 10

Spektrum florystyczne i faunistyczne planktonu mezotroficznego jeziora Harsz — Floristic and faunistic spectrum of plankton in mesotrophic lake Harsz

Grupy taksonomiczne Taxonomical group	Wczesna wiosna Early spring 28.III–18.IV.1961			Wiosna — Spring 2.V–23.VI							Lato — Summer 7.VII–21.IX							Jesień — Autumn 10.X–12.XII							Zima — Winter 22.I–4.IV.1962							(P) Średnia roczna Average yearly 0–40 m
	cały słup wody the whole column of water 0–40 m			warstwa górna upper layer 0–5 m		warstwa dolna under layer 20–40 m		cały słup wody the whole column of water 0–40 m			warstwa górna upper layer 0–5 m		warstwa dolna under layer 20–40 m		cały słup wody the whole column of water 0–40 m			warstwa górna upper layer 0–5 m		warstwa dolna under layer 20–40 m		cały słup wody the whole column of water 0–40 m			warstwa górna upper layer 0–5 m		warstwa dolna under layer 20–40 m		cały słup wody the whole column of water 0–40 m			
	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	
Cyanophyceae	13	14	1 068	23	1 418	14	1 040	22	25	1 215	32	4 525	26	2 499	31	33	3 650	18	2 954	14	2 299	20	20	2 493	6	1 679	6	1 660	7	7	1 654	2 016
Euglenophyceae	2	3	23	3	23	2	10	3	4	15	9	96	7	64	6	10	83	6	63	6	64	3	6	62	5	27	1	10	3	5	17	40
Dinophyceae	4	5	337	6	855	4	641	5	6	766	9	2 382	8	1 649	7	9	2 081	6	405	5	348	6	6	377	1	75	2	25	2	2	54	723
Xanthophyceae	1	1	300	1	300	1	325	1	1	315	1	116	1	170	1	1	140	1	101	1	95	1	1	97	1	17	1	30	1	1	22	175
Chrysophyceae	3	4	536	4	974	3	640	3	4	776	7	2 863	6	1 388	6	7	1 931	4	155	2	46	4	4	101	—	—	—	—	—	—	—	669
Bacillariophyceae	30	34	10 838	29	4 782	27	5 585	31	36	6 471	40	4 466	40	4 711	40	50	4 578	32	5 266	30	4 878	30	36	5 098	7	1 413	13	1 860	12	13	1 609	5 719
Chlorophyceae	24	26	809	71	2 603	48	1 469	68	76	2 089	97	4 603	73	2 928	83	102	3 986	65	1 736	41	1 134	59	71	1 497	10	216	6	161	11	12	192	1 714
Volvocales	4	4	333	6	783	6	432	6	6	642	7	1 728	8	1 064	8	8	1 465	4	400	3	197	4	4	335	1	33	—	—	1	1	17	558
Chlorococcales	11	12	303	39	1 215	26	601	35	41	917	61	1 935	42	1 156	49	63	1 610	43	817	24	531	38	46	686	5	140	3	67	6	6	107	724
Ulotrichales	—	—	—	1	6	—	—	1	1	3	1	1	—	—	1	1	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7
Conjugales	9	10	173	25	599	16	436	26	28	527	28	939	23	708	25	30	910	18	519	14	406	17	21	476	4	43	3	94	4	5	68	431
Razem glony–Total algae	77	87	13 911	137	10 955	99	9 710	133	152	11 647	195	19 051	161	13 409	174	212	16 449	132	10 680	99	8 864	123	144	9 725	30	3 427	29	3 746	36	40	3 548	11 056
Mycophyta	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	1	17	1	11	1	1	14	1	5	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	3,8
Razem fitoplankton Total phytoplankton	77	87	13 911	137	10 955	99	9 710	134	153	11 650	196	19 068	162	13 420	175	213	16 463	133	10 685	99	8 864	124	145	9 727	30	3 427	29	3 746	36	40	3 548	11 059
Rotatoria sp. div.	—	1	364	1	506	1	609	—	1	537	1	440	1	287	—	1	380	1	368	1	249	—	1	323	1	221	1	160	—	1	200	361
Copepoda + nauplii	4	4	1 645	6	2 413	6	2 012	7	7	2 193	3	2 425	4	1 382	4	4	2 073	4	1 337	4	856	4	4	1 125	2	484	3	1 139	3	3	709	1 549
Cladocera	3	3	643	9	2 362	7	1 793	9	9	2 034	10	1 812	10	1 359	13	13	1 664	9	1 136	9	922	10	10	1 102	3	212	4	1 022	4	4	463	1 181
Razem — Total zooplankton	7	8	2 652	16	5 281	14	4 414	16	17	4 764	14	4 677	15	3 028	17	18	4 117	14	2 841	14	2 027	14	15	2 550	6	917	8	2 321	7	8	1 372	3 091

A — liczba gatunków
number of species

B — liczba jednostek taksonomicznych
number of taxa

C — sumaryczny współczynnik pokrycia (P)
sum of coefficients of coverage (P)

opinie szeregu algologów wskazują, że znaczny procent glonów wód słodkich, zwłaszcza desmidii zasiedla ściśle określone obszary. W uwagach końcowych Donat (l.c.) stwierdza, że pojęcia geograficzne takie jak element atlantycki, arktyczno-alpejski, itd. dają się również stosować do glonów słodkowodnych. Fakt stwierdzenia występowania szeregu gatunków glonów wyłącznie w środowiskach wodnych o określonym charakterze troficznym i nieobecność ich w środowiskach wodnych o odmiennym typie troficznym z jednej strony, z drugiej zaś ograniczony zasięg geograficznego występowania niektórych gatunków, wskazuje na istnienie wśród glonów gatunków stenotopowych o małej rozpiętości ekologicznej, a dużej wartości diagnostycznej dla wyróżniania zespołów glonów.

Obok opisywania zbiorowisk glonów typu asocjacji, a więc na podstawie gatunków charakterystycznych w sensie fitosocjologicznym, stosuje się nierzadko wyróżnianie zbiorowisk glonów typu socjacji, a zatem na podstawie gatunków dominujących. Opierając się na dominantach w obrębie fito- i zooplanktonu Thunmark (l.c.) wyróżnił i opisał zbiorowiska planktonowe jezior południowoszwedzkich używając nazw gatunkowych dominujących komponentów — roślinnego i zwierzęcego do nazwania zespołu. W przypadku, w którym dominant nie mógł być oznaczony do gatunku, autor przyjmował nazwę rodzaju za podstawę nazwy zespołu. Przy ustalaniu stosunków ilościowych uwzględniał wielkość organizmów, oceniając stopień pokrycia przez poszczególne gatunki powierzchni pola widzenia w mikroskopie.

Dominanty są również podstawą wyróżniania i opisywania zbiorowisk glonów, względnie zbiorowisk planktonowych ujmowanych całościowo łącznie z zooplanktonem, przez niektórych autorów polskich, a mianowicie: Starmacha (1962 a), Kawecką (1964) i Szklarczyk-Gazdową (1965). Za dominanty uznano w powyższych pracach nie gatunki panujące — tworzące największą masę, tak jak to rozumiał Thunmark (l.c.), ale gatunki najczęstsze, spotykane w 61 - 100% zdjęć, a więc posiadające najwyższe (V i IV) klasy stałości. Przyjęto uważać tak rozumiane dominanty za gatunki szczególnie charakterystyczne dla zbiorowisk glonów. Dominanty o najwyższym współczynniku pokrycia (*P*), bądź o najwyższej wartości wskaźnika dominacji i stałości (DKI — Dominanz-Konstanz-Index; por. Szklarczyk-Gazdowa, 1965), charakterystyczne dla badanych środowisk, dawały nazwę wyodrębnianym zbiorowiskom glonów, względnie zbiorowiskom planktonowym, w których uwzględniano również organizmy zwierzęce.

W obecnej pracy wyróżnianie zbiorowisk planktonowych typu socjacji oparto o kryteria proponowane przez Starmacha (1962 b). A zatem podstawą ich wyróżniania były dominanty, tj. gatunki o dużej stałości (V i IV stopień), wykazujące wysoki współczynnik pokrycia (*P*) oraz ograniczony do jednego jeziora zasięg występowania w charakterze

dominanta. Spośród gatunków dominujących w poszczególnych sezonach rozpatrywano jako gatunki wskaźnikowe dla zbiorowiska przede wszystkim te, które były dominantami w ciągu całego roku lub przez znaczną jego część. Gatunki dominujące tylko w poszczególnych sezonach stanowiły podstawę dla wyróżniania niższych jednostek socjologicznych, względnie upoważniały do mówienia o aspektach sezonowych. Tak więc tylko gatunki, które uzyskały wysoki stopień stałości (utrzymujący się co najmniej przez znaczną część roku) oraz wysoką wartość współczynnika pokrycia, obecne tylko w jednym z badanych jezior, były traktowane jako gatunki charakterystyczne dla zbiorowiska, jako gatunki wskaźnikowe. Wszystkie inne gatunki, również o dużej stałości i wysokim współczynniku pokrycia, lecz występujące w charakterze dominanta w więcej niż w jednym jeziorze, traktowano jako gatunki niewskaźnikowe.

W tabelach 11, 13 i 15 podano spis oraz współczynniki pokrycia (*P*) dominantów oraz subdominantów fito- i zooplanktonu jezior Harsz, Lemięt, Smolak dla pięciu badanych okresów (wczesna wiosna, wiosna, lato, jesień, zima) z uwzględnieniem warstw górnej i dolnej w okresach stratyfikacji termiczno-tlenowej, będących odpowiednikami mniej więcej epilimnionu i hypolimnionu w dwóch pierwszych jeziorach, a epilimnionu i metalimnionu w ostatnim jeziorze.

Gatunki, które osiągnęły przynajmniej jeden raz V lub IV stopień stałości znalazły się w grupie dominantów, natomiast z III i II stopniem stałości w grupie subdominantów. Adominanty, podobnie zresztą jak dominanty i subdominanty zaznaczono w tabeli 6 w rubryce „stopień dominacji". W tabelach 11, 13, 15 w grupie dominantów i subdominantów szeregowano gatunki od najczęstszych (biorąc pod uwagę zarówno sezony, jak i wyróżnione warstwy) o najwyższych średnich rocznych wartościach współczynnika pokrycia (*P*) do charakterystycznych tylko dla jednego sezonu, względnie warstwy o najniższych wartościach współczynnika. Na rysunku 9 przedstawiono w sposób graficzny dominanty i subdominanty planktonu roślinnego i zwierzęcego badanych jezior w poszczególnych sezonach roku oraz ich względną wartość współczynnika pokrycia, wyodrębniając spośród nich gatunki charakterystyczne dla każdego z jezior oraz gatunki wspólne dla dwóch, względnie trzech jezior.

A. Mezotroficzne jezioro Harsz

1. Charakterystyka dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników planktonu

Z ogólnej liczby 273 jednostek taksonomicznych wyróżnionych w jeziorze Harsz obejmującej łącznie fito- i zooplankton wydzielono 87 dominantów, 62 subdominanty oraz 124 adominanty. W celu porównania

znaczenia dominujących, towarzyszących i przypadkowych komponentów fito- i zooplanktonu zestawiono w tabeli 9 ich liczbę oraz podsumowano średnie roczne wartości współczynnika pokrycia (*P*) uwzględniając całą warstwę wody od powierzchni do dna.

Przy analizie powyższej tabeli zwraca uwagę duży udział dominantów w stosunku do pozostałych grup, zwłaszcza wśród glonów. Dotyczy to przede wszystkim ich średniej rocznej wartości współczynnika pokrycia (*P*). Najliczniejszą grupę wśród glonów stanowiły adominanty (46%), które jednak pod względem masy stały na ostatnim miejscu.

Zarówno wśród dominantów, subdominantów, jak i adominantów najliczniejszą grupę tworzyły zielenice, głównie z rzędu *Chlorococcales*, w mniejszym stopniu z *Conjugales*. Drugie miejsce zajmowały okrzemki, a trzecie sinice. Tak więc te trzy grupy glonów: zielenice, okrzemki i sinice posiadały największą liczbę przedstawicieli zarówno wśród dominantów, gdzie stanowiły łącznie 83% komponentów, jak subdominantów — 81% i adominantów, wśród których ich udział był największy, bo aż 93%.

Pod względem wartości współczynnika pokrycia (*P*) obliczonej jako średnia roczna dla poszczególnych grup systematycznych, najważniejszymi w fitoplanktonie jeziora Harsz okazały się (tab. 10) przede wszystkim *Bacillariophyceae* (5719), w mniejszym stopniu *Cyanophyceae* (2016) oraz *Chlorophyceae* (1714), pomimo że te ostatnie były reprezentowane przez największą liczbę form; natomiast w zooplanktonie *Copepoda* + *nauplii* (1549) wysuwały się na pierwsze miejsce przed *Cladocera* (1181). Podobne stosunki stwierdzono w obrębie form dominujących. Natomiast wśród subdominantów i adominantów pierwsze miejsce wśród glonów zajmowały zielenice i okrzemki. Udział pozostałych gromad, mniej więcej wyrównany między sobą, był kilkakrotnie mniejszy. W zooplanktonie najwyższą wartość współczynnika pokrycia (*P*) osiągały wioślarki.

Dominujące składniki planktonu jeziora Harsz dadzą się podzielić pod względem długości okresu dominacji na dwie grupy:

1. Stałe dominanty, tj. formy dominujące w ciągu całego roku, wykazujące V lub IV stopień stałości w każdym z wyróżnionych sezonów.
2. Okresowe dominanty, tj. formy, które dominowały w ciągu kilku sezonów, względnie tylko w jednym sezonie roku, w pozostałych natomiast nie występowały, względnie przechodziły do grupy subdominantów lub adominantów.

Spośród 87 dominantów wyróżnionych w planktonie jeziora Harsz (tab. 11 i rys. 9) tylko 11 form reprezentujących następujące grupy taksonomiczne, dominowało we wszystkich sezonach roku: *Bacillariophyceae* — 4 gat., *Cyanophyceae* — 3 gat., *Xanthophyceae* — 1 gat., *Chlorophyceae* — 1 gat., *Copepoda* — 1 gat. i *Rotatoria* sp. div. Stałymi dominantami w obrębie fitoplanktonu były: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides, Asterionella formosa, Oscillatoria rubescens, Melosira*

Tabela 11 - Table 11

Dominanty i subdominanty w zbiorowisku planktonowym mezotroficznego jeziora Harsz

Dominants and subdominants in the plankton community of the mesotrophic Harsz lake

S - stopień stałości / degree of constancy P - współczynnik pokrycia / coefficient of coverage

Gatunki / Species	wczesna wiosna / early spring 28.III-18.IV 1961		wiosna / spring 2.V - 23.VI						lato / summer 7.VII - 21.IX						jesień / autumn 10.X - 12.XII						zima / winter 21.I - 4.IV 1962						Σ
	cały słup wody the whole column of water 0 - 40 m		warstwa górna upper layer 0 - 5 m		warstwa dolna under layer 20 - 40 m		cały słup wody the whole column of water 0 - 40 m		warstwa górna upper layer 0 - 5 m		warstwa dolna under layer 20 - 40 m		cały słup wody the whole column of water 0 - 40 m		warstwa górna upper layer 0 - 5 m		warstwa dolna under layer 20 - 40 m		cały słup wody the whole column of water 0 - 40 m		warstwa górna upper layer 0 - 5 m		warstwa dolna under layer 20 - 40 m		cały słup wody the whole column of water 0 - 40 m		
	16 prób samples		16 prób samples		12 prób samples		32 próby samples		24 próby samples		18 prób samples		48 prób samples		20 prób samples		15 prób samples		40 prób samples		12 prób samples		9 prób samples		24 próby samples		
I. Fitoplankton Phytoplankton	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	
1. Dominanty Dominants																											
Tabellaria flocculosa var. asterionelloides	V	3150	V	2537	V	2333	V	3450	V	2439	V	2489	V	2488	V	1634	V	1386	V	1524	V	230	V	532	V	363	2195
Asterionella formosa	V	2730	V	289	V	912	V	625	V	727	V	506	V	631	V	1667	V	1555	V	1603	V	1049	V	802	V	922	1302
Oscillatoria rubescens	V	544	V	288	V	350	V	319	V	667	V	573	V	663	V	1500	V	1380	V	1447	V	1475	V	1400	V	1438	882
Melosira islandica ssp. helvetica	V	1125	V	175	V	400	V	275	III	50	V	128	IV	83	IV	100	V	93	V	95	V	92	V	111	V	100	336
Tribonema subtilissimum	V	300	V	300	V	325	V	315	IV	116	V	170	V	140	V	101	V	95	V	97	III	17	V	30	IV	22	175
Lyngbya limnetica	V	152	IV	31	V	35	V	34	V	234	V	177	V	211	V	268	V	220	V	247	V	70	V	159	V	101	149
Synedra acus	V	300	IV	90	V	13	V	108	V	63	V	61	V	61	V	79	V	77	V	77	IV	20	V	72	V	37	117
Coelosphaerium Naegelianum	V	100	V	100	V	117	V	112	V	175	V	133	V	167	V	437	V	107	V	105	V	100	IV	78	V	87	114
Botryococcus Braunii	V	81	V	219	V	108	V	169	V	158	V	105	V	135	V	95	IV	80	V	87	V	92	III	55	IV	79	110
Melosira ambigua	V	100	II	38	V	158	IV	84	V	100	V	199	V	141	V	480	V	467	V	475	.	.	III	167	II	62	172
Peridinium Willei	V	187	V	287	V	233	V	266	IV	79	IV	72	IV	73	V	105	V	93	V	100	IV	75	II	22	III	50	135
Cyclotella comta	V	94	V	30	V	30	V	30	IV	53	V	34	V	43	V	51	V	53	V	51	II	7	IV	20	III	12	46
Aphanizomenon flos-aquae	II	8	IV	112	V	65	V	72	V	183	V	121	V	154	V	84	V	77	V	81	II	7	III	13	II	10	65

Closterium aciculare	II	38	V	81	V	92	V	88	II	38	III	5	II	39	IV	71	III	60	IV	66	I	8	IV	67	II	29	52
Stephanodiscus astraea	V	54	III	15	V	25	III	18	IV	50	V	46	V	50	V	56	V	49	V	54	II	10	IV	20	III	14	38
Trachelomonas volvocina	II	11	III	15	I	2	II	8	IV	44	III	22	IV	36	V	28	V	26	V	28	III	17	II	10	III	12	19
Fragilaria crotonensis	V	1575	V	1035	V	1300	V	1187	V	299	V	477	V	387	V	294	V	339	V	315	.	.	I	25	I	10	695
Peridinium cinctum	I	6	V	137	V	83	V	113	V	887	V	705	V	825	III	220	II	173	III	202	.	.	I	11	I	4	230
Pandorina morum	V	112	V	193	V	149	V	180	V	688	V	483	V	600	V	210	V	113	V	172	II	33	.	.	I	17	216
Microcystis aeruginosa	II	86	V	216	III	115	IV	165	V	415	V	256	V	342	IV	196	IV	184	IV	196	I	19	.	.	I	10	160
Melosira Binderana	II	25	.	.	II	25	I	13	IV	117	IV	89	IV	108	V	100	V	87	V	95	.	.	I	11	I	4	49
Pediastrum boryanum	III	50	II	38	IV	75	III	53	V	80	V	100	V	90	III	50	I	33	II	42	.	.	I	11	I	4	48
Stephanodiscus astraea var. minutulus	V	26	II	8	II	8	II	7	IV	34	IV	22	IV	27	IV	19	II	10	III	15	I	5	II	7	I	50	25
Synedra ulna	V	81	I	19	I	8	I	16	I	8	.	.	I	4	II	18	I	7	I	14	.	.	II	22	I	8	25
Closterium acutum var. variabile	II	7	II	11	.		I	6	V	30	V	30	V	30	V	51	V	44	V	51	II	10	IV	17	III	14	22
Oscillatoria planctonica	I	6	I	6	II	8	II	7	II	25	II	8	II	18	IV	38	V	28	V	33	II	7	II	7	II	7	14
Ankistrodesmus falcatus var. setiformis f. elongata	V	3	II	1	II	1	II	1	I	<1	I	<1	I	<1	IV	2	IV	2	IV	2	III	17	II	<1	III	1	2
Melosira italica var. valida	.	.	.	.	II	25	I	13	IV	100	V	83	IV	89	V	260	V	287	V	275	.	.	III	44	I	17	79
Dinobryon divergens	IV	349	IV	844	III	602	IV	683	IV	1145	IV	710	IV	931	II	92	I	15	II	57	.	.	.	.	.	.	404
Fragilaria capucina	V	1094	V	201	V	389	V	276	I	29	II	51	II	48	II	80	I	31	II	69	.	.	.	.	.	.	297
Ceratium hirundinella	IV	88	V	363	V	300	V	337	V	1087	V	738	V	944	III	45	III	62	III	48	.	.	.	.	.	.	283
Pseudosphaerocystis lacustris	V	94	V	275	V	125	V	216	V	358	IV	166	V	277	III	105	II	53	III	95	.	.	.	.	.	.	136
Chroococcus limneticus	I	12	IV	263	V	158	IV	213	V	341	V	211	V	287	IV	180	IV	127	IV	160	.	.	.	.	.	.	134
Dinobryon sociale	I	29	II	72	I	19	II	57	V	416	IV	280	IV	352	V	11	.	.	I	6	.	.	.	.	.	.	89
Mougeotia sp.	I	19	III	69	III	58	III	62	V	300	V	188	V	248	V	115	IV	80	V	105	.	.	.	.	.	.	87
Dictyosphaerium pulchellum	III	56	III	56	II	33	III	47	V	225	IV	111	V	175	IV	130	IV	87	IV	112	.	.	.	.	.	.	78
Radiocystis geminata	IV	81	V	125	V	100	V	113	V	104	IV	78	V	98	III	50	II	40	III	43	.	.	.	.	.	.	67
Staurastrum gracile	I	12	V	156	IV	77	V	126	V	122	V	94	V	117	IV	70	IV	67	IV	70	.	.	.	.	.	.	65
Gloeocystis planctonica	II	31	V	100	III	50	IV	75	V	129	V	94	V	117	II	50	I	20	II	37	.	.	.	.	.	.	52
Gomphosphaeria lacustris	II	9	V	24	III	15	IV	21	V	169	V	96	V	140	IV	76	IV	61	IV	71	.	.	.	.	.	.	48
Pediastrum boryanum var. longicorne	III	44	III	50	IV	67	III	56	IV	79	IV	72	IV	77	III	60	III	47	III	50	.	.	.	.	.	.	45
Sphaerocystis Schroeteri	I	6	III	131	II	25	II	78	IV	79	II	39	IV	62	II	40	II	27	II	32	.	.	.	.	.	.	36
Quadrigula Pfitzeri	I	13	II	25	.	.	I	16	V	113	III	56	IV	89	I	20	I	13	I	17	.	.	.	.	.	.	27
Cosmarium depressum	IV	21	V	56	V	30	V	45	V	53	V	32	V	42	III	15	II	12	III	13	.	.	.	.	.	.	24
Staurastrum longiradiatum	I	2	IV	19	III	21	IV	19	V	65	V	61	V	63	II	9	II	12	II	11	.	.	.	.	.	.	19
Staurastrum paradoxum	II	9	V	52	IV	32	V	44	V	27	IV	20	IV	24	I	4	I	4	I	4	.	.	.	.	.	.	16
Coelastrum microporum	I	2	IV	21	II	8	III	15	II	11	II	8	II	9	II	10	I	4	II	8	.	.	.	.	.	.	7
Eudorina elegans	.	.	II	86	II	57	II	79	V	192	IV	166	IV	182	II	80	I	31	II	63	.	.	.	.	.	.	65
Pediastrum duplex var. reticulatum	.	.	I	19	I	8	I	13	V	80	IV	67	V	86	IV	70	III	53	III	60	.	.	.	.	.	.	32
Pediastrum duplex var. clathratum	.	.	II	31	I	17	II	22	III	46	III	50	III	50	V	90	IV	73	V	85	.	.	.	.	.	.	31
Crucigenia irregularis	.	.	III	88	II	33	III	59	V	87	III	44	IV	71	I	15	.	.	I	7	.	.	.	.	.	.	27
Gloeocystis gigas	.	.	III	56	II	25	III	41	V	88	IV	72	V	81	I	5	.	.	I	5	.	.	.	.	.	.	25
Melosira granulata	.	.	I	12	I	8	I	9	IV	79	IV	78	IV	79	II	40	I	20	II	32	.	.	.	.	.	.	24
Gloeocystis ampla	.	.	II	38	.	.	I	19	V	87	IV	78	V	85	I	5	I	20	I	12	.	.	.	.	.	.	23
Chroococcus turgidus	.	.	I	6	.	.	I	3	V	65	IV	31	V	51	IV	56	III	32	IV	47	.	.	.	.	.	.	20
Cosmarium protractum	.	.	II	25	.	.	I	13	IV	75	III	50	IV	67	I	20	I	13	I	17	.	.	.	.	.	.	19
Peridinium latum	.	.	I	6	.	.	I	3	IV	96	I	28	III	69	I	15	I	13	I	15	.	.	.	.	.	.	17
Kirchneriella obesa	.	.	II	25	I	8	I	16	IV	79	II	39	III	58	I	15	.	.	I	7	.	.	.	.	.	.	16
Coelastrum reticulatum	.	.	II	25	I	17	II	22	IV	62	II	22	III	48	I	10	.	.	I	7	.	.	.	.	.	.	15
Oocystis pusilla	.	.	III	15	II	8	II	11	IV	22	I	3	III	15	I	3	I	2	I	2	.	.	.	.	.	.	6
Oocystis Borgei	.	.	II	9	I	2	I	6	V	26	II	12	IV	20	I	6	I	6	I	6	.	.	.	.	.	.	6
Chroococcus dispersus	.	.	I	6	I	5	I	5	IV	21	III	17	IV	19	I	4	I	6	II	7	.	.	.	.	.	.	6
Cosmarium punctulatum var. granulusculum	.	.	I	6	I	2	I	4	V	25	III	13	IV	20	I	9	II	8	II	8	.	.	.	.	.	.	6

Oocystis lacustris	.	.	II	11	.	.	I	6	V	25	II	12	IV	20	I	3	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	.	5
Oocystis parva	.	.	III	15	I	5	II	9	IV	24	I	5	III	15	I	3	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	.	5
Dinobryon sociale var. stipitatum	III	144	I	29	I	19	I	22	V	1196	IV	313	V	551	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	143
Tetraspora simplex	III	115	III	206	II	77	III	146	V	463	IV	192	V	342	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	121
Tabellaria fenestrata	V	100	V	94	V	83	V	106	I	8	II	39	II	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46
Anabaena planctonica	.	.	I	12	.	.	I	6	V	450	IV	178	V	325	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	66
Attheya Zachariasi	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	83	III	56	IV	71	IV	65	III	53	III	60	.	.	.	.	.	.	.	26
Peridinium bipes	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	129	IV	61	IV	96	I	5	I	7	I	5	.	.	.	.	.	.	.	20
Mallomonas tonsurata	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	27	II	22	III	28	I	6	.	.	I	4	.	.	.	.	.	.	.	6
Anabaena Lemmermanni	.	.	.	.	.	.	.	.	V	522	IV	166	V	357	.	.	.	.	I	6	.	.	.	.	.	.	.	73
Anabaena spiroides	.	.	.	.	.	.	.	.	V	729	IV	269	IV	524	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	105
Anabaena circinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	251	II	77	III	164	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33
Peridinium aciculiferum	V	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Peridinium aciculiferum f. inerme	V	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
2. Subdominanty / Subdominants																												
Trachelomonas volvocina var. punctata	I	6	I	6	.	.	I	3	II	9	I	5	II	7	II	12	I	6	II	9	I	2	.	.	I	2	.	5
Oscillatoria Redekei	I	2	I	4	.	.	I	2	I	3	I	3	I	4	III	17	II	8	II	13	.	.	I	3	I	1	.	4
Gyrosigma attenuatum	II	72	II	72	III	96	II	72	II	67	III	89	II	81	II	92	III	123	III	103	.	.	.	.	.	.	.	66
Diatoma elongatum	II	72	I	43	II	47	II	46	I	10	.	.	I	5	I	23	I	15	I	23	.	.	.	.	.	.	.	29
Dinobryon bavaricum	I	14	I	29	.	.	I	14	II	57	I	38	II	48	II	46	I	31	I	34	.	.	.	.	.	.	.	22
Pediastrum duplex	I	13	III	56	II	33	III	50	II	33	I	11	II	21	II	2	I	7	I	15	.	.	.	.	.	.	.	20
Tabellaria flocculosa	III	50	I	19	III	42	II	28	I	8	II	26	I	14	I	5	.	.	I	2	.	.	.	.	.	.	.	19
Melosira varians	I	19	I	6	I	8	I	7	I	4	.	.	I	4	III	50	III	47	III	52	.	.	.	.	.	.	.	16
Surirella biseriata	I	19	.	.	III	50	I	19	.	.	II	22	I	8	.	.	I	20	I	7	.	.	.	.	.	.	.	11
Oscillatoria guttulata	II	31	.	.	I	8	I	3	I	4	I	11	I	6	II	25	.	.	I	12	.	.	.	.	.	.	.	10
Merismopedia glauca	I	6	I	6	.	.	I	3	II	21	II	28	II	21	I	15	II	27	I	17	.	.	.	.	.	.	.	9
Cymatopleura solea	I	6	.	.	I	8	I	3	I	8	I	11	I	8	I	5	II	27	I	15	.	.	.	.	.	.	.	6
Scenedesmus bijugatus	I	2	I	4	.	.	I	2	III	14	I	5	II	9	I	3	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	.	3
Synedra acus var. radians	III	3	II	1	II	1	II	1	I	<1	I	<1	I	<1	I	<1	I	<1	I	<1	.	.	.	.	.	.	.	1
Crucigenia quadrata	.	.	I	6	.	.	I	3	II	12	I	5	II	9	III	13	I	6	II	10	I	2	.	.	I	1	.	5
Trachelomonas hispida	.	.	I	2	.	.	I	1	III	12	II	10	II	11	I	4	III	14	II	8	I	2	.	.	I	1	.	4
Coelastrum cambricum var. intermedium	.	.	I	2	.	.	I	2	II	10	II	7	II	8	I	4	.	.	I	3	I	2	.	.	I	1	.	3
Quadrigula lacustris	.	.	III	50	II	25	II	37	III	54	II	22	II	39	I	10	I	7	I	7	.	.	.	.	.	.	.	17
Crucigenia rectangularis	.	.	II	37	I	8	II	25	III	54	I	17	II	35	I	5	.	.	I	2	.	.	.	.	.	.	.	12
Staurastrum cingulum var. obesum	.	.	I	12	I	8	I	13	I	4	I	7	I	7	II	36	III	42	III	39	.	.	.	.	.	.	.	12
Peridinium Volzii	.	.	III	56	II	25	III	44	I	8	I	6	I	6	I	15	.	.	I	7	.	.	.	.	.	.	.	11
Nephrocytium limneticum	.	.	II	38	II	25	II	28	II	33	I	17	II	25	I	5	.	.	I	2	.	.	.	.	.	.	.	11
Cosmarium reniforme	.	.	II	25	I	8	I	19	II	21	III	44	II	31	.	.	.	.	I	2	.	.	.	.	.	.	.	10
Fragilaria sp.	.	.	.	.	I	17	I	9	I	12	II	22	I	17	I	15	I	20	I	17	.	.	.	.	.	.	.	9
Gomphosphaeria aponina	.	.	II	31	.	.	I	16	II	29	I	17	II	21	I	5	.	.	I	5	.	.	.	.	.	.	.	8
Kirchneriella contorta	.	.	I	6	I	8	I	6	II	29	I	6	I	19	I	15	.	.	I	7	.	.	.	.	.	.	.	6
Ankistrodesmus falcatus	.	.	I	2	.	.	I	2	III	16	II	8	II	12	I	1	.	.	I	<1	.	.	.	.	.	.	.	3
Staurastrum floriferum	.	.	II	7	.	.	I	4	III	12	II	10	II	12	.	.	.	.	I	<1	.	.	.	.	.	.	.	3
Scenedesmus acutiformis	.	.	I	2	.	.	I	<1	II	10	I	3	II	7	I	6	I	2	I	4	.	.	.	.	.	.	.	2
Schroederya Judayi	.	.	I	2	.	.	I	<1	II	6	I	5	II	7	I	4	I	2	I	3	.	.	.	.	.	.	.	2
Closterium gracile	II	37	I	6	II	33	I	9	.	.	.	.	.	.	III	50	III	53	III	47	I	17	I	11	I	17	.	22
Ankistrodesmus falcatus var. acicularis f.longissima	.	.	II	1	I	<1	I	<1	.	.	.	.	.	.	I	<1	.	.	I	<1	.	.	.	.	.	.	.	<1
Melosira italica	III	50	I	12	.	.	I	7	I	8	.	.	I	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12

Aphanothece nidulans	II	25	III	44	I	8	II	25	I	12	.	.	I	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
Anabaena sp.	.	.	III	106	III	50	III	78	II	37	I	17	II	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21
Tetraspora lacustris	.	.	I	14	I	19	I	14	II	8	I	31	I	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
Phacotus lenticularis	.	.	II	9	I	5	II	7	III	15	I	2	II	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cosmarium depressum var. reniforme	.	.	II	7	I	2	I	6	III	16	I	3	II	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Merismopedia minima	.	.	I	4	.	.	I	2	II	9	I	2	II	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Trachelomonas rotunda	I	6	.	.	.	.	.	.	III	12	II	8	II	11	III	17	II	10	II	12	I	2	.	.	I	1	6
Botryococcus protuberans var. minor	.	.	.	.	.	.	.	.	I	17	.	.	I	10	II	31	II	27	II	28	III	42	.	.	II	21	12
Trachelomonas volvocina var. papillato-punctata	.	.	.	.	.	.	.	.	II	6	I	3	I	5	I	1	I	6	I	3	I	2	.	.	I	1	2
Surirella biseriata var. bifrons	I	6	.	.	.	.	.	.	I	4	I	17	I	8	II	25	I	13	I	17	.	.	.	.	.	.	6
Campylodiscus noricus var. hibernicus	I	6	.	.	.	.	.	.	.	.	I	6	I	2	I	20	II	27	II	22	.	.	.	.	.	.	5
Cosmarium Botrytis	.	.	.	.	.	.	.	.	II	57	II	51	II	57	I	23	.	.	I	11	.	.	.	.	.	.	14
Cosmarium Turpinii	.	.	.	.	.	.	.	.	I	17	II	22	I	17	I	5	I	7	I	5	.	.	.	.	.	.	4
Rhizosolenia longiseta	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2	I	3	I	2	III	16	II	10	III	13	.	.	.	.	.	.	3
Trachelomonas hispida var. spinulosa	.	.	.	.	.	.	.	.	II	8	I	5	II	6	I	1	I	2	I	2	.	.	.	.	.	.	2
Tetraedron minimum	.	.	.	.	.	.	.	.	II	10	I	3	II	7	I	6	.	.	I	4	.	.	.	.	.	.	2
Cosmarium Botrytis var. subtumidum	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1	II	7	I	4	I	3	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	1
Scenedesmus quadricauda	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4	II	7	I	4	I	1	.	.	I	<1	.	.	.	.	.	.	1
Peridinium cinctum f. angulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	II	33	II	33	II	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Staurastrum contortum	.	.	.	.	.	.	.	.	II	30	III	31	II	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Nephrocytium lunatum	.	.	.	.	.	.	.	.	II	25	II	22	II	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Glenodinium sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	42	I	6	I	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Mallomonas producta	.	.	.	.	.	.	.	.	III	18	II	25	III	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Scenedesmus falcatus	.	.	.	.	.	.	.	.	II	21	I	5	I	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Sphaerodinium cinctum	.	.	.	.	.	.	.	.	II	21	.	.	I	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
II. Zooplankton																										
1. Dominanty / Dominants																										
Eudiaptomus graciloides	IV	277	V	883	IV	414	V	666	V	750	V	328	V	617	V	762	V	467	V	625	III	185	V	572	IV	281	493
Rotatoria sp. div.	V	364	V	506	V	609	V	537	V	440	V	287	V	380	V	368	V	250	V	323	V	223	V	160	V	200	361
Bosmina longirostris	V	421	III	547	IV	447	III	496	I	19	I	38	I	24	I	93	II	77	II	87	II	57	IV	205	III	125	231
Daphnia longispina hyalina	III	185	IV	826	III	384	III	603	I	122	II	123	II	131	I	74	I	49	I	55	II	92	II	41	II	62	207
Mesocyclops leuckarti	III	344	II	230	I	62	II	150	V	1276	III	398	V	944	II	367	I	123	II	284	.	.	.	.	.	.	344
Chydorus sphaericus	II	37	II	31	II	33	II	28	IV	215	III	75	III	150	II	55	II	40	II	55	.	.	.	.	.	.	54
Daphnia cristata longiremis	.	.	I	46	IV	688	II	304	.	.	IV	662	II	248	I	37	II	99	I	55	.	.	I	122	I	46	131
Daphnia cucullata	.	.	III	631	I	62	II	350	IV	833	II	164	IV	596	II	266	II	147	II	225	.	.	.	.	.	.	235
Cyclops kolensis	V	712	III	756	II	123	III	533	.	.	.	.	.	.	I	55	I	123	I	92	III	216	IV	470	IV	330	333
Cyclops abbysorum	.	.	I	46	IV	1039	II	424	.	.	IV	398	II	149	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	115
Nauplius	V	266	V	291	V	250	V	259	V	337	V	217	V	294	II	30	I	20	II	32	III	83	III	55	III	67	184
2. Subdominanty / Subdominants																										
Mesocyclops oithonoides	I	46	I	161	I	62	I	115	I	62	I	41	I	69	II	92	II	123	II	92	.	.	I	41	I	31	71
Daphnia cristata cristata	.	.	II	92	I	62	II	115	II	123	II	82	II	108	II	221	III	331	III	317	I	62	III	531	II	230	154
Bosmina coregoni crassicornis	.	.	II	57	I	117	I	72	III	203	II	89	III	164	III	343	III	115	III	244	.	.	.	.	.	.	96
Diaphanosoma brachyurum	.	.	.	.	.	.	.	.	I	62	II	82	II	77	.	.	.	.	I	18	.	.	.	.	.	.	19

islandica ssp. *helvetica, Tribonema subtilissimum, Lyngbya limnetica, Synedra acus, Coelosphaerium Naegelianum, Botryococcus Braunii*; natomiast wśród zooplanktonu — *Eudiaptomus graciloides* oraz *Rotatoria* sp. div. Spośród stałych dominantów tylko dwa gatunki glonów — *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* i *Oscillatoria rubescens* charakteryzowały się zasięgiem występowania ograniczonym wyłącznie do jeziora Harsz. Z tego względu, jak również z uwagi na wysoką średnią roczną wartość współczynnika pokrycia (2195 i 882) należy je uznać za gatunki o dużej wartości diagnostycznej i jako takie mogą być uważane za gatunki wyróżniające dla zbiorowiska. Z pozostałych dominantów — *Asterionella formosa, Tribonema subtilissimum, Lyngbya limnetica, Synedra acus, Coelosphaerium Naegelianum* występowały jako stałe, względnie okresowe dominanty również w planktonie jeziora Lemięt; *Melosira islandica* ssp. *helvetica* spotykana była jako dominant także w planktonie jeziora Smolak, a *Botryococcus Braunii, Eudiaptomus graciloides* oraz *Rotatoria* sp. div. dominowały we wszystkich trzech badanych jeziorach. Wyżej wymienione dominanty, ze względu na ich występowanie nie tylko w planktonie jeziora Harsz, traktowano jako niewskaźnikowe komponenty zbiorowiska, pomimo że niektóre z nich osiągnęły wysoką średnią wartość współczynnika pokrycia (*P*), jak np. *Asterionella formosa* (1302), zajmując drugie miejsce po *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides*.

Jeden z dwóch gatunków wyróżniających zbiorowisko planktonowe jeziora Harsz — *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* obserwowana jest na terenie Pojezierza Mazurskiego nie po raz pierwszy, aczkolwiek nie spotykano jej tu często. Spośród kilkudziesięciu przebadanych przez wielu autorów jezior tego terenu notowano ją zaledwie w dwunastu zbiornikach, z których większość stanowią jeziora o znacznych dla tego obszaru głębokościach, określane jako mezotroficzne lub eutroficzne. Niżej załączone zestawienie informuje, w których jeziorach i przez kogo gatunek ten znaleziono:

nazwa jeziora	głębokość	typ jeziora
1. Żabinki	42,5	● (Olszewski i Paschalski 1959) ○ (Patalas 1960 d)
2. Wadąg	34,5	● (Olszewski i Paschalski 1959)
3. Siniec Duży	28,5	○ (Patalas 1960 d)
4. Święcajty	28,0	○ (Olszewski 1953 a) ● (Patalas 1960 d)
5. Ciche	13,0	○ (Patalas 1960 d)
6. Białe	35,0	● (Czeczuga 1958)

7. Tajty	34,0	●	(Olszewski 1953 b)
8. Suchar Wielki	?	△	(Ryppowa 1927)
9. Narie	48,0	●	(Olszewski 1951)
10. Legińskie	32,0	○	(Olszewski i Paschalski 1959)
11. Linowskie	21,0	○	(Olszewski i Paschalski 1959)
12. Klebarskie	7,5	○	(Olszewski i Paschalski 1959)

1 — 5 badania własne niepubl.; 6 — Czeczuga (1958); 7 — Spodniewska (1955); 8 — Ryppowa (1927); 4, 9, 12 — Schröder (1900) ● — jeziora mezotroficzne, ○ — jeziora eutroficzne, △ — jeziora dystroficzne.

Obecność *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* na Pojezierzu Mazurskim w jeziorach mezo- i eutroficznych zgodna jest z danymi Huber-Pestalozziego (1942), który podaje, że okrzemka ta występuje właśnie w tych typach jezior. Aczkolwiek określana jest jako gatunek zasadolubny spotyka się ją w granicach pH od 5,0 - 8,5 (Van der Werff en Huls 1959). W świetle tych danych zrozumiała jest jej obecność w dystroficznym jeziorku Suchar Wielki, w pobliżu jeziora Wigry.

Natomiast *Oscillatoria rubescens*, drugi gatunek wyróżniający zbiorowisko planktonowe jeziora Harsz, nie była dotychczas notowana w literaturze algologicznej dotyczącej Pojezierza Mazurskiego, aczkolwiek spotkano ją tu kilka lat temu w eutroficznym jeziorze Miodówko niedaleko Olsztyna (jednorazowe obserwacje własne), gdzie tworzyła intensywny zakwit, powodując, podobnie jak w jeziorze Harsz, czerwone zabarwienie wody pod lodem. Sinica ta znana jest jako gatunek zimnolubny, aczkolwiek prawdopodobnie nie chodzi tu o bezpośredni związek z temperaturą wody, ale o ciężar właściwy nitek *Oscillatoria rubescens*, który jest przypuszczalnie najbardziej zbliżony do ciężaru zimnej wody, okresowo nawet nieco mniejszy (Huber-Pestalozzi 1938). Stąd w okresie letnim jej maksimum znalezione w jeziorze Zurychskim na głębokości 15 m, przy pustej 10-metrowej warstwie górnej. W literaturze algologicznej *Oscillatoria rubescens* znana jest jako gatunek spotykany w jeziorach oligo-, mezo- i eutroficznych. Często występuje w wysokogórskich jeziorach, głównie alpejskich, tworząc masowe zakwity. Klausner (cyt. za Kulmatyckim 1925), który zajmował się występowaniem czerwonych zakwitów wody w Alpach stwierdził, że specjalnie typowe są one dla wód silnie nasłonecznionych, jeziorek, które nie posiadają zwykle stałych dopływów i odpływów i są pokryte lodem przez znaczną część roku. *Oscillatoria rubescens* uważana jest za gatunek wymagający wody czystej, bez większych ilości materii organicznej, aczkolwiek w jeziorze Zurychskim obserwowano ją najliczniej w najsilniej

zanieczyszczonej części koło Zurychu (Huber-Pestalozzi l.c.), podczas gdy w partiach jeziora o słabym zanieczyszczeniu, liczba jej nitek spadała, a w połączonej z jeziorem Zurychskim oligotroficznej części, w ogóle *Oscillatoria rubescens* nie występowała.

Z Polski masowy zakwit *Oscillatoria rubescens* na jeziorze Cichym na Pomorzu opisał szczegółowo Kulmatycki (l.c.). Obserwował go w kwietniu przy temperaturze 9,2°C, głównie przy powierzchni, aczkolwiek według informacji uzyskanych od miejscowych rybaków intensywny rozwój tej sinicy nastąpił dużo wcześniej, bo już w sierpniu poprzedniego roku.

Pozostałe dominanty w liczbie 76 cechujące się okresowością dominacji obejmowały zarówno formy spotykane w ciągu całego roku, obecne w kilku okresach, jak również ograniczone w swoim występowaniu do jednego sezonu, przy czym te ostatnie stanowiły nieznaczny procent. Najliczniejszą grupę tworzyły okresowe dominanty pojawiające się nie we wszystkich sezonach roku (68%), mniejszą natomiast (26%) te, które obecne były w każdym okresie. Formy cechujące się stałą oraz okresową dominacją były reprezentowane w wyróżnionych sezonach roku przez następujące grupy systematyczne:

	wczesna wiosna	wiosna	lato	jesień	zima
Cyanophyceae	4	8	13	9	3
Euglenophyceae	—	—	1	1	—
Dinophyceae	4	3	4	1	—
Xanthophyceae	1	1	1	1	1
Chrysophyceae	1	1	3	—	—
Bacillariophyceae	12	9	13	10	4
Chlorophyceae	5	9	25	9	1
Rotatoria sp. div.	1	1	1	1	1
Copepoda	2	1	2	1	2
Cladocera	1	—	1	—	—
Razem	31	33	64	33	12

Najwięcej form bo 64 osiągnęło V i IV stopień stałości latem, najmniej natomiast, bo tylko 12 form, w okresie zimy. Wczesną wiosną i zimą przeważały wśród dominantów okrzemki; wiosną i jesienią — liczne gatunki okrzemek, zielenic i sinic; natomiast latem pierwsze miejsce zajmowały zielenice, natomiast znacznie mniej było wśród nich okrzemek i sinic. Poszczególne sezony różniły się między sobą nie tylko liczbą dominantów w obrębie grup systematycznych, ale również wahały się znacznie w różnych okresach współczynniki pokrycia stałych i sezonowych dominantów, a także gatunki dominujące były niekiedy odmienne. Różnice te dawały podstawę do wyodrębnienia aspektów sezonowych zbiorowiska. Przy określaniu ich traktowano jako posiadające wartość wskaźnikową tylko te z form dominujących w poszczególnych

okresach, których współczynniki pokrycia miały najwyższą wartość (tab. 11).

Największą wartość diagnostyczną dla wyróżnienia sezonowych aspektów miały z glonów najczęściej i najliczniej reprezentowane okrzemki, rzadziej sinice, a tylko sporadycznie, ograniczone do cieplejszej pory roku, pojedyncze gatunki złotowiciowców, bruzdnic i zielenic.

Spośród stałych i okresowych dominantów o najwyższej wartości współczynnika pokrycia tylko trzy — *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides*, *Oscillatoria rubescens* oraz *Cyclops kolensis* znaleziono wyłącznie w planktonie jeziora Harsz. Pozostałe spotykano także w innych jeziorach w charakterze bądź również dominantów lub subdominantów i adominantów.

Wprawdzie *Cyclops kolensis* nie występował we wszystkich porach roku — brak go było w letnim planktonie i tym samym nie należał do grupy stałych dominantów, to jednak, jako jedyny wśród zooplanktonu dominant o ograniczonym tylko do jeziora Harsz zasięgu występowania, ma on, obok *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* i *Oscillatoria rubescens* wartość diagnostyczną dla zbiorowiska planktonowego tego jeziora.

Dla badanego zbiorowiska planktonowego w mezotroficznym jeziorze Harsz proponuje się nazwę wyrażającą stałe lub częste oraz liczne występowanie gatunków o znacznej wartości wskaźnikowej: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* + *Oscillatoria rubescens* + *Cyclops kolensis*.

W systematyce Symoensa (1951 b) zbiorowisko to należałoby zaliczyć do związku obejmującego zespoły planktonowe wód oligo- i mezotroficznych z przewagą okrzemek — *Bacillariophycion planctonicum oligo-* i *mesotrophicum*.

Dominujące formy fito- i zooplanktonu łącznie stanowiły w różnych okresach od 68 - 88% wartości współczynnika pokrycia (*P*) obliczonego dla całego planktonu. Tak więc stosunkowo nieliczna grupa dominantów (32% ogólnej liczby form) decydowała o masie planktonu, o jego jakościowym charakterze podczas całego okresu badań.

Wśród dominujących glonów najważniejszą rolę odgrywały we wszystkich sezonach roku okrzemki. Procentowy ich udział wahał się w różnych porach roku od 29 - 83% zsumowanej dla całego fitoplanktonu wartości współczynnika pokrycia (*P*), przy czym był on najwyższy wczesną wiosną, najniższy natomiast latem. Na drugim miejscu stały sinice mające największe znaczenie jesienią i zimą, najmniejsze natomiast wczesną wiosną i wiosną. Procentowy ich udział w odniesieniu do fitoplanktonu wahał się od 10 - 52%. Wśród pozostałych grup systematycznych w obrębie dominantów — eugleniny, różnowiciowe oraz wrotki nie odgrywały większej roli w żadnym z badanych okresów, wykazując stosunkowo niskie wartości współczynnika pokrycia (*P*), które ulegały małym waha-

niom w ciągu roku. Natomiast znaczenie innych grup było zmienne; latem niektóre z nich (zielenice, bruzdnice, złotowiciowce) osiągały stosunkowo wysoką wartość współczynnika pokrycia (*P*).

Formy wykazujące III i II stopień stałości, należące do grupy subdominantów, obecne w planktonie jeziora Harsz w liczbie 62 były reprezentowane w poszczególnych sezonach przez następujące grupy taksonomiczne: *Cyanophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Copepoda* i *Cladocera.*

Podobnie jak wśród dominantów, największą liczbę subdominantów stwierdzono latem (50), najmniejszą natomiast zimą (14). Pod względem masy formy towarzyszące, reprezentowane przez najmniejszą liczbę jednostek taksonomicznych w zbiorowisku planktonowym jeziora Harsz (23% ogólnej liczby form) stały na drugim po dominantach miejscu (tab. 9). Ich współczynnik pokrycia (*P*) stanowił w różnych porach roku od 9 - 26% wartości obliczonej dla całego planktonu, przy czym procentowy ich udział najwyższy był wiosną i jesienią, najniższy wczesną wiosną. Wśród towarzyszących form glonów przeważały podczas całego okresu badań zielenice, zwłaszcza latem, tak co do liczby form, jak i wartości współczynnika pokrycia (poza zimą). Udział ich pod względem masy w stosunku do pozostałych glonów towarzyszących wahał się w różnych okresach od 40 - 68%, poza zimą, kiedy był wyjątkowo niski (28%). Z grupy form towarzyszących tylko trzy: *Trachelomonas volvocina* var. *punctata, Oscillatoria Redekei* oraz *Mesocyclops oithonoides* spotykano podczas całego okresu badań, a tylko siedem: *Peridinium cinctum* f. *angulatum, Staurastrum contortum, Nephrocytium lunatum, Glenodinium* sp., *Mallomonas producta, Scenedesmus falcatus, Sphaerodinium cinctum* ograniczało się do występowania w okresie letnim. Większość pozostałych form obserwowano w cieplejszych okresach roku od wiosny do jesieni. Wartość współczynnika pokrycia (*P*) poszczególnych form towarzyszących w różnych okresach roku była najczęściej bardzo niska, jeśli chodzi o glony tylko niekiedy przekraczała 100. W skład tej grupy wchodziły bowiem organizmy wprawdzie spotkane w 21 - 60% prób, ale najczęściej występujące w niewielkiej liczbie osobników. Tym niemniej grupa ta obejmująca organizmy z których większość jest formami typowo planktonowymi miała pewne znaczenie przy określaniu aspektów sezonowych: wzbogacała skład gatunkowy różnych grup systematycznych; zwiększała znaczenie pod względem bogactwa gatunkowego oraz wartości współczynnika pokrycia (*P*) zielenic, a także zooplanktonu w niektórych porach roku.

Najliczniejszą grupę, obejmującą 45% wszystkich jednostek taksonomicznych tworzyły formy przypadkowe, których procentowy udział w różnych porach roku wahał się od 41 - 56. Pomimo dużej ich liczby w każdym z badanych okresów nie miały one w żadnym z nich większego znaczenia pod względem masy. Wartość współczynnika pokrycia (*P*)

form przypadkowych stanowiła zaledwie od 2,3 - 6,2% wartości łącznej wszystkich form fito- i zooplanktonu. Grupa ta obok właściwych form planktonowych, stanowiących większość, obejmowała szereg gatunków o charakterze epifitów bądź tychoplanktonu, które do toni wodnej dostały się drogą mechanicznego przemieszczenia na skutek ruchów mas wodnych. Wśród przypadkowych komponentów, reprezentowanych najczęściej przez pojedyncze osobniki, przeważały w planktonie jeziora Harsz we wszystkich okresach tak pod względem liczby, jak i wartości współczynnika pokrycia (*P*) dwie grupy taksonomiczne: okrzemki i zielenice, przy czym te ostatnie wybijały się na plan pierwszy w okresie od wiosny do jesieni.

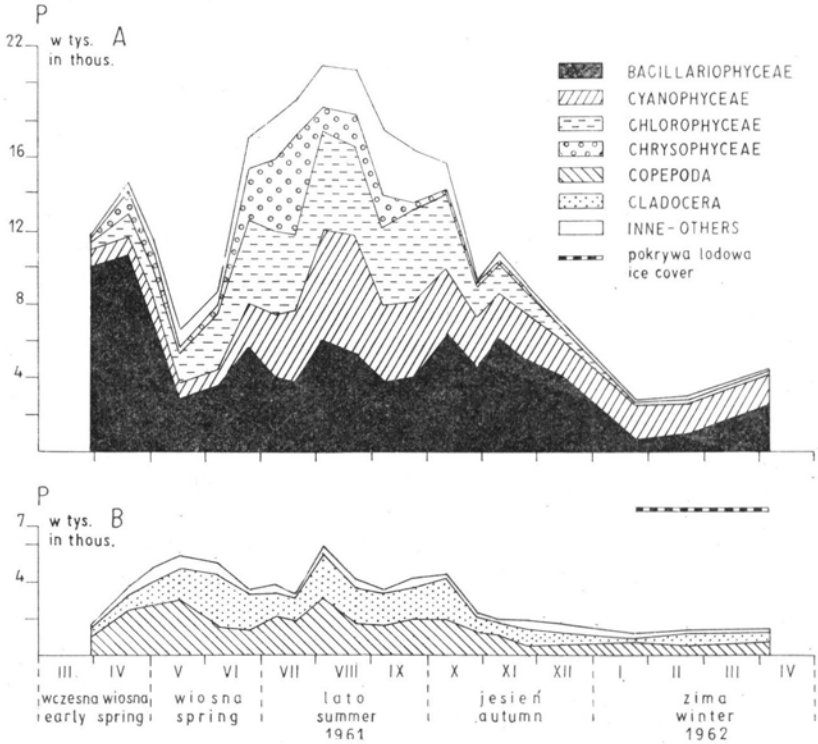
2. Sezonowe zmiany ilościowe i jakościowe

Przy rozważaniu sezonowych zmian w zbiorowiskach planktonowych badanych jezior zwrócono uwagę na następujące aspekty tego zagadnienia: 1) wahania ogólnej masy planktonu wyrażonej współczynnikiem pokrycia (*P*); 2) zmiany w jakościowym składzie zbiorowisk; 3) zmiany w rozwoju ważniejszych dominantów oraz w procentowym ich udziale w zbiorowisku. Sezonowe fluktuacje ilościowe planktonu roślinnego oceniane za pomocą współczynnika pokrycia (*P*) porównywano z wynikami uzyskanymi na drodze obliczania ilości osobników w litrze wody oraz pomiarów chlorofilu.

W rocznym cyklu rozwojowym zbiorowiska planktonowego jeziora Harsz wystąpiły dwa wzrosty ilościowe glonów: wczesnowiosenny, krótkotrwały, przypadający na kwiecień oraz letni, znacznie większy, utrzymujący się przez okres całego lata (VII - IX). Najuboższym w fitoplankton okazało się jezioro Harsz podczas zimy (I - IV), kiedy pokryte było ono lodem (rys. 10).

Wiosenne maksimum planktonu roślinnego, obserwowane przy temperaturze górnych warstw wody wahającej się od 5,0 - 9,6°C spowodowane było przede wszystkim wzrostem okrzemek. Stanowiły one podczas szczytu 73% całego fitoplanktonu. W tym czasie okrzemki osiągnęły maksimum swojej obfitości. Głównymi dominantami wiosennego maksimum były: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* oraz *Asterionella formosa*, które łącznie stanowiły 43% całości fitoplanktonu, a 60% okrzemek. Nieco mniejsze znaczenie wykazywały — *Fragilaria crotonensis*, *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, a jeszcze mniejsze — *Fragilaria capucina*. Procentowy udział tych pięciu okrzemek, przedstawiony graficznie na rysunku 11, obok dominujących w innych porach roku gatunków, wynosił w okresie szczytu wiosennego (IV) 66% ogólnej masy glonów, a 90% wszystkich okrzemek.

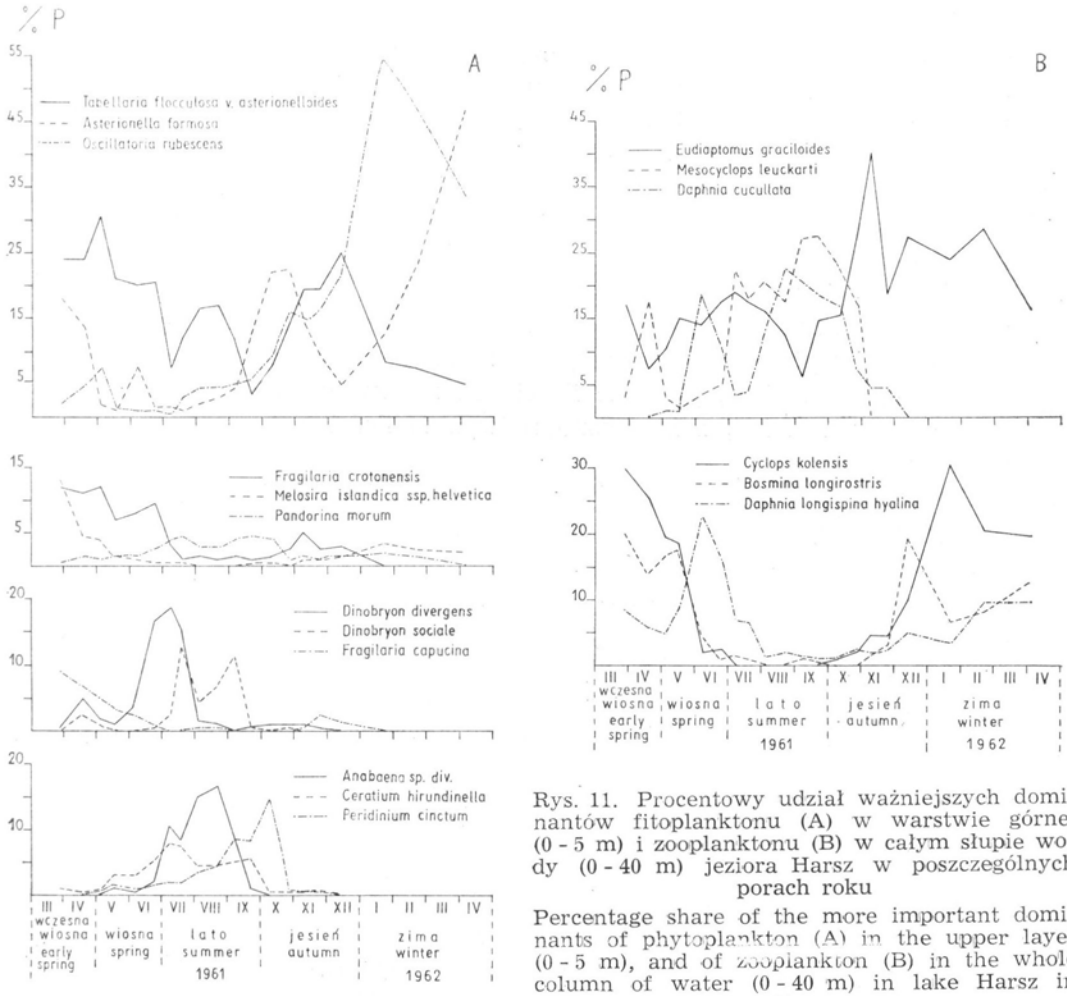
Letni wzrost obfitości fitoplanktonu zaznaczył się już pod koniec czerwca, a utrzymywał się jeszcze do pierwszej połowy października.



Rys. 10. Sezonowe zmiany w ilości i składzie fitoplanktonu (A) w warstwie górnej (0 - 5 m) i zooplanktonu (B) w całym słupie wody (0 - 40 m) mezotroficznego jeziora Harsz. Ilość wyrażono współczynnikiem pokrycia (*P*)

Quantitative and qualitative seasonal changes of phytoplankton (A) in the upper layer (0 - 5 m), and of zooplankton (B) in the whole column of water (0 - 40 m) in mesotrophic lake Harsz. Quantity expressed by the coefficient of coverage (*P*)

W tym czasie temperatury różnych warstw epilimnionu (0 - 5 m) wahały się w granicach 13,0 - 20,7°C. Szczytowy rozwój planktonu roślinnego w sierpniu, nastąpił przy temperaturze epilimnionu 17,4 - 19,0°C. Zwraca uwagę podczas maksimum letniego brak zdecydowanej przewagi którejś z reprezentowanych grup systematycznych. O wzroście ilościowym fitoplanktonu w tym czasie decydowały w równym stopniu trzy gromady: sinice, okrzemki i zielenice. W pierwszej połowie lata znaczny był również udział złotowiciowców. Na okres lata przypadało nie tylko maksimum rozwoju planktonu roślinnego jako całości, ale również najważniejszych (poza okrzemkami) jego gromad (tab. 10). Uszeregowane według malejących wartości współczynnika pokrycia (*P*) zajmowały kolejno miejsca: *Chlorophyceae* (4603), a wśród nich *Chlorococcales* (1935) przeważały nad *Volvocales* (1728) i *Conjugales* (939); *Cyanophyceae* (4525); *Bacillariophyceae* (4466); *Chrysophyceae* (2863); *Dinophyceae* (2382). Wartości współczynnika pokrycia (*P*) uzyskane dla *Euglenophyceae* (96) i *Xanthophyceae* (116) wskazują na niewielkie ich znaczenie.



Rys. 11. Procentowy udział ważniejszych dominantów fitoplanktonu (A) w warstwie górnej (0 - 5 m) i zooplanktonu (B) w całym słupie wody (0 - 40 m) jeziora Harsz w poszczególnych porach roku

Percentage share of the more important dominants of phytoplankton (A) in the upper layer (0 - 5 m), and of zooplankton (B) in the whole column of water (0 - 40 m) in lake Harsz in respective seasons

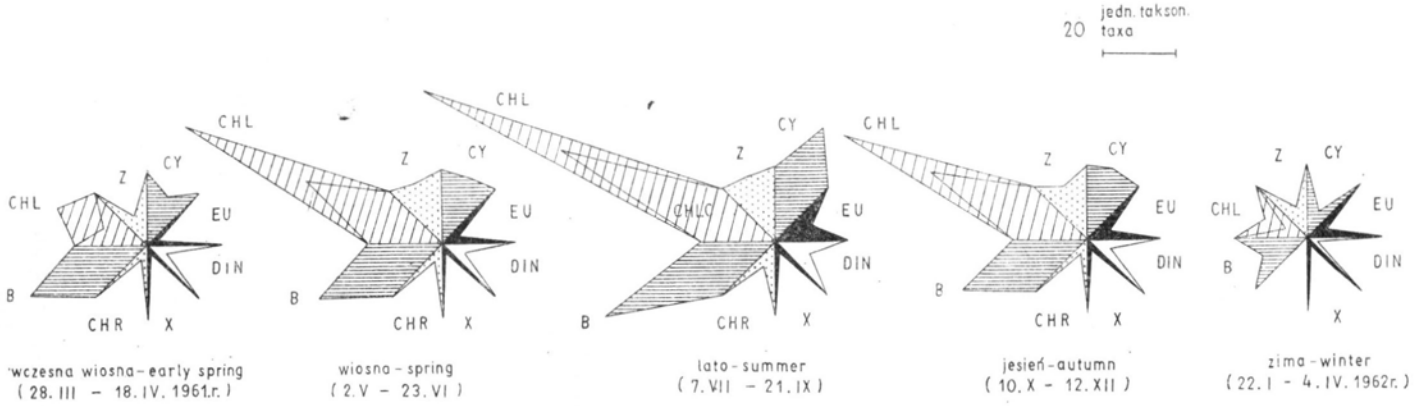
Spośród licznych w okresie letnim komponentów fitoplanktonu niektóre osiągnęły szczególnie wysokie wartości współczynnika pokrycia (*P*). Największy udział posiadał *Dinobryon* sp. div. — 14,5%. Podobnie jak w poprzednich okresach znaczny był również udział *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* — 12,8%. Również stosunkowo duże znaczenie posiadał zbiorczo potraktowany rodzaj *Anabaena* sp. div. — 10,2%, mniejsze natomiast *Ceratium hirundinella*, którego procentowy udział w stosunku do całego fitoplanktonu wynosił 5,7 (rys. 11).

Począwszy od drugiej połowy października obserwowano stopniowy spadek obfitości fitoplanktonu, aż do osiągnięcia minimum zimą, kiedy na powierzchni jeziora powstała pokrywa lodowa, utrzymująca się od stycznia do kwietnia. W okresie jesiennym widoczne było zanikanie z wyjątkiem sinic wszystkich gromad fitoplanktonu. Wprawdzie okrzemki

dominowały jeszcze dzięki dużemu udziałowi *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides*, stanowiąc 49,3% flory glonów, ale stopniowo ustępowały miejsca sinicom, które podczas zimy stanowiły główny składnik planktonu. Dominacja sinic wiązała się tu z masowym pojawem *Oscillatoria rubescens* w miesiącach zimowych, jej szczytowy rozwój miał miejsce w styczniu. Stanowiła ona wtedy 54,2% całego fitoplanktonu (rys. 11).

Wczesnowiosenne, niższe maksimum fitoplanktonu nastąpiło przy ogólnie ocenianej, średniej zasobności wody w sole mineralne, podczas gdy letnie, większe maksimum skorelowane było z najniższymi podczas całego okresu badań ilościami substancji mineralnych (tab. 2). Na okresy minimum fitoplanktonu, wiosną oraz zimą — pod pokrywą lodową, przypadały najwyższe, podobne ilości soli mineralnych. W czasie kiedy jezioro pokrywał lód, stwierdzono najwyższe ilości sodu, potasu, magnezu i krzemu.

Wraz ze zmianami sezonowymi w masie planktonu roślinnego i w jego jakościowym charakterze, ulegała wahaniom również ogólna liczba jednostek taksonomicznych fitoplanktonu, zmieniał się także jego skład gatunkowy (rys. 12). Począwszy od marca liczba jednostek taksonomicznych glonów sukcesywnie wzrastała, aż do okresu pełni lata (VIII), podczas którego fitoplankton osiągnął największe bogactwo gatunkowe. W następnych miesiącach miało miejsce stopniowe zubożanie składu gatunkowego, a najmniej zróżnicowany jakościowo plankton obserwowano, kiedy na powierzchni jeziora zalegała pokrywa lodowa. W tym ostatnim okresie liczba jednostek taksonomicznych glonów była dwukrotnie mniejsza od tej, jaką notowano wczesną wiosną. Najbardziej urozmaiconą florę glonów znaleziono w czasie letniego maksimum ilościowego, natomiast najuboższy w gatunki plankton obserwowano podczas jego minimum, w zimie. O kierunku sezonowych zmian ogólnej liczby komponentów planktonu roślinnego decydowały przede wszystkim zielenice, głównie z rzędu *Chlorococcales*, które spośród reprezentowanych gromad wykazywały największe wahania sezonowe. Począwszy od wczesnej wiosny skład gatunkowy zielenic stawał się stopniowo coraz bogatszy, aż do okresu letniego, podczas którego notowano największe zróżnicowanie jakościowe tej gromady (rys. 12), szczególnie duże w obrębie rzędu *Chlorococcales*, w mniejszym stopniu *Conjugales*. Najbardziej urozmaicone okazały się rodzaje *Scenedesmus*, *Pediastrum* i *Oocystis* oraz *Cosmarium* i *Staurastrum*. To duże bogactwo gatunkowe zielenic utrzymywało się od drugiej połowy czerwca do pierwszej połowy października. W tym czasie temperatury różnych warstw epilimnionu wahały się w granicach od 20,7°C w lipcu do 13,0°C w październiku. Począwszy od drugiej połowy października zielenice stawały się coraz uboższe w gatunki. Najmniejszą ich liczbę znajdowano w okresie, kiedy jezioro pokrywał lód. W przeciwieństwie do zielenic, inne gromady nie wykazywały tak dużych wahań sezonowych. Tym niemniej w obrębie



CY – Cyanophyceae; EU – Euglenophyceae; DIN – Dinophyceae; X – Xanthophyceae; CHR – Chrysophyceae; B – Bacillariophyceae; CHL – Chlorophyceae; CHLC – Chlorococcales; Z – Zooplankton

Rys. 12. Jakościowy skład planktonu jeziora Harsz w różnych sezonach roku. Wykresy skonstruowane wg metody M a u c h y (1932) ilustrują udział jednostek taksonomicznych w poszczególnych grupach planktonu

Qualitative composition of plankton in lake Harsz in different seasons. Diagrams constructed according to the Maucha's method (1932 express the share of taxa in the respective groups of plankton

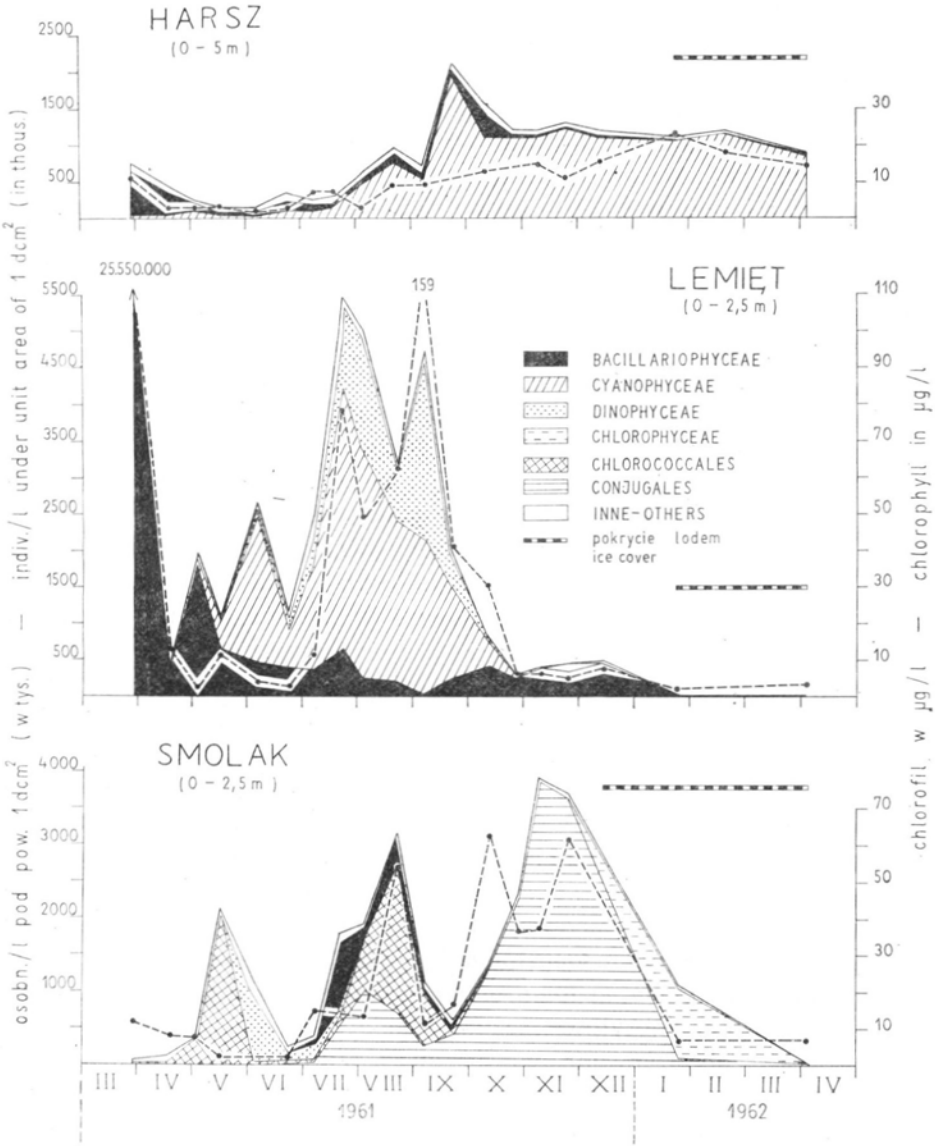
wszystkich gromad zaznaczył się wzrost ich liczby w cieplejszych okresach, zwłaszcza latem, a spadek jesienią, pogłębiający się zimą. Zwraca uwagę fakt, że największe bogactwo gatunkowe okrzemek przypadało nie na okres ich maksimum ilościowego wczesną wiosną, lecz latem, przy umiarkowanych ich ilościach.

Obraz ilościowych zmian całego fitoplanktonu, jak również poszczególnych jego gromad, w ciągu badanego okresu, uzyskany na podstawie szacunkowej oceny stosunków ilościowych, przeprowadzonej za pomocą współczynnika pokrycia (*P*) różnił się od obrazu zmian, otrzymanego na drodze określania liczby osobników w litrze wody oraz pomiarów chlorofilowych. Różnice te dotyczyły: 1) rytmu ilościowych zmian; 2) składu jakościowego fitoplanktonu. Ujmując ogólnie, zmiany w obfitości planktonu roślinnego, oceniane z jednej strony za pomocą liczby osobników w litrze wody, z drugiej zaś poprzez pomiar chlorofilu wykazywały daleko idącą zgodność. Posługując się współczynnikiem pokrycia (*P*) znaleziono dwa maksima ilościowe glonów: niższe — wczesną wiosną, spowodowane głównie wzrostem okrzemek i wyższe — latem, wywołane przez zielenice, sinice i okrzemki oraz dwa minima — wiosną (V - VI) i szczególnie ostro zaznaczające się minimum zimowe, pod pokrywą lodową. Na podstawie natomiast oceny liczby osobników oraz pomiarów chlorofilowych trudno w przypadku jeziora Harsz mówić o maksimach i minimach ilościowych glonów. Okres od wczesnej wiosny aż do drugiej połowy lata cechowało wybitne ubóstwo planktonu roślinnego, po czym nastąpił wzrost jego liczebności, utrzymujący się ze stosunkowo małymi wahaniami od drugiej połowy lata aż do zejścia pokrywy lodowej w kwietniu 1962 r. (rys. 13). O ile w pierwszym okresie, w ubogim ilościowo fitoplanktonie dominowały okrzemki, o tyle w drugim okresie o wzroście liczebności planktonu roślinnego zadecydował rozwój sinic, a właściwie rozwój jednego gatunku — *Oscillatoria rubescens*, masowo występującego bezpośrednio pod pokrywą lodową.

Spośród kilku jezior mezotroficznych Pojezierza Mazurskiego, których plankton roślinny był badany (Półtoracka 1962, 1963 a oraz materiały własne nie opublikowane dotyczące jezior: Wadąg, Leleskie, Szeląg, Isąg, Pluszne, Krzywe, Ruda Woda), sezonowe zmiany glonów planktonowych w jeziorze Harsz mogą być porównane tylko z jeziorami Gołdopiwo i Święcajty, ponieważ tylko tam przeprowadzano obserwacje w cyklu rocznym (Półtoracka 1962). Materiały z innych jezior dotyczą najczęściej jednorazowych studiów. Ponieważ w obu jeziorach — Gołdopiwo i Święcajty stosunki ilościowe oceniano na podstawie liczby osobników w litrze wody, tylko wyniki uzyskane dla jeziora Harsz w podobny sposób, są porównywalne.

W obu jeziorach — Gołdopiwo i Święcajty wystąpiły trzy wzrosty liczebności glonów: maksimum wiosenne w kwietniu, szczególnie duże w pierwszym z nich; maksimum letnie w lipcu lub sierpniu oraz maksi-

mum jesienne w listopadzie. Szczyty letnie były najniższe. W obu jeziorach, maksima wiosenne wywołały te same gatunki okrzemek: przede wszystkim *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, w mniejszym stopniu *Melosira ambigua*. Ponadto w jeziorze Gołdopiwo znaczną liczebność osiągnęła



Rys. 13. Sezonowe zmiany w liczebności i składzie fitoplanktonu oraz chlorofilu (linia przerywana) w górnej warstwie mezotroficznego jeziora Harsz, eutroficznego jeziora Lemięt i dystroficznego jeziora Smolak

Seasonal changes in quantitative and qualitative composition of phytoplankton and chlorophyll (broken line) in upper water layers of mesotrophic lake Harsz, eutrophic lake Lemięt and dystrophic lake Smolak

także *Melosira granulata*. Również jesienne maksima miały w obu jeziorach charakter okrzemkowy. Spowodowane były głównie dużym wzrostem liczebności *Stephanodiscus astraea*. Obok tego ostatniego w jeziorze Gołdopiwo dominowała ponadto *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, a w jeziorze Święcajty — *Melosira ambigua*. Te dwa jeziora różniły się między sobą jakościowym charakterem maksimów letnich. O ile w jeziorze Gołdopiwo, okrzemki (*Melosira granulata, Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis, Melosira ambigua*) stanowiły najliczniejszy składnik planktonu roślinnego, o tyle w jeziorze Święcajty do szczególnie dużego rozwoju podczas lata doszły sinice, zwłaszcza *Lyngbya limnetica*.

Zmiany obserwowane w ciągu roku w ilości zooplanktonu, wyrażonej współczynnikiem pokrycia (*P*) — (rys. 10) wskazują na dwa słabo zaznaczające się wzrosty masy planktonu zwierzęcego. Podczas pierwszego, wiosennego szczytu (V - VI), przypadającego na okres minimum fitoplanktonu, głównymi komponentami z widłonogów były — *Eudiaptomus graciloides* i *Cyclops kolensis*, a z wioślarek *Daphnia longispina hyalina, Bosmina longirostris* i *Daphnia cucullata* (rys. 11). Gatunki te stanowiły w tym czasie 55,6% łącznej masy zooplanktonu. Drugi, zaznaczający się również słabo wzrost planktonu zwierzęcego nastąpił w połowie lata i trwał z małymi wahaniami do początku jesieni, pokrywając się w dużym stopniu z letnim maksimum fitoplanktonu. Udział w tym czasie widłonogów i wioślarek był zbliżony. Szczególnie intensywnie rozwinęły się wtedy dwa gatunki: *Mesocyclops leuckarti* i *Daphnia cucullata*, których procentowy udział łączny wahał się w poszczególnych połowach, w granicach od 33,6 - 47,4.

Począwszy od drugiej dekady października obserwowano coraz mniej planktonu zwierzęcego, przy czym jego spadek przebiegał równolegle ze spadkiem planktonu roślinnego. Najważniejszym dominantem w tym czasie był *Eudiaptomus graciloides*, którego procentowy udział w ubożejącym planktonie jesiennym wahał się od 18,4 - 40,0. Wybitnie ubogi w organizmy zwierzęce okazał się plankton zimą, pod lodem. Dominowały w nim oprócz *Eudiaptomus graciloides*, który podczas całego roku występował w charakterze dominanta, te same gatunki co wiosną, a więc *Cyclops kolensis* i *Daphnia longispina hyalina*. Występowanie tych ostatnich, podobnie jak *Bosmina longirostris* ograniczało się z reguły do zimniejszych pór roku. Szczytowy rozwój *Cyclops kolensis* i *Daphnia longispina hyalina* obserwowano wiosną przy temperaturach słupa wody wahających się od 13,2 - 7,2°C (IV - V) dla pierwszego, a 19,0 - 7,4°C (6.VI) dla drugiego gatunku. *Bosmina longirostris* największy rozwój osiągnęła również wiosną przy temperaturze słupa wody 13,8 - 7,4°C (V), po czym stopniowo zanikała, pojawiając się znów nieco liczniej przy temperaturze 4,0°C, tuż przed zamarznięciem jeziora. Letnimi gatunkami w planktonie jeziora Harsz były: *Mesocyclops leuckarti* i *Daphnia cucullata*. Intensywny rozwój pierwszego z nich trwał przez cały okres lata,

aż do początku jesieni, natomiast drugiego ograniczał się do drugiej połowy lata. Oba gatunki wykazywały wzrost ilościowy również wiosną — *Mesocyclops leuckarti* w kwietniu, a *Daphnia cucullata* w czerwcu.

Podobne ilościowe zmiany sezonowe u *Cyclops kolensis* i *Bosmina longirostris*, oceniane według liczby osobników na 1 dcm² znaleziono w mezotroficznych jeziorach Gołdopiwo i Święcajty (Patalas 1963 b). Natomiast rozwój *Mesocyclops leuckarti* obserwowano w tych dwóch jeziorach na przestrzeni krótszego czasu, w końcu lata; u *Daphnia cucullata* natomiast daje się zauważyć przesunięcie maksymalnego wzrostu liczebności o około dwa miesiące w porównaniu z jeziorem Harsz, przypadał więc on już na okres jesienny.

Obraz zmian ilościowych całego planktonu zwierzęcego w jeziorze Harsz, zgodny jest w ogólnych zarysach ze znalezionym rytmem zmian sezonowych w obu mezotroficznych jeziorach — Gołdopiwo i Święcajty, usytuowanych w pobliżu badanego jeziora Harsz.

Na podstawie omówionych wyżej sezonowych różnic w składzie gatunkowym organizmów roślinnych i zwierzęcych można było wyróżnić w zbiorowisku planktonowym mezotroficznego jeziora Harsz dwa aspekty sezonowe — aspekt wczesnowiosenny i aspekt letni. Wyróżnione aspekty sezonowe charakteryzowały się obecnością w planktonie szeregu dominantów o wysokiej wartości współczynnika pokrycia (*P*), które nie występowały w innych porach roku, lub występowały, ale w niewielkiej masie. I tak wyróżniającymi aspekt wczesnowiosenny były następujące gatunki okrzemek: *Melosira islandica* ssp. *helvetica, Fragilaria capucina, Synedra acus* oraz *Bosmina longirostris* (rys. 9 i tab. 11). Natomiast wyróżniającymi aspekt letni były gatunki złotowiciowców (*Dinobryon* sp. div.), sinic (*Anabaena* sp. div., *Microcystis aeruginosa, Chroococcus limneticus*), bruzdnic (*Ceratium hirundinella, Peridinium cinctum*), zielenic (*Pandorina morum, Pseudosphaerocystis lacustris, Tetraspora simplex*), a z organizmów zwierzęcych — *Mesocyclops leuckarti* i *Daphnia cucullata*. Ponadto, cechą znamienną letniego planktonu było wybitne urozmaicenie flory glonów, zwłaszcza w obrębie zielenic.

3. Rozmieszczenie pionowe

Pionowe rozmieszczenie planktonu uzależnione jest od szeregu czynników, spośród których temperatura, intensywność mieszania wody, ilość przenikającego światła i zawartość tlenu w wodzie zdają się mieć decydujące znaczenie. Jezioro Harsz cechowało się stosunkowo silnie mieszanym epilimnionem, sięgającym w okresie letnim 6 - 12 m i o dużej miąższości (20 - 40 m), dość dobrze natlenionym hypolimnionem, w którym nie występowały zaniki tlenu. Ilość tlenu w przydennych warstwach wody nie spadała nigdy poniżej 1,5 mg/l. Temperatury letnie (VII - IX) w zasięgu całego, pogłębiającego się ku jesieni epilimnionu wahały się

od 14,5 - 20,7°C, podczas gdy temperatury hypolimnionu kształtowały się w granicach 7,2 - 10,6°C. Aczkolwiek jezioro Harsz oznaczało się dość dobrym natlenieniem całego słupa wody, od powierzchni do dna, tym niemniej zaznaczały się wyraźne różnice między epilimnionem i hypolimnionem. Ilość tlenu w epilimnionie wahała się w okresie letnim w granicach od 5,6 - 9,9 mg/l, podczas gdy w hypolimnione znajdowano w tym samym czasie 1,5 - 5,9 mg/l tlenu. W tak różnych warunkach termicznych i tlenowych można było oczekiwać różnic w pionowym rozmieszczeniu badanego zbiorowiska planktonowego. W celu ich uwypuklenia porównywano dwie skrajne warstwy: epi- i hypolimnion. Ze względu na stopniowo pogłębiający się latem zasięg epilimnionu, od 6 - 12 m z jednej strony, z drugiej zaś, na zmieniającą się w kolejnych terminach poboru prób miąższość hypolimnionu, w celu uzyskania materiałów porównywalnych w okresach stratyfikacji, brano pod uwagę słup wody zawsze o tej samej wielkości: warstwę od 0 - 5 m i od 20 - 40 m. Tym samym różnice termiczne i tlenowe między ograniczonym w ten sposób epilimnionem, (na co pozwalał ogólnie znany fakt rozwoju fitoplanktonu w jeziorach do głębokości około 3 m), a hypolimnionem, pogłębiały się. Temperatura w pięciometrowej warstwie wody wahała się w okresie prostej, letniej stratyfikacji (VII - IX) od 16,0 - 20,7°C, a zawartość tlenu od 7,1 - 9,9 mg/l. Podczas odwrotnej stratyfikacji zimowej pod lodem (I - IV), w górnej pięciometrowej warstwie wody notowano temperatury od 1,0 - 3,0°C, a ilości tlenu sięgały od 8,7 - 13,3 mg/l; natomiast w dolnej warstwie wody (20 - 40 m) temperatura wahała się od 2,6 - 3,2°C, natomiast ilość tlenu od 7,1 - 11,3 mg/l.

We wszystkich sezonach dają się zauważyć różnice między górną i dolną warstwą wody tak w obfitości planktonu, jak i w liczbie reprezentowanych jednostek taksonomicznych (tab. 10). Na uwagę zasługuje jednak fakt, że w każdym sezonie zbiorowisko planktonowe w obu porównywanych warstwach wykazywało podobny charakter jakościowy, nie ma więc podstaw do wyróżniania tu odrębnych facji. Dominanty bowiem, jako główne składniki decydujące o masie planktonu, występowały z reguły, wprawdzie niekiedy w różnej obfitości, tak w górnej, jak i w dolnej warstwie wody. Podobne stosunki obserwowano u większości form towarzyszących. Na większe urozmaicenie planktonu w górnych warstwach wpłynęły przede wszystkim przypadkowe komponenty, w małym tylko stopniu zwiększające jego masę.

Obraz pionowego rozmieszczenia planktonu kształtował się odmiennie w okresach prostej (wiosna — jesień) i odwrotnej (zima) stratyfikacji termicznej. We wszystkich okresach prostej stratyfikacji, górne warstwy wody posiadały bogatszy plankton roślinny i zwierzęcy, tak pod względem masy jak i składu gatunkowego. Największe jednak różnice, zwłaszcza w obfitości planktonu zaznaczyły się w okresie pełnej stratyfikacji termicznej latem (VII - IX). Miarą tych różnic w poszczególnych sezo-

nach jest stosunek sumarycznego współczynnika pokrycia (*P*) planktonu górnej do dolnej warstwy. Wynosi on (tab. 10): dla wiosny 1,1, dla lata 1,4, dla jesieni 1,2, dla zimy 0,7. Identyczne wartości stosunku otrzymuje się (z wyjątkiem zimy) przy uwzględnieniu tylko planktonu roślinnego.

W przeciwieństwie do okresów prostego uwarstwienia termicznego, podczas odwrotnej stratyfikacji zimą, dolne warstwy były nieco bogatsze w fitoplankton, a dużo bogatsze w zooplankton, który skupiał się w przydennych, lepiej nagrzanych i dobrze natlenionych partiach wody. Dotyczyło to głównie *Daphnia cristata cristata, Eudiaptomus graciloides, Cyclops kolensis* i *Bosmina longirostris* (tab. 11). Patalas (1963 a) badając pionowe rozmieszczenie skorupiaków planktonowych w kilku jeziorach Pojezierza Mazurskiego stwierdził, że zimą, kiedy jeziora były pokryte lodem, skorupiaki gromadziły się zazwyczaj w możliwie najgłębszych i najcieplejszych warstwach wody, jeśli pozwalały na to warunki tlenowe. W b-mezotroficznym jeziorze Gołdopiwo, w którym ilość tlenu w warstwach przydennych nie spadała poniżej 3,5 mg/l skupiały się one z reguły nad samym dnem.

Przechodząc do bardziej szczegółowej analizy, zwraca uwagę fakt, że wiosną (V - VI), pomimo że górne warstwy wody były ogólnie bogatsze w fitoplankton, zwłaszcza pod względem składu gatunkowego, to jednak okrzemki w większej masie występowały w warstwach dolnych. Przyczyna tej sytuacji leży w opadaniu w kierunku dna kilku z głównych składników wczesnowiosennego maksimum okrzemek po jego załamaniu, które przypadło na ten właśnie okres. Znacznie wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w hypolimnionie, niż w epilimnionie posiadały zanikające już w tym czasie następujące dominanty szczytu wczesnowiosennego (tab. 11): *Asterionella formosa, Melosira islandica* ssp. *helvetica, Fragilaria capucina* oraz obfita jeszcze wiosną *Fragilaria crotonensis*. Z pozostałych gromad, na ogół liczniej reprezentowanych w górnych warstwach wody, największe różnice w wielkości współczynnika pokrycia (*P*) i w bogactwie składu jakościowego wykazywały zielenice. Różnice te utrzymywały się również w okresie pełni lata, podczas którego poza okrzemkami i mało znaczącymi różnowiciowymi, inne grupy systematyczne, a zwłaszcza sinice występowały głównie w górnych warstwach wody. Wielkość współczynnika pokrycia (*P*) tych ostatnich była około dwukrotnie wyższa w epilimnionie, niż w hypolimnionie. Szczególnie dużo różniące się wartości współczynnika pokrycia (*P*) w obu tych warstwach wykazywały następujące dominanty: *Anabaena* sp. div., *Microcystis aeruginosa, Oscillatoria rubescens, Chroococcus limneticus, Aphanizomenon flos-aquae, Lyngbya limnetica, Ceratium hirundinella, Peridinium* sp. div., *Pseudosphaerocytis lacustris, Pandorina morum* i *Dictyosphaerium pulchellum*. Odmienny typ rozmieszczenia pionowego reprezentowały okrzemki. Obie porównywane warstwy posiadały podobną

masę okrzemek, na co wskazuje zbliżona wielkość ich sumarycznego współczynnika pokrycia (*P*), a taką samą liczbę jednostek taksonomicznych. W okresie jesiennym wprawdzie w dalszym ciągu warstwy górne zawierały bogatszy plankton, ale różnice te, jeśli chodzi o masę były już stosunkowo nieznaczne, co zapewne wiąże się ze stopniowo postępującą cyrkulacją jesienną. Pełne wymieszanie wody nastąpiło pod koniec listopada. Nieco obfitsze występowanie jesienią w górnych warstwach obserwowano w obrębie wszystkich gromad. Również główne dominanty tego okresu: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides, Asterionella formosa* i *Oscillatoria rubescens* wykazywały wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w górnych niż w dolnych partiach, aczkolwiek i w tych ostatnich były one wysokie. Szczególnie duże wahania obserwowano u *Coelosphaerium Naegelianum.*

W znacznie większym stopniu niż pod względem masy planktonu różniły się obie warstwy bogactwem składu gatunkowego glonów. W górnych partiach szczególnie urozmaicone były zielenice, zwłaszcza z rzędu *Chlorococcales,* co obserwowano podczas wszystkich okresów zaznaczającej się stratyfikacji termicznej.

Większe bogactwo planktonu roślinnego w epilimnionie w okresie od wiosny poprzez lato do jesieni, oceniane za pomocą współczynnika pokrycia (*P*), potwierdzają na ogół stratyfikowane badania chlorofilowe, ocena obfitości glonów uzyskana na podstawie ich liczebności oraz wilgotna objętość sestonu. Rozbieżne wyniki otrzymano dla okresu zimowego, przy czym istnieje zgodność z jednej strony między pomiarami wilgotnej objętości sestonu i szacunkiem masy planktonu za pomocą współczynnika pokrycia (*P*), na podstawie których dolne partie jeziora były nieco bogatsze w fitoplankton, z drugiej zaś strony między wynikami pomiarów chlorofilu a liczebnością glonów, które z kolei wskazują, że plankton roślinny gromadził się w tym czasie przede wszystkim w górnych partiach jeziora.

B. Eutroficzne jezioro Lemięt

1. Charakterystyka dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników planktonu

Eutroficzne jezioro Lemięt charakteryzowało się przybliżonym w obrębie fitoplanktonu stanem dominantów, subdominantów i adominantów (tab. 9), czym wyróżnia się spośród innych badanych jezior, w których przypadkowe składniki stanowiły najliczniejszą grupę. O masie planktonu decydowały tu jednak przede wszystkim dominanty. Wartość współczynnika pokrycia (*P*) dominujących komponentów fito- i zooplanktonu łącznie stanowiła 91,7% wielkości osiąganej przez cały plankton. W naj-

Tabela 12 — Table 12

Spektrum florystyczne i faunistyczne planktonu eutroficznego jeziora Lemięt — Floristic and faunistic spectrum of plankton in eutrophic lake Lemięt

Grupy taksonomiczne Taxonomical group	Wczesna wiosna Early spring 29.III–18.IV.1961			Wiosna — Spring 3.V–22.VI							Lato — Summer 6.VII–21.IX							Jesień — Autumn 11.X–13.XII			Zima — Winter 23.I–3.IV.1962							(P) Średnia roczna Average yearly 0–15 m
	cały słup wody the whole column of water 0–15 m			warstwa górna upper layer 0–2,5 m		warstwa dolna under layer 10–15 m		cały słup wody the whole column of water 0–15 m			warstwa górna upper layer 0–2,5 m		warstwa dolna under layer 10–15 m		cały słup wody the whole column of water 0–15 m			cały słup wody the whole column of water 0–15 m			warstwa górna upper layer 0–2,5 m		warstwa dolna under layer 10–15 m		cały słup wody the whole column of water 0–15 m			
	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	
Cyanophyceae	10	10	1 342	17	3 145	15	3 167	20	21	3 689	24	5 801	16	3 769	22	24	5 011	14	14	1 270	5	237	3	97	5	5	161	2 295
Euglenophyceae	2	3	19	6	46	5	20	4	7	34	7	110	8	71	4	8	99	5	11	157	4	20	3	60	3	5	39	70
Dinophyceae	3	3	150	5	1 917	3	1 400	5	5	1 720	6	2 851	5	2 543	5	6	2 738	5	6	418	2	100	1	75	2	2	108	1 026
Xanthophyceae	1	1	7	1	22	1	36	1	1	28	1	23	1	12	1	1	18	1	1	27	—	—	—	—	1	1	2	16
Chrysophyceae	1	1	19	7	1 112	6	548	5	7	878	6	828	5	480	4	6	693	1	2	9	—	—	—	—	—	—	—	320
Bacillariophyceae	31	35	6 598	28	4 766	28	5 030	30	35	4 927	30	3 767	32	4 124	31	37	3 949	35	42	5 730	10	793	8	937	10	12	1 194	4 480
Chlorophyceae	26	34	583	64	2 924	40	2 008	56	68	2 522	62	3 156	53	2 662	52	67	3 030	48	58	1 803	5	127	6	155	6	7	160	1 619
Volvocales	3	3	108	5	1 410	5	865	5	5	1 163	5	991	5	693	5	5	902	4	4	174	—	—	—	—	—	—	—	469
Chlorococcales	12	17	283	39	988	21	673	33	42	858	40	1 122	32	904	33	45	1 090	29	36	897	3	105	3	75	4	4	101	645
Conjugales	11	14	192	20	526	14	470	18	21	501	17	1 043	1065	1065	14	17	1044	15	18	732	2	22	3	80	2	3	59	505
Razem glony — Total algae	74	87	8 718	128	13 932	98	12 209	121	144	13 798	136	16 536	120	13 661	119	149	15 538	109	134	9 414	26	1 277	21	1 324	27	32	1 664	9 826
Mycophyta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	7	1	33	—	—	1	1	17	5
Razem fitoplankton Total phytoplankton	74	87	8 718	128	13 932	98	12 209	121	144	13 798	136	16 536	120	13 661	119	149	15 538	110	135	9 421	27	1 310	21	1 324	28	33	1 681	9 831
Rotatoria sp. div.	—	1	413	1	584	1	570	—	1	592	1	321	1	293	—	1	317	—	1	326	1	228	1	257	—	1	249	379
Copepoda + nauplii	4	4	2 959	4	4 036	4	1 697	4	4	2 958	3	1 927	4	1 369	4	4	1 780	5	5	2 929	3	2 052	3	1 560	3	3	1 876	2 500
Cladocera	2	2	50	5	1 222	3	472	5	5	916	3	850	4	958	4	4	927	4	4	1 877	2	100	2	335	4	4	219	798
Razem — Total zooplankton	6	7	3 422	10	5 842	8	2 739	9	10	4 466	7	3 098	9	2 620	8	9	3 024	9	10	5 132	6	2 380	6	2 152	7	8	2 344	3 677

A — liczba gatunków
number of species

B — liczba jednostek taksonomicznych
number of taxa

C — sumaryczny współczynnik pokrycia (P)
sum of coverage (P)

mniejszym stopniu na masę planktonu wpływały adominanty, stanowiące zaledwie 1,0%, a uwzględniając tylko glony — 1,4%.

Tak jak w jeziorze Harsz, zarówno wśród dominantów jak subdominantów i adominantów najliczniej reprezentowaną grupę stanowiły zielenice, zwłaszcza z rzędu *Chlorococcales*. Drugie miejsce zajmowały okrzemki, a trzecie sinice. Łącznie zielenice, okrzemki i sinice stanowiły wśród dominantów — 88,7%, subdominantów — 86,7%, adominantów — 83,0% form. Zwraca uwagę podobnie wysoki łączny udział zielenic, okrzemek i sinic we wszystkich trzech grupach stałości.

O masie fitoplanktonu w jeziorze Lemięt decydowały cztery następujące gromady: okrzemki, sinice, zielenice i bruzdnice, przy czym największe znaczenie posiadały okrzemki (tab. 12). Średnia roczna wartość współczynnika pokrycia (*P*) okrzemek stanowiła 45,5%; sinic 23,3%; zielenic 16,4%, a bruzdnic 10,4% wszystkich glonów. Łączny udział tych czterech gromad wynosił 95,6% masy planktonu roślinnego. Podobną kolejność ważności poszczególnych gromad fitoplanktonu stwierdzono również w obrębie dominantów. Natomiast wśród form towarzyszących i przypadkowych sinice nie odgrywały większej roli, ustępując miejsca złotowiciowcom, które na równi z okrzemkami, a nieco w mniejszym stopniu z zielenicami stanowiły główną ich masę.

W planktonie zwierzęcym najwyższą średnią roczną wartość współczynnika pokrycia (*P*) osiągnęły *Copepoda*+*nauplii* (2500), znacznie niższą *Cladocera* (798), a najniższą *Rotatoria* sp. div. (379). Widłonogi ze stadiami młodocianymi, posiadające zbliżoną do wioślarek liczbę reprezentantów stanowiły 68,0% masy zooplanktonu.

Podobnie jak w jeziorze Harsz dominujące składniki planktonu można podzielić na: 1) stałe dominanty; 2) okresowe dominanty.

Z 79 dominantów wyróżnionych w planktonie jeziora Lemięt tylko 5 form reprezentujących następujące grupy taksonomiczne dominowało we wszystkich sezonach (tab. 13): *Bacillariophyceae* 2, *Cyanophyceae* 1, *Copepoda* 1, *Rotatoria* sp. div. 1. Stałymi dominantami w planktonie roślinnym były: *Asterionella formosa, Oscillatoria Agardhii* i *Cyclotella comta,* w planktonie zwierzęcym — *Eudiaptomus graciloides* i *Rotatoria* sp. div. Z wymienionych stałych dominantów tylko jeden gatunek — *Oscillatoria Agardhii,* stojący na drugim po *Asterionella formosa* miejscu pod względem średniej rocznej wartości współczynnika pokrycia (*P*), spotkano wyłącznie w jeziorze Lemięt (rys. 9). Ze względu na ograniczony tylko do tego jeziora zasięg występowania oraz na wysoką wartość współczynnika pokrycia (*P*) — 693, *Oscillatoria Agardhii* posiada dużą wartość diagnostyczną, przez co może być uważana za gatunek wyróżniający dla zbiorowiska. Z pozostałych — *Asterionella formosa* i *Cyclotella comta* występowały w charakterze dominantów również w jeziorze Harsz, a *Cyclotella comta* spotykana była jako adominant także w dystroficznym jeziorze Smolak. Również *Eudiaptomus graciloides* i *Rota-*

Tabela 13 - Table 13

Dominanty i subdominanty w zbiorowisku planktonowym eutroficznego jeziora Lemięt

Dominants and subdominants in the plankton community of the eutrophic Lemięt lake

S - stopień stałości / degree of constancy P - współczynnik pokrycia / coefficient of coverage

Gatunki - Species	wczesna wiosna / early spring 29.III-19.IV 1961		wiosna / spring 3.V - 22.VI						lato / summer 6.VII - 21.IX						jesień / autumn 11.X-13.XII		zima / winter 21.I - 3.IV 1962						Średnia ważona / Weighted mean
	cały słup wody / the whole column of water 0 - 15 m, 12 prób / samples		warstwa górna / upper layer 0 - 2,5 m, 12 prób / samples		warstwa dolna / under layer 10 - 15 m, 8 prób / samples		cały słup wody / the whole column of water 0 - 15 m, 24 prób / samples		warstwa górna / upper layer 0 - 2,5 m, 18 prób / samples		warstwa dolna / under layer 10 - 15 m, 12 prób / samples		cały słup wody / the whole column of water 0 - 15 m, 36 prób / samples		cały słup wody / the whole column of water 0 - 15 m, 30 prób / samples		warstwa górna / upper layer 0 - 2,5 m, 6 prób / samples		warstwa dolna / under layer 10 - 15 m, 4 prób / samples		cały słup wody / the whole column of water 0 - 15 m, 12 prób / samples		
I. Fitoplankton / Phytoplankton																							
1. Dominanty / Dominants	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	
Asterionella formosa	V	2782	V	1417	V	1601	V	1476	V	698	V	560	V	646	V	2807	V	393	III	700	IV	566	1655
Oscillatoria Agardhii	V	882	V	797	V	712	V	786	V	1078	V	917	V	1012	V	726	V	83	II	25	IV	61	693
Cyclotella comta	V	350	V	152	V	179	V	162	IV	37	V	72	V	51	V	211	V	153	IV	57	V	416	238
Ceratium hirundinella	V	100	V	818	V	638	V	788	V	1500	V	1500	V	1500	IV	117	I	17	.	.	II	25	506
Microcystis aeruginosa	IV	172	V	949	V	727	V	853	V	1321	V	891	V	1171	V	234	III	115	II	57	II	77	501
Melosira ambigua	V	745	V	342	V	487	V	396	V	106	V	117	V	103	V	407	IV	50	II	25	III	42	339
Melosira granulata	IV	192	V	167	V	150	V	158	V	483	V	542	V	510	V	376	II	33	II	25	II	33	254
Peridinium Willei	II	42	V	541	V	375	V	462	IV	334	IV	301	IV	325	V	104	V	83	IV	75	V	83	203
Lyngbya limnetica	V	164	V	289	V	250	V	267	V	169	V	178	V	172	V	82	I	5	III	15	II	7	138
Closterium aciculare	II	25	V	100	IV	75	V	92	V	94	V	125	V	108	V	293	I	17	III	50	III	42	112
Stephanodiscus astraea var. minutulus	V	181	V	42	V	65	V	53	V	77	V	79	V	77	V	45	I	5	IV	57	III	33	78
Stephanodiscus astraea	V	82	V	53	V	47	V	53	V	116	V	119	V	121	V	98	III	15	.	.	II	7	72
Botryococcus Braunii	II	33	V	117	V	100	V	108	V	100	V	127	V	112	II	33	IV	67	II	25	III	58	69
Trachelomonas volvocina	III	15	III	17	I	4	II	11	V	29	IV	26	V	30	V	38	I	5	IV	22	II	10	21

Closterium acutum	IV	20	II	10	II	11	III	12	III	13	II	5	II	10	V	30	I	5	III	15	II	10	16
Fragilaria crotonensis	V	211	V	1278	V	1136	V	1261	V	1086	V	1108	V	1101	V	94	I	38	II	57	I	38	541
Synedra acus	V	289	V	228	V	217	V	220	V	228	V	250	V	239	V	201	.	.	II	7	I	2	190
Coelosphaerium Naegelianum	I	8	IV	75	III	50	IV	58	V	106	V	100	V	103	IV	63	I	17	.	.	I	8	48
Melosira granulata var. angustissima	I	2	III	30	III	32	III	30	V	78	V	65	V	77	V	42	.	.	II	7	I	5	31
Closterium acutum var. variabile	I	2	III	12	II	11	II	11	V	33	V	43	V	40	V	29	.	.	III	15	II	7	18
Trachelomonas volvocina var. punctata	I	2	II	10	.	.	II	6	IV	22	V	10	IV	18	V	40	I	5	V	30	III	18	17
Tribonema subtilissimum	II	7	IV	22	IV	36	IV	28	IV	23	III	12	IV	18	V	27	.	.	.	.	I	2	16
Gloeocystis planctonica	.	.	III	100	III	80	III	92	IV	67	II	33	III	58	IV	73	.	.	II	25	I	8	46
Trachelomonas rotunda	.	.	II	7	I	4	I	5	IV	20	I	3	II	12	IV	19	I	5	.	.	I	2	8
Diatoma elongatum	IV	172	V	269	V	201	V	240	V	251	V	250	V	260	III	427	.	.	.	.	.	.	220
Pandorina morum	III	42	V	442	V	412	V	429	V	433	V	308	V	397	IV	134	.	.	.	.	.	.	200
Fragilaria capucina	V	600	V	309	V	201	V	250	II	51	I	19	I	45	III	100	.	.	.	.	.	.	199
Dictyosphaerium pulchellum	V	100	V	167	V	137	V	163	V	200	V	183	V	194	III	110	.	.	.	.	.	.	113
Pseudosphaerocystis lacustris	I	8	V	401	IV	300	IV	363	IV	133	IV	117	IV	139	I	10	.	.	.	.	.	.	104
Synedra ulna	V	200	III	58	IV	62	III	58	II	22	II	33	II	31	V	184	.	.	.	.	.	.	95
Aphanizomenon flos-aquae	I	8	V	115	IV	87	V	102	V	287	V	130	V	223	I	11	.	.	.	.	.	.	69
Fragilaria virescens	V	100	IV	75	II	25	IV	62	IV	61	V	83	IV	67	V	111	.	.	.	.	.	.	68
Pediastrum boryanum	III	50	V	92	V	87	V	92	V	89	V	92	V	92	V	100	.	.	.	.	.	.	67
Pediastrum boryanum var. longicorne	III	42	III	50	IV	80	III	54	IV	67	IV	67	IV	64	V	153	.	.	.	.	.	.	63
Cosmarium depressum	I	2	V	28	III	15	IV	23	IV	27	IV	20	IV	23	II	9	.	.	.	.	.	.	11
Fragilaria pinnata	V	92	II	33	IV	62	III	50	II	28	III	50	II	39	III	57	.	.	.	.	.	.	48
Staurastrum paradoxum	I	5	V	65	V	70	V	68	V	55	V	68	V	61	V	59	.	.	.	.	.	.	39
Staurastrum contortum	I	2	V	65	V	47	V	55	IV	94	V	138	V	112	III	21	.	.	.	.	.	.	38
Melosira varians	III	52	I	8	II	37	I	17	I	11	I	8	I	8	V	90	.	.	.	.	.	.	33
Pediastrum duplex	I	8	III	42	II	25	II	33	III	44	II	33	II	33	V	87	.	.	.	.	.	.	32
Cymatopleura elliptica	III	58	I	8	.	.	I	8	I	6	II	25	I	11	IV	67	.	.	.	.	.	.	29
Closterium gracile	III	42	II	25	IV	62	III	42	I	11	.	.	I	5	III	50	.	.	.	.	.	.	28
Coelastrum microporum	I	2	IV	20	IV	19	IV	19	IV	23	IV	22	IV	23	II	16	.	.	.	.	.	.	12
Ankistrodesmus falcatus	I	2	III	17	I	4	III	14	IV	18	III	15	III	17	I	1	.	.	.	.	.	.	7
Ankistrodesmus falcatus var. acicularis f. longissima	III	2	III	2	V	3	IV	2	I	<1	I	<1	I	<1	I	<1	.	.	.	.	.	.	1
Ankistrodesmus acicularis	IV	2	II	1	II	1	II	1	II	1	I	<1	II	1	I	<1	.	.	.	.	.	.	1
Anabaena Lemmermanni	.	.	V	693	V	1170	V	1430	IV	1712	V	1047	V	1464	I	8	.	.	.	.	.	.	580
Peridinium cinctum	.	.	V	542	V	387	V	462	V	617	V	517	V	580	II	157	.	.	.	.	.	.	240
Attheya Zachariasi	.	.	II	176	II	150	II	163	V	321	V	366	V	341	I	40	.	.	.	.	.	.	109
Mougeotia sp.	.	.	I	8	.	.	I	4	V	483	V	452	V	473	II	53	.	.	.	.	.	.	106
Eudorina elegans	.	.	IV	367	II	58	III	212	IV	297	III	213	III	265	I	15	.	.	.	.	.	.	98
Pediastrum duplex var. clathratum	.	.	III	42	III	50	III	46	V	50	IV	75	V	84	V	87	.	.	.	.	.	.	43
Peridinium latum	.	.	I	8	.	.	I	4	V	167	III	100	IV	142	I	13	.	.	.	.	.	.	32
Gomphosphaeria lacustris	.	.	III	35	III	32	III	34	V	92	V	82	V	85	II	26	.	.	.	.	.	.	29
Chroococcus limneticus	.	.	III	42	III	50	III	42	IV	67	V	61	III	56	II	37	.	.	.	.	.	.	27
Staurastrum Chaetoceras	.	.	III	51	II	62	III	54	III	52	IV	67	III	51	II	27	.	.	.	.	.	.	26
Phacotus lenticularis	.	.	III	50	III	15	III	38	V	100	V	30	V	73	I	15	.	.	.	.	.	.	25
Kirchneriella obesa	.	.	I	8	.	.	I	4	IV	56	I	8	II	36	IV	80	.	.	.	.	.	.	24
Cosmarium protractum	.	.	II	33	I	12	II	25	IV	67	II	33	III	50	I	10	.	.	.	.	.	.	17
Scenedesmus quadricauda var. quadrispina	.	.	III	15	II	11	III	15	IV	23	V	25	V	24	II	12	.	.	.	.	.	.	10
Oocystis parva	.	.	III	12	II	8	III	12	IV	18	III	17	III	17	II	9	.	.	.	.	.	.	8
Oocystis Borgei	.	.	II	10	I	4	II	7	V	30	III	12	IV	23	I	8	.	.	.	.	.	.	8
Scenedesmus bijugatus	.	.	IV	20	.	.	III	14	IV	18	III	12	III	17	I	3	.	.	.	.	.	.	7
Oocystis pusilla	.	.	III	15	I	4	II	10	IV	22	III	17	IV	21	I	6	.	.	.	.	.	.	7
Scenedesmus arcuatus	.	.	III	15	I	4	II	9	IV	22	II	7	III	16	I	6	.	.	.	.	.	.	6

Tetraspora imperfecta	III	58	IV	150	IV	80	IV	121	II	28	II	25	II	28	.	.	.	.	.	.	.	.	41
Ankistrodesmus falcatus var. setiformis f. brevis	II	<1	IV	2	V	3	IV	2	II	1	III	1	III	1	III	1	.	.	.	.	.	.	1
Anabaena spiroides	.	.	I	19	I	29	I	19	IV	506	IV	232	V	388	.	.	.	.	.	.	.	.	81
Anabaena planctonica	.	.	II	25	.	.	I	17	IV	228	II	33	IV	156	.	.	.	.	.	.	.	.	35
Aphanizomenon Issatschenkoi	.	.	.	.	I	4	I	1	V	57	III	35	V	45	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Oscillatoria planctonica	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	18	III	12	III	16	I	1	.	.	.	.	.	.	3
2. Subdominanty Subdominants																							
Gyrosigma attenuatum	III	115	I	19	II	86	II	57	.	.	I	38	I	13	III	107	I	38	.	.	I	19	62
Peridinium Volzii	I	8	I	8	.	.	I	4	II	155	II	125	II	144	I	10	.	.	.	.	.	.	33
Gomphosphaeria aponina	I	17	II	25	.	.	I	12	III	67	II	33	III	58	III	57	.	.	.	.	.	.	29
Gyrosigma acuminatum	I	38	.	.	II	86	I	29	.	.	I	38	I	19	I	38	.	.	.	.	.	.	25
Fragilaria brevistriata	III	42	I	17	III	50	III	42	I	11	II	33	I	17	II	33	.	.	.	.	.	.	27
Closterium moniliferum	I	19	.	.	.	.	I	9	I	13	I	38	I	19	II	61	.	.	.	.	.	.	22
Amphora ovalis	I	8	.	.	III	41	I	14	II	11	III	42	II	25	II	33	.	.	.	.	.	.	16
Closterium pronum	II	33	.	.	.	.	I	1	I	17	I	8	I	14	II	23	.	.	.	.	.	.	14
Pediastrum duplex var. reticulatum	I	8	I	8	.	.	I	4	II	28	II	33	II	25	I	7	.	.	.	.	.	.	9
Campylediscus noricus var. hibernicus	I	8	I	8	.	.	I	4	.	.	III	50	I	19	I	10	.	.	.	.	.	.	8
Navicula pupula var. elliptica	III	12	I	2	.	.	I	3	.	.	.	.	I	2	I	1	.	.	.	.	.	.	4
Quadrigula lacustris	.	.	III	50	II	37	III	42	III	50	I	8	II	30	II	40	II	33	II	25	II	33	29
Trachelomonas hispida var. coronata	.	.	I	5	.	.	I	2	II	17	I	8	II	15	III	25	.	.	.	.	I	2	9
Cosmarium margaritiferum	.	.	I	8	II	25	I	17	II	39	III	42	III	42	I	20	.	.	.	.	.	.	16
Sphaerocystis Schrosteri	.	.	III	50	.	.	II	29	II	33	.	.	II	22	I	13	.	.	.	.	.	.	13
Dictyosphaerium Ehrenbergianum	.	.	I	17	.	.	I	8	III	47	II	25	III	42	I	10	.	.	.	.	.	.	12
Mallomonas tonsurata	.	.	III	36	II	11	III	27	II	26	II	7	II	19	I	5	.	.	.	.	.	.	10
Coelastrum reticulatum	.	.	II	25	.	.	I	17	II	22	III	50	II	31	I	3	.	.	.	.	.	.	10
Trachelomonas hispida	.	.	I	5	I	4	I	5	III	13	III	15	III	16	III	13	.	.	.	.	.	.	7
Melosira granulata var. angustissima f. curvata	.	.	II	7	II	8	II	7	II	10	III	17	III	14	I	8	.	.	.	.	.	.	6
Campylodiscus noricus	.	.	.	.	II	25	I	17	.	.	.	.	.	.	I	3	.	.	.	.	.	.	4
Gloeocystis gigas	.	.	II	25	.	.	I	12	I	6	.	.	I	3	I	7	.	.	.	.	.	.	4
Cosmarium subprotumidum var. Gregorii	.	.	II	7	.	.	I	4	III	13	I	5	II	10	I	2	.	.	.	.	.	.	3
Cosmarium depressum var. achondrum	.	.	II	10	I	4	II	7	II	10	I	5	II	7	I	2	.	.	.	.	.	.	3
Scenedesmus longus	.	.	.	.	II	7	I	2	I	2	II	7	I	3	II	10	.	.	.	.	.	.	3
Scenedesmus armatus	.	.	I	5	.	.	I	2	II	7	I	2	I	5	I	2	.	.	.	.	.	.	2
Golenkinia paucispina	.	.	II	7	II	8	II	6	I	2	.	.	I	1	I	5	.	.	.	.	.	.	2
Chroococcus turgidus	.	.	.	.	I	4	I	1	II	7	I	3	I	4	I	1	.	.	.	.	.	.	1
Nitzschia sigmoidea	III	58	I	17	II	25	II	21	.	.	.	.	.	.	I	13	I	17	.	.	I	8	20
Closterium Pritchardianum	I	19	I	38	II	57	I	38	.	.	.	.	.	.	I	31	.	.	.	.	.	.	18
Oscillatoria guttulata	III	58	.	.	II	25	I	12	.	.	.	.	.	.	I	20	.	.	.	.	.	.	18
Cymbella lanceolata	II	36	II	25	I	12	II	34	.	.	III	58	II	28	.	.	.	.	.	.	.	.	20
Dactylococcopsis rhaphidioides	III	15	II	7	II	11	II	10	I	5	I	5	I	6	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Scenedesmus quadricauda	I	2	II	7	.	.	II	6	III	17	I	5	III	12	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Tetraedron minimum	I	2	I	5	.	.	I	4	II	7	I	5	I	5	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Dinobryon sociale	.	.	III	388	II	263	II	340	III	329	II	265	III	323	.	.	.	.	.	.	.	.	133
Dinobryon sociale var. stipitatum	.	.	III	388	II	204	II	320	II	427	I	167	II	308	.	.	.	.	.	.	.	.	126
Oocystis elliptica	.	.	I	3	.	.	I	1	II	7	.	.	I	33	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Radiocystis geminata	.	.	I	8	I	12	I	12	II	29	.	.	I	19	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Scenedesmus bijugatus var. alternans	.	.	I	2	.	.	I	1	II	8	.	.	I	4	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Surirella biseriata var. bifrons	.	.	I	8	II	25	I	17	.	.	.	.	.	.	I	10	.	.	.	.	.	.	5
Glenodinium sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	78	.	.	I	47	I	17	.	.	.	.	.	.	13

Melosira Binderana	.	.	.	.	.	.	.	.	I	6	I	8	I	6	I	10	III	50	.	.	II	25	8
Trachelomonas hispida var. spinulosa	.	.	.	.	.	.	.	.	II	7	I	3	I	5	III	13	I	5	II	7	II	7	5
Cyclotella Meneghiniana	.	.	.	.	.	.	.	.	II	8	.	.	I	5	I	3	.	.	.	.	.	.	2
Elaktothrix gelatinosa	II	25	I	17	.	.	I	12	.	.	.	.	.	.	I	3	.	.	.	.	.	.	8
Staurastrum tetracerum var. validum	I	2	III	29	II	7	II	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Ankistrodesmus falcatus var. setiformis f. elongata	I	<1	I	<1	II	1	I	<1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<1
Fragilaria intermedia	II	25	.	.	.	.	.	.	I	6	.	.	I	3	I	7	.	.	.	.	.	.	7
Fragilaria capucina var. mesolepta	III	42	.	.	.	.	.	.	I	6	.	.	I	3	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Cymbella helvetica var. balatonis	I	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	33	.	.	.	.	.	.	8
Fragilaria capucina var. lanceolata	II	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Cyclotella operculata	III	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Marssoniella elegans	II	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Ankistrodesmus falcatus var. spirilliformis	.	.	II	1	.	.	I	<1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<1
Anabaena sp.	.	.	II	25	.	.	I	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Aphanothece nidulans	.	.	II	25	.	.	I	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Asterionella formosa var. acaroides	.	.	.	.	.	.	.	.	II	26	I	38	I	32	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Oscillatoria Redekei	.	.	.	.	.	.	.	.	II	12	II	10	II	11	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Oscillatoria lacustris	.	.	.	.	.	.	.	.	II	7	.	.	I	5	.	.	.	.	.	.	.	.	1
II. Zooplankton																							
1. Dominanty Dominants																							
Eudiaptomus graciloides	V	798	V	1525	V	547	V	1220	V	572	V	369	V	501	V	1445	V	1285	IV	917	V	1135	1020
Rotatoria sp. div.	V	413	V	584	V	570	V	592	V	321	V	293	V	317	V	326	V	228	V	257	V	249	379
Mesocyclops oithonoides	V	708	V	802	V	370	V	680	V	437	V	370	V	403	II	111	II	123	III	185	III	154	411
Daphnia cucullata	I	31	V	677	II	138	IV	461	V	491	V	400	V	450	V	1421	I	62	IV	277	III	154	503
Cyclops vicinus	V	674	III	185	III	185	III	211	.	.	I	31	I	10	V	345	II	123	III	185	III	154	279
Mesocyclops leuckarti	IV	460	V	1109	V	370	V	498	V	674	V	431	V	643	III	780	.	.	.	.	.	.	476
Chydorus sphaericus	.	.	I	17	.	.	I	8	IV	94	III	42	III	75	IV	70	.	.	.	.	I	8	32
Daphnia longispina hyalina	.	.	I	62	III	276	II	154	.	.	V	339	II	123	III	271	.	.	.	.	.	.	110
Nauplius	V	319	V	415	V	225	V	349	V	244	IV	168	V	223	V	236	V	520	V	272	V	433	312
2. Subdominanty Subdominants																							
Bosmina longirostris	I	19	III	289	II	58	III	183	.	.	.	.	.	.	.	.	I	38	.	.	I	38	48
Leptodora kindti	.	.	II	177	.	.	II	110	III	265	II	177	III	279	.	.	.	.	.	.	.	.	78
Bosmina coregoni crassicornis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	115	.	.	II	57	I	19	27

toria sp. div. reprezentowały grupę dominantów w innych badanych jeziorach.

Oscillatoria Agardhii, najbardziej charakterystyczny gatunek z glonów jeziora Lemięt, podawany w kluczach (Huber-Pestalozzi 1938, Elenkin 1949, Starmach 1966) jako pospolicie występujący na dnie i w planktonie stawów i jezior, tworzący nierzadko intensywne zakwity wody, spotykany był już wcześniej na terenie Polski, ale na podstawie dostępnej literatury nie wydaje się aby cechował się on szerokim rozpowszechnieniem w kraju. Bogate zestawienie składu gatunkowego glonów ze stosunkowo najlepiej pod tym względem poznanych zbiorników różnego typu położonych na obszarze Polski południowej (Siemińska A., Siemińska J. 1967) nie podaje tego gatunku. Na Pojezierzu Mazurskim po raz pierwszy *Oscillatoria Agardhii* znalazł Bohr (1965) badając plankton eutroficznego jeziora Kortowskiego, zlokalizowanego w okolicy Olsztyna. Po raz drugi stwierdzono tę sinicę w badanym tylko latem b-mezotroficznym jeziorze Ruda Woda (materiały własne nie opublikowane), gdzie stanowiła liczny składnik planktonu. W jeziorze Lemięt w rocznym cyklu rozwojowym *Oscillatoria Agardhii* zaznaczył się wybitny wzrost jej liczebności w okresie od lipca do września, z maksimum przypadającym na sierpień, przy temperaturze epilimnionu 16,7°C.

Ogromna większość dominantów wyróżnionych w planktonie jeziora Lemięt, bo 74, charakteryzowała się okresowością dominacji. W skład okresowych dominantów wchodziły formy spotykane podczas całego roku oraz pojawiające się nie we wszystkich sezonach. Wśród tych ostatnich, przeważających, zwraca uwagę brak form ograniczonych tylko do jednej pory roku, form krótkotrwałych.

Dominujące składniki planktonu reprezentowały w poszczególnych sezonach następujące grupy systematyczne:

	wczesna wiosna	wiosna	lato	jesień	zima
Cyanophyceae	3	6	10	4	1
Euglenophyceae	—	—	2	3	—
Dinophyceae	1	3	4	2	1
Xanthophyceae	—	1	1	1	—
Bacillariophyceae	13	11	12	13	2
Chlorophyceae	3	13	18	11	—
Rotatoria sp. div.	1	1	1	1	1
Copepoda	4	3	3	2	1
Cladocera	—	1	1	2	—
Razem	25	39	52	39	6

Na okres od wiosny do jesieni przypadała szczególnie wysoka liczba dominantów. Zwraca uwagę fakt, że poza okresem zimowym, ogólnie

ubogim w dominanty, w pozostałych sezonach licznie reprezentowane były wśród nich okrzemki, które w cieplejszych porach roku ustępowały przed przewagą liczebną zielenic, szczególnie silnie zaznaczającą się latem. Podczas lata w charakterze dominantów występowały również liczniej gatunki sinic, zajmując trzecie po zielenicach i okrzemkach miejsce.

Poszczególne sezony różniły się nie tylko ogólną liczbą dominantów oraz ich liczbą w obrębie różnych grup taksonomicznych, ale także zmianom ulegały wartości współczynnika pokrycia (*P*) stałych i okresowych dominantów, a także gatunki dominujące o najwyższych wartościach współczynnika pokrycia (*P*) były niekiedy odmienne. Różnice te upoważniają do wyodrębnienia aspektów sezonowych zbiorowiska. Przyjęto, że z wyróżnionych w poszczególnych sezonach roku dominantów (tab. 13), wartość wskaźnikową dla aspektów sezonowych mają tylko te spośród nich, które cechowały się najwyższym współczynnikiem pokrycia (*P*).

Największą wartość wskaźnikową dla wyróżnienia sezonowych aspektów miały reprezentowane przez największą liczbę gatunków i obecne w każdej porze roku okrzemki, natomiast sinice i bruzdnice mogły stanowić podstawę dla ustalenia aspektów sezonowych tylko cieplejszych okresów roku.

Spośród stałych i okresowych dominantów cechujących się najwyższymi wartościami współczynnika pokrycia (*P*) tylko dwa gatunki — *Oscillatoria Agardhii* oraz *Cyclops vicinus* wykazywały ograniczony wyłącznie do jeziora Lemięt zasięg występowania (rys. 9). Z tego też względu, oba gatunki, pomimo że *Cyclops vicinus* nie w każdym sezonie występował w charakterze dominanta, mają największą wartość diagnostyczną dla zbiorowiska planktonowego tego jeziora i mogą stanowić podstawę dla ustalenia jego nazwy.

Dla zbiorowiska planktonowego w eutroficznym jeziorze Lemięt proponuje się nazwę wyrażającą stałe i nierzadko liczne występowanie gatunków o znacznej wartości wskaźnikowej: *Oscillatoria Agardhii + Cyclops vicinus.*

W systematyce Symoensa (1951 b) zbiorowisko to należałoby zaliczyć do związku obejmującego zespoły planktonowe eutroficznych wód z przewagą sinic, okrzemek i zielenic — *Cyano-Bacillariophycion planctonicum eutrophicum.*

Roślinne i zwierzęce dominanty łącznie stanowiły w różnych sezonach od 62,4% (w zimie) do 86,4% (wczesną wiosną) wartości współczynnika pokrycia (*P*), obliczonego dla całego planktonu, a dominanty fitoplanktonu od 67,0% (zimą) do 85,2% (wczesną wiosną) masy glonów. Stosunkowo nieliczna więc grupa, jaką stanowiły dominanty (36,9% ogólnej liczby jednostek taksonomicznych), we wszystkich porach roku decydowała o masie planktonu roślinnego i zwierzęcego.

Największe znaczenie wśród nich posiadały, z wyjątkiem okresu letniego — okrzemki. Ich współczynnik pokrycia (*P*) wynosił w różnych se-

zonach od 27,4% (latem) do 87,2% (zimą) wartości ogółu dominantów fitoplanktonu. Szczególnie duży był udział okrzemek w zimniejszych porach roku — wczesną wiosną, jesienią i zimą. Drugie miejsce wśród dominujących glonów zajmowały sinice, które w przeciwieństwie do okrzemek, dużą rolę odgrywały w cieplejszych okresach — wiosną i latem. Stanowiły one w poszczególnych porach roku od 5,4% (zimą) do 36,8% (latem) masy dominujących składników planktonu roślinnego. Z pozostałych grup systematycznych tylko bruzdnice i zielenice doszły do większego znaczenia w okresach wyższych temperatur. Najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) osiągnęły bruzdnice wiosną i latem — ich udział wówczas wynosił 15,4% i 19,5%. Zielenice natomiast zwiększały w pokaźnym stopniu masę dominujących glonów przez dłuższy okres czasu — od wiosny do jesieni, stanowiąc 13,8 - 15,8%.

Na masę dominujących zwierzęcych organizmów planktonowych podczas całego roku w największym stopniu wpływała grupa *Copepoda*. Udział jej wynosił w poszczególnych sezonach od 49,6% (jesienią) do 96,4% (zimą).

Formy o III i II stopniu stałości — subdominanty, spotkane w planktonie jeziora Lemięt w liczbie 63, reprezentowały w poszczególnych sezonach roku następujące grupy taksonomiczne: *Cyanophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Xanthophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Copepoda* i *Cladocera*.

Najwięcej form towarzyszących, zwłaszcza z grupy zielenic, obserwowano podczas wiosny (46) i lata (42), najuboższym w subdominanty był okres zimowy (19). Najliczniej reprezentowane były podczas całego roku zielenice, a z pozostałych grup systematycznych tylko okrzemki posiadały więcej od innych przedstawicieli, zwłaszcza wczesną wiosną. Towarzyszące komponenty planktonu, tworzące najmniej liczną grupę (29,4% ogólnej liczby jednostek taksonomicznych znalezionych w planktonie roślinnym i zwierzęcym) zajmowały drugie po dominantach miejsce pod względem wielkości współczynnika pokrycia (*P*). Udział ich w stosunku do masy całego planktonu wahał się w poszczególnych sezonach od 8,2% wczesną wiosną do 22,3% zimą, a rozważając wyłącznie fitoplankton od 10,3% do 25,5%. Największe znaczenie wśród towarzyszących form odgrywały w planktonie roślinnym jeziora Lemięt następujące grupy: zielenice, okrzemki i złotowiciowce. W stosunku do masy jaką tworzyły w poszczególnych sezonach towarzyszące formy glonów wszystkich grup systematycznych, udział zielenic wahał się w granicach od 29,8% jesienią do 42,4% latem; okrzemek od 7,1% latem do 49,6% wczesną wiosną i jesienią; złotowiciowców od 33,3% wiosną do 33,6% latem.

Niewielki udział subdominantów zwierzęcych w stosunku do masy całego zooplanktonu (14,7% - 24,9%) utrzymywał się podczas całego okresu badań.

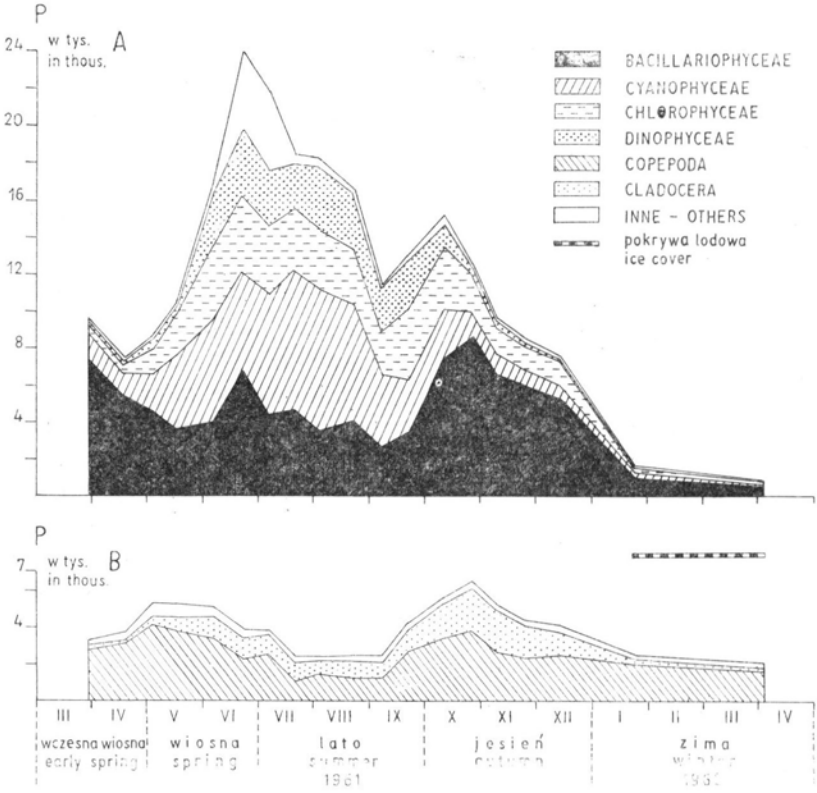
Z grupy form towarzyszących, tylko jeden gatunek, nie będący zresztą

organizmem planktonowym — *Gyrosigma attenuatum* spotykano podczas całego roku, a tylko 9 form ograniczało się do występowania podczas jednego sezonu: *Fragilaria capucina* var. *lanceolata, Cyclotella operculata* i *Marssoniella elegans* notowano wyłącznie wczesną wiosną; *Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis, Aphanothece nidulans* obserwowano tylko wiosną, a *Asterionella formosa* var. *acaroides, Oscillatoria Redekei* i *Oscillatoria lacustris* występowały jedynie latem. Znakomita większość form stanowiła bardziej stałe komponenty planktonu, spotykane od wczesnej wiosny, aż do okresu wytworzenia się pokrywy lodowej, względnie od wiosny do jesieni. Wielkości współczynnika pokrycia (*P*), jakie osiągały poszczególne formy towarzyszące w różnych okresach roku były z reguły bardzo niskie i w przypadku glonów tylko wyjątkowo przekraczały wartość 100 (latem — *Peridinium Volzii*; wiosną i latem — *Dinobryon sociale* i *D. sociale* var. *stipitatum*). Grupa ta bowiem obejmowała wprawdzie stosunkowo często spotykane organizmy (21 - 60% prób), ale najczęściej w niewielkiej liczbie osobników, względnie ich wymiary były niekiedy bardzo małe. I tak np. wczesną wiosną obserwowano podczas jednego tylko połowu wybitną liczbę komórek *Cyclotella operculata*, która zadecydowała o wystąpieniu maksimum wiosennego okrzemek, ze względu jednak na jej krótkotrwały pojaw i bardzo małe wymiary komórek, gatunek ten nie osiągnął właściwego mu znaczenia. Tym niemniej grupa form towarzyszących ma pewne znaczenie przy określaniu aspektów sezonowych: uwypukla w różnych porach roku znaczenie poszczególnych grup systematycznych przez wzbogacanie w nierównym stopniu ich składu gatunkowego oraz przez zwiększenie ich współczynnika pokrycia (*P*), co szczególnie wyraźnie daje się zauważyć w cieplejszych sezonach w odniesieniu do zielenic.

Formy przypadkowe w planktonie jeziora Lemięt nie tworzyły tak licznej grupy jak w jeziorze Harsz, stanowiły one tylko 33,6% ogólnej liczby taksonów. Ich udział liczbowy w różnych porach roku wahał się od 39,4% (zimą) do 53,3% (jesienią). Adominanty w wybitnie małym stopniu wpływały na masę planktonu. Wielkość ich współczynnika pokrycia (*P*) stanowiła w różnych sezonach zaledwie 2,8 - 4,6% wartości wszystkich organizmów planktonowych roślinnych i zwierzęcych łącznie. Wśród przypadkowych komponentów niemal przez cały rok przeważały zarówno pod względem liczby jak i masy dwie grupy: zielenice, szczególnie bogate gatunkowo i okrzemki. Podczas cieplejszych sezonów, wiosną i latem zwiększało się również znaczenie sinic i złotowiciowców. Grupa akcesorycznych składników w planktonie jeziora Lemięt, podobnie jak i w jeziorze Harsz, obejmowała obok wielu właściwych form planktonowych, reprezentowanych najczęściej przez pojedyncze osobniki, szereg gatunków, dla których pelagial nie jest właściwym środowiskiem życia, a które podniesione z mułu dna, lub oderwane z roślin wyższych na skutek ruchów mas wodnych znalazły się tam przypadkowo.

2. Sezonowe zmiany ilościowe i jakościowe

W rocznym cyklu rozwojowym w zbiorowisku planktonowym jeziora Lemięt obserwowano jedno maksimum obfitości glonów — maksimum letnie (rys. 14). Rozpoczęło się ono pod koniec wiosny (VI) i trwało przez znaczną część lata (VII - VIII). Najuboższy plankton roślinny znajdowano zimą (I - IV), kiedy jezioro pokrywał lód.



Rys. 14. Sezonowe zmiany w ilości i składzie fitoplanktonu (A) w warstwie górnej (0 - 2,5 m) i zooplanktonu (B) w całym słupie wody (0 - 15 m) eutroficznego jeziora Lemięt. Ilość wyrażono współczynnikiem pokrycia (*P*)

Quantitative and qualitative seasonal changes of phytoplankton (A) in the upper layer (0 - 2,5 m), and of zooplankton (B) in the whole column of water (0 - 15 m) in eutrophic lake Lemięt. Quantity expressed by the coefficient of coverage (*P*)

O wystąpieniu letniego maksimum fitoplanktonu, któremu towarzyszyły wysokie temperatury epilimnionu, wahające się w granicach 16,7 - 21,0°C zadecydowało kilka grup taksonomicznych — przede wszystkim sinice, w mniejszym stopniu okrzemki, zielenice i bruzdnice. Szczytowy punkt rozwoju nastąpił w czerwcu przy temperaturze epilimnionu 18,8 - 19,2°C. Wielkość współczynnika pokrycia (*P*) sinic podczas letniego wzrostu masy planktonu roślinnego (VI - VIII) wahała się od 22,0 - 41,2%;

okrzemek od 19,4 - 28,7%; zielenic 16,9 - 23,8%; bruzdnic od 13,4 - 18,8% wartości obliczonej dla całego fitoplanktonu.

Na okres letni przypadło nie tylko maksimum rozwoju planktonu roślinnego jako całości, ale również, poza okrzemkami najważniejszych jego gromad. Uszeregowane według malejącej wartości współczynnika pokrycia (*P*) zajmują kolejno miejsca (tab. 12): *Cyanophyceae* (5801); *Bacillariophyceae* (3767); *Chlorophyceae* (3156), spośród których *Chlorococcales* (1122) przeważały nad *Conjugales* (1043) i *Volvocales* (991); *Dinophyceae* (2851); *Chrysophyceae* (828). Niskie wartości współczynnika pokrycia (*P*) *Euglenophyceae* (110) i *Xanthophyceae* (23) obrazują mały ich udział w masie planktonu roślinnego podczas lata.

Spośród licznych komponentów letniego fitoplanktonu, niektóre osiągały szczególnie wysokie wartości współczynnika pokrycia (*P*). Największy udział w masie planktonu wykazywał podczas lata zbiorczo ujęty rodzaj *Anabaena* sp. div. (tab. 13), stanowiący w sierpniu 21,0%, a który do dużego znaczenia doszedł już wcześniej wiosną (rys. 15). Pokaźny był również udział takich form, jak *Dinobryon* sp. div. (18,5%), *Ceratium hirundinella* (13,0%), *Microcystis aeruginosa* (11,5%) i *Peridinium* sp. div. (10,0%). Liczby w nawiasach określają najwyższy udział w kolejnych terminach poboru prób podczas okresu letniego.

Począwszy od drugiej połowy października miał miejsce stopniowy spadek obfitości fitoplanktonu, aż do osiągnięcia minimum podczas zimy, kiedy na powierzchni jeziora zaległ lód, utrzymujący się od stycznia do początku kwietnia. W okresie jesiennym obserwowano postępujący zanik bruzdnic, sinic, złotowiciowców i zielenic, a wzrost, szczególnie wyraźny w październiku — okrzemek, które w tym właśnie czasie, przy wyrównanej w całym słupie wody temperaturze 12,5°C, osiągnęły swoje najwyższe maksimum. Pierwsze maksimum okrzemek, nieco niższe od jesiennego, nastąpiło wczesną wiosną, pod koniec marca, przy temperaturze 5,4°C. Oba maksima wywołane były przede wszystkim wzrostem obfitości jednego gatunku — *Asterionella formosa* (rys. 15), który wczesną wiosną stanowił 36,5%, a jesienią, w szczytowym punkcie maksimum okrzemek — 26,0% wartości współczynnika pokrycia (*P*) całego planktonu roślinnego. Udział okrzemek był znaczny również podczas cieplejszych okresów roku — wiosną i latem, a to przede wszystkim na skutek bujnego rozwoju *Fragilaria crotonensis*. Najwyższy jej udział (13,0%) notowano jednak podczas jesiennego maksimum okrzemek, kiedy obok *Asterionella formosa* stanowiła dominujący składnik tej gromady.

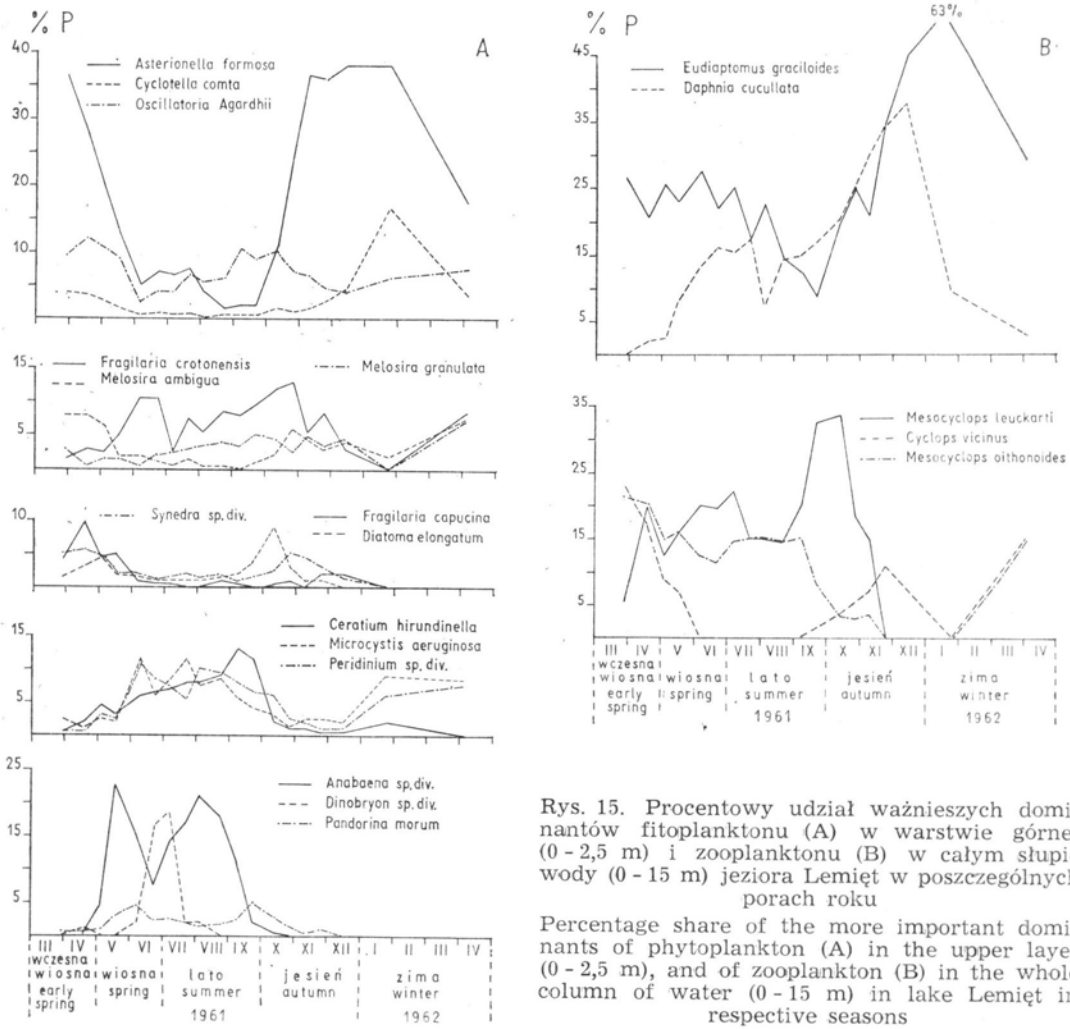
W ubogim zimowym, głównie okrzemkowym planktonie najważniejszym dominantem pozostawała w dalszym ciągu *Asterionella formosa* obok gatunków mających mniejsze znaczenie takich, jak *Oscillatoria Agardhii, Cyclotella comta* i innych.

Podczas letniego wzrostu masy planktonu roślinnego, zawartość soli mineralnych, oceniana jako średnia, spadała do najniższych wartości zna-

lezionych podczas całego cyklu badań (tab. 2). Najwyższą natomiast zasobność w sole mineralne notowano wczesną wiosną przy średniej i zimą przy bardzo niskiej masie fitoplanktonu. Wczesną wiosną najwyższe wartości podczas całego okresu badań osiągały węglany i siarczany, zimą natomiast sód, potas, fosforany, azotany, magnez i krzem.

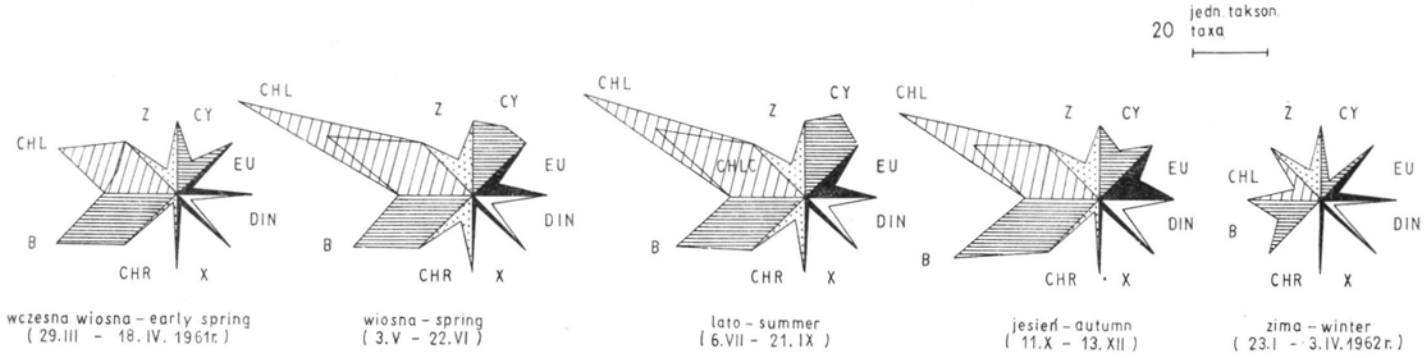
Zasobność w sole mineralne jeziora Lemięt, zwłaszcza jego warstw przydennych była ogólnie ujmując znacznie wyższa od znalezionej w jeziorze Harsz. Dotyczyło to głównie fosforanów, azotanów w różnej postaci, krzemu, siarczanów i węglanów.

Równocześnie z postępującymi sukcesywnie sezonowymi zmianami w masie oraz w charakterze jakościowym planktonu, zmianom ulegała również ogólna liczba komponentów fitoplanktonu, a także jego skład



Rys. 15. Procentowy udział ważnieszych dominantów fitoplanktonu (A) w warstwie górnej (0 - 2,5 m) i zooplanktonu (B) w całym słupie wody (0 - 15 m) jeziora Lemięt w poszczególnych porach roku

Percentage share of the more important dominants of phytoplankton (A) in the upper layer (0 - 2,5 m), and of zooplankton (B) in the whole column of water (0 - 15 m) in lake Lemięt in respective seasons



Rys. 16. Jakościowy skład planktonu jeziora Lemięt w różnych sezonach roku. Wykresy skonstruowane wg metody Mauchy (1932) ilustrują udział jednostek taksonomicznych w poszczególnych grupach planktonu

Qualitative composition of plankton in lake Lemięt in different seasons. Diagrams constructed according to the Mauchа's method (1932) express the share of taxa in the respective groups of plankton

gatunkowy (rys. 16). Najbogatszy skład gatunkowy notowano w okresach, kiedy plankton roślinny osiągał najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*), tzn. pod koniec wiosny (VI) i przez całe lato. I odwrotnie, najuboższy w gatunki plankton znajdowano podczas największego minimum masy fitoplanktonu — zimą, pod lodem. Trzy gromady decydowały o bogactwie składu gatunkowego planktonu roślinnego jeziora Lemięt: przede wszystkim zielenice, w dużo mniejszym stopniu okrzemki i sinice. Na kierunek sezonowych zmian ogólnej liczby komponentów fitoplanktonu wpływały, podobnie jak w jeziorze Harsz, głównie zielenice, przede wszystkim z rzędu *Chlorococcales*, które spośród reprezentowanych gromad ulegały największym wahaniom sezonowym. Duże zróżnicowanie gatunkowe zielenic utrzymywało się przez znaczną część okresu wegetacyjnego, a mianowicie od czerwca do pierwszej połowy października przy temperaturach epilimnionu wahających się w granicach od 22,2 - 12,5°C. Z postępującym w drugiej połowie października spadkiem temperatury do 10,5°C obserwowano zanikanie szeregu gatunków zielenic, pogłębiające się sukcesywnie aż do okresu pokrycia lodem, kiedy w planktonie spotykano już tylko pojedyncze gatunki tej gromady. Najsilniej zróżnicowanymi w obrębie zielenic były następujące rodzaje: *Scenedesmus, Pediastrum, Ankistrodesmus* oraz *Closterium* i *Cosmarium*. Podobnie jak zielenice, również i inne gromady wykazywały na ogół większe bogactwo gatunkowe w cieplejszych sezonach roku, zwłaszcza latem, a zubożenie jesienią i zimą. Wyjątek stanowiły tylko urozmaicone jakościowo okrzemki, które w przeciwieństwie do wszystkich innych gromad, wykazywały podobny stan liczbowy jednostek taksonomicznych podczas całego okresu wegetacyjnego (rys. 16).

Podobnie jak w jeziorze Harsz, tak i w jeziorze Lemięt obraz zmian ilościowych w cyklu rocznym całego planktonu roślinnego, jak również udziału różnych jego gromad w poszczególnych sezonach, ocenianego za pomocą współczynnika pokrycia (*P*), różni się od tego, jaki uzyskujemy na drodze określania liczebności osobników w litrze wody oraz pomiarów chlorofilu. Różnice te dotyczą: 1) liczby maksimów ilościowych; 2) składu jakościowego fitoplanktonu. Zasługuje na podkreślenie fakt daleko posuniętej zgodności między wynikami uzyskanymi na podstawie liczebności glonów a pomiarami chlorofilu (rys. 13).

Szacując masę fitoplanktonu za pomocą współczynnika pokrycia (*P*) znaleziono jedno, wyraźnie zaznaczające się letnie maksimum obfitości, rozciągające się na przestrzeni trzech miesięcy, od czerwca do sierpnia, a spowodowane wzrostem czterech gromad: przede wszystkim sinic, w mniejszym, mniej więcej równym stopniu zielenic, bruzdnic i okrzemek oraz jedno głębokie minimum zimowe. Oba powyższe aspekty sezonowych zmian w masie glonów potwierdzają wyniki oceny liczebności fitoplanktonu uzyskanej na drodze określania bezwzględnej liczby osobników w litrze wody oraz wyniki badań chlorofilowych, z tym jednak, że dwa ostat-

nie pomiary wskazują na przesunięcie letniego maksimum o miesiąc później i ograniczenie go wyłącznie do okresu lata (VII - IX) oraz na ostrzej przebiegające wahania ilościowe, niż wynika to z szacunku metodą współczynnika pokrycia (*P*). W przeciwieństwie jednak do obrazu jakościowego składu fitoplanktonu w okresie letnim, uzyskanego na podstawie stosowania metody szacunkowej, z oceny bezwzględnej liczby glonów wynika, że głównymi komponentami letniego maksimum były tylko dwie gromady: przede wszystkim sinice, w mniejszym stopniu bruzdnice, natomiast udział okrzemek, a zwłaszcza zielenic był znikomy. Metoda szacunkowa wskazywała na słabo zaznaczający się wczesnowiosenny wzrost planktonu roślinnego spowodowany głównie okrzemkami, ale nie pozwoliła na uwydatnienie jego właściwych rozmiarów, widocznych z oceny liczebności glonów, a potwierdzonych przez wyniki badań chlorofilowych (rys. 13). Przyczyna małej zgodności ocen leży w jakościowym charakterze wczesnowiosennego maksimum fitoplanktonu, wywołanego przede wszystkim pojawem w ogromnej liczbie komórek *Cyclotella operculata*, której ze względu na krótkotrwałość pojawu oraz małe wymiary komórek metoda szacunkowa nie mogła nadać właściwego znaczenia. Reasumując, plankton roślinny jeziora Lemięt reprezentuje typ rozwojowy, który cechuje się dwoma ostro zaznaczającymi się szczytami: wczesnowiosennym o charakterze okrzemkowym i letnim o charakterze sinicowo-bruzdnicowym.

Spośród wielu jezior eutroficznych Pojezierza Mazurskiego, których plankton roślinny był badany, tylko w trzech jeziorach: Krzywa Kuta, Bimbinek (Półtoracka 1962) i Sukiel (Półtoracka 1966) przeprowadzone obserwacje dotyczyły sezonowych zmian w liczbie glonów i tylko z tymi jeziorami można porównywać jezioro Lemięt. Ponieważ zmiany ilościowe fitoplanktonu w cyklu rocznym w wyżej wspomnianych jeziorach oceniano według liczby osobników w litrze wody, tylko wyniki oparte o tego samego rodzaju materiały z jeziora Lemięt mogą stanowić podstawę do porównań. Jezioro Lemięt różni się od wcześniej badanych eutroficznych jezior liczbą maksimów ilościowych, okresem ich występowania oraz ich jakościowym charakterem, ale również wykazuje pewne z nimi podobieństwa. Dwuszczytowy rozwój glonów następujący w podobnych do jeziora Lemięt okresach wiosną i latem obserwowano w jeziorze Sukiel, jednakże wiosenne maksimum miało tam charakter sinicowy z małą domieszką okrzemek, w przeciwieństwie do jeziora Lemięt, w którym te ostatnie wiosną dominowały. Natomiast pod względem głównie sinicowego charakteru maksimów letnich oba jeziora wykazywały daleko posunięte podobieństwo, aczkolwiek odmienne były w nich gatunki dominujące. W jeziorze Sukiel głównym komponentem letniego szczytu była *Lyngbya limnetica*. W przeciwieństwie do jeziora Lemięt, w jeziorach Krzywa Kuta i Bimbinek fitoplankton osiągał swój najsilniejszy rozwój, związany ze wzrostem liczebności okrzemek — jesienią. W obu jeziorach

dominowała wówczas *Asterionella formosa*, a także w pierwszym — *Melosira ambigua, Stephanodiscus astraea, Tabellaria fenestrata*, a w drugim — — *Cyclotella comta, Fragilaria crotonensis, Synedra acus, S. ulna*. Słaby wzrost liczebności glonów zaznaczył się w jeziorach Krzywa Kuta i Bimbinek także latem i miał on charakter głównie bruzdnicowy, w czym oba jeziora są trochę podobne do jeziora Lemięt; niewielki również wzrost fitoplanktonu spowodowany okrzemkami obserwowano wiosną w jeziorze Krzywa Kuta.

Plankton zwierzęcy w jeziorze Lemięt wykazywał dwa wzrosty masy (rys. 14) — pierwszy wiosenny, niższy, przypadający na maj i początek czerwca, przy temperaturze słupa wody wahającej się od 22,2 - 9,0°C miał miejsce w okresie początkowo stosunkowo słabego, później wzrastającego rozwoju fitoplanktonu; drugi jesienny, z maksimum pod koniec października nastąpił przy pełnej homotermii, a temperaturze równej 10,5°C i pokrywał się z jesiennym wzrostem flory glonów. Minima zooplanktonu obserwowano podczas lata, w okresie szczególnie intensywnego rozwoju fitoplanktonu oraz zimą, podczas której towarzyszyło mu wybitne ubóstwo planktonu roślinnego. Największe znaczenie w planktonie zwierzęcym w całym okresie badań miały widłonogi, których szczytowy pojaw nastąpił w początkach maja oraz pod koniec października. Wioślarki tylko jesienią rozwinęły się intensywniej, zwiększając wyraźnie w tym czasie swój udział. Najważniejszymi komponentami zooplanktonu podczas wiosennego wzrostu masy były: *Eudiaptomus graciloides, Mesocyclops leuckarti* oraz *Mesocyclops oithonoides*; natomiast jesienią również *Eudiaptomus graciloides*, a także *Daphnia cucullata, Mesocyclops leuckarti* oraz *Cyclops vicinus* (rys. 15). Z wyjątkiem ostatniego wszystkie inne gatunki stanowiły najważniejsze składniki również podczas minimum planktonu zwierzęcego — latem. Natomiast w zubożałym zimowym zooplanktonie panował *Eudiaptomus graciloides*, a sporadycznie zwiększały także swój udział *Cyclops vicinus* oraz *Mesocyclops oithonoides*.

Osiągający najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) — *Eudiaptomus graciloides*, obecny w planktonie jeziora Lemięt przez cały okres badawczy wykazywał dwa wzrosty obfitości: wiosną — od maja do połowy czerwca przy temperaturach słupa wody wahających się od 22,2 - 9,0°C oraz w okresie jesienno-zimowym od października do stycznia przy temperaturach od 12,5 - 1,5°C z maksimum w grudniu, przy temperaturze 2,2 - 2,0°C.

Daphnia cucullata obecna w planktonie niemal przez cały rok, szczególnie silny rozwój osiągnęła tylko raz, w okresie jesiennym, między październikiem i grudniem, w warunkach pełnej homotermii — towarzyszyły jej temperatury wahające się od 12,5 - 2,0°C. Z gatunków okresowych — *Mesocyclops leuckarti*, który zanikał w grudniu, posiadał dwa okresy rozwoju: niższy od kwietnia do pierwszych dni lipca, przy za-

kresie temperatur słupa wody od 22,2 - 7,8°C z maksimum na początku czerwca — towarzyszyły mu wówczas temperatury 22,2 - 12,4°C oraz mniej więcej dwukrotnie wyższy, w drugiej połowie września do końca października, przy temperaturach 16,0 - 10,5°C. *Mesocyclops oithonoides* obecny w planktonie przez znaczną część roku, najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) osiągał tylko w okresie od marca do maja; panujące w tym czasie temperatury wody wahały się od 15,2 - 5,2°C; po tym okresie znaczenie tego gatunku sukcesywnie malało. Nieobecny pod koniec wiosny oraz niemal przez cały okres letni — *Cyclops vicinus* najsilniejszy rozwój osiągał od marca do pierwszych dni maja przy temperaturach słupa wody 13,2 - 5,2°C, po czym wraz ze wzrostem temperatury szybko zanikał. Powtórnie pojawił się pod koniec września i występował przez cały okres jesienno-zimowy, nie wykazując jednak większego wzrostu masy.

Sezonowe zmiany w pelagicznym planktonie skorupiakowym trzech eutroficznych jezior Pojezierza Mazurskiego (Krzywa Kuta, Żabinki, Bimbinek) były przedmiotem badań Patalasa (1963 b). Posługując się jednak innymi metodami oceny ilościowej zooplanktonu od stosowanej w niniejszej pracy, uzyskane wyniki stanowią tylko częściowo materiał porównywalny. Mimo ogólnego podobieństwa w składzie jakościowym najliczniej reprezentowanych gatunków, wynikającego z ich powszechności, uderza brak w jeziorze Lemięt *Cyclops kolensis*, który we wszystkich trzech badanych przez Patalasa (l.c.) jeziorach występował w charakterze dominanta (pod pojęciem dominanta autor rozumiał formy stanowiące najczęściej ponad 10% ogółu skorupiaków). Stwierdzane przez Patalasa zmiany w liczebności skorupiaków w ciągu roku tylko częściowo pokrywają się z obserwowanymi w jeziorze Lemięt. Pierwsze, z reguły wyższe maksimum liczebności skorupiaków następowało w okresie wiosenno-letnim, w czerwcu (Żabinki), bądź w lipcu (Krzywa Kuta, Bimbinek); drugie natomiast, jesienne — we wrześniu (Bimbinek, Żabinki) lub podobnie jak w jeziorze Lemięt w październiku i listopadzie (Krzywa Kuta). Z trzech ważnych komponentów zooplanktonu: *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops oithonoides* i *Mesocyclops leuckarti* roczny cykl rozwojowy tylko ostatniego z nich wykazywał zgodność w jeziorze Lemięt i w porównywanych jeziorach.

Na podstawie omówionych wyżej, sezonowych różnic w składzie gatunkowym organizmów roślinnych i zwierzęcych można wyróżnić w zbiorowisku planktonowym eutroficznego jeziora Lemięt dwa aspekty sezonowe: aspekt wczesnowiosenny i aspekt wiosenno-letni. Cechowały się one obecnością w planktonie szeregu gatunków o wysokiej wartości współczynnika pokrycia (*P*), które nie występowały w innych porach roku lub występowały, ale w niewielkiej masie. I tak wyodrębniającymi aspekt wczesnowiosenny były wyłącznie gatunki okrzemek: *Fragilaria capucina* wraz z odmianami, *Synedra acus* oraz *Cyclotella* sp. div. (rys. 6

i tab. 13). Natomiast wyróżniającymi aspekt wiosenno-letni były obok okrzemek (*Fragilaria crotonensis*), gatunki sinic (*Anabaena* sp. div., *Microcystis aeruginosa*), bruzdnic (*Ceratium hirundinella, Peridinium* sp. div.), złotowiciowców (*Dinobryon* sp. div.) i zielenic (*Pandorina morum*), a z organizmów zwierzęcych *Leptodora kindti*.

3. Rozmieszczenie pionowe

Jezioro Lemięt, podobnie jak i jezioro Harsz charakteryzowało się wyraźną stratyfikacją termiczną i tlenową już w pierwszych dniach maja, pogłębiającą się w miesiącach letnich, a zanikającą w pierwszej połowie października (rys. 4). Stosunkowo dobrze mieszany epilimnion, na początku okresu letniego sięgał do 5 m, ale już od pierwszych dni sierpnia jego zasięg stopniowo się pogłębiał, a pod koniec września nastąpiło wyrównanie temperatury w warstwie wody do 12 m, poprzedzające pełną homotermię obserwowaną w dwa tygodnie później. Hypolimnion stosunkowo słabo wykształcony, o miąższości najczęściej od 10 - 15 m cechował się bardzo słabym natlenieniem, osiągającym niekiedy wartości zerowe oraz obecnością siarkowodoru, który pojawił się pod koniec czerwca i utrzymywał do końca września. Najwyższy pułap — 7,5 m osiągnął siarkowodór w końcu czerwca, utrzymując się mniej więcej na tym poziomie do sierpnia, po czym zasięg jego stopniowo malał, aż do drugiej połowy września, kiedy spotykało się go już tylko w przydennej warstwie. Temperatury letnie (VII - IX) z zasięgu całego, pogłębiającego się ku jesieni epilimnionu wahały się w granicach 14,5 - 21,0°C, a więc były one prawie identyczne ze znalezionymi dla tej warstwy w jeziorze Harsz. Natomiast temperatury hypolimnionu, oczywiście znacznie wyższe od stwierdzonych w jeziorze Harsz, kształtowały się w granicach 10,0 - 15,2°C. Wybitnie różne warunki w obu warstwach panowały w okresie letnim pod względem zawartości tlenu. W epilimnionie ilość tlenu wahała się w szerokim przedziale, bo od 11,9 - 3,4 mg/l, podczas gdy w hypolimnionie znajdowano w tym czasie wartości od 5,7 - 0,0 mg/l. W tak odmiennie kształtujących się warunkach termicznych i tlenowych w obu warstwach, można było spodziewać się różnic w pionowym rozmieszczeniu planktonu.

Wobec zmieniającego się w okresie prostej stratyfikacji termicznej zasięgu epilimnionu, chcąc uzyskać materiały porównywalne, wskazane było uwzględniać raczej słup wody zawsze o tej samej miąższości; również chcąc zachować postulat możliwie jak najdalej posuniętej jednorodności środowiska należało zrezygnować z porównywania słupa epilimnionu o całej miąższości, z uwagi na zaznaczające się w jego obrębie różnice dotyczące ilości tlenu, sięgające do 8,5 mg/l. Ograniczono się więc do słupa o zasięgu tylko do 2,5 m, ponieważ w tych granicach wahania zawartości tlenu były zawsze mniejsze niż 1 mg/l. Za ogranicze-

niem epilimnionu do tej właśnie głębokości przemawiały również wyniki pomiarów chlorofilu oraz pozostająca z nimi w daleko posuniętej zgodności stratyfikacja fitoplanktonu określana na podstawie jego liczebności (rys. 4). Oba sposoby oceny ilościowej wskazywały, że plankton roślinny w okresie pełnej letniej stratyfikacji termicznej, najintensywniej rozwijał się zwykle na głębokości około 1 m. Ograniczoną do 2,5 m warstwę epilimnionu porównywano z warstwą hypolimnionu o miąższości 10 - 15 m. Temperatura w słupie wody do 2,5 m głębokości wahała się podczas prostej, letniej stratyfikacji (VII - IX) od 15,6 - 21,0°C, a zawartość tlenu od 11,9 - 6,3 mg/l. W zimie (I - IV) w okresie odwrotnej stratyfikacji termicznej pod lodem, w górnej do 2,5 m warstwie wody temperatury wahały się od 1,0 - 2,0°C, a zawartość tlenu od 10,9 - 7,8 mg/l, podczas gdy w dolnej 10 - 15 m warstwie znajdowano temperatury 2,5 - 3,5°C, a ilości tlenu od 6,7 - 1,6 mg/l. Zwraca uwagę silne zubożenie w tlen (1,6 mg/l) całej hypolimnetycznej warstwy wody w kwietniu, tuż przed zejściem pokrywy lodowej oraz pojawienie się tuż nad dnem siarkowodoru, co wiązało się zapewne z zachodzącymi tam intensywnie procesami rozkładu.

Podobnie jak w jeziorze Harsz, pionowe rozmieszczenie planktonu w jeziorze Lemięt przedstawia odmienny obraz w okresach prostej (wiosna — lato) i odwrotnej (zima) stratyfikacji termicznej.

W okresach prostej stratyfikacji górne warstwy wody były bogatsze w masę planktonu tak roślinną, jak i zwierzęcą, zróżnicowany był również bardziej w tych warstwach skład gatunkowy fitoplanktonu (tab. 12). Szczególnie uderzające różnice między epi- i hypolimnionem obserwowano wiosną w uwarstwieniu planktonu zwierzęcego. Górne warstwy wody zawierały wówczas mniej więcej dwukrotnie bogatszą masę zooplanktonu, niż partie dolne. Szczegółowa analiza materiałów z poszczególnych głębokości wskazuje, że małe różnice w masie planktonu zwierzęcego między epi- a hypolimnionem podczas lata (tab. 12) wynikają z faktu, że rozważany zasięg epilimnionu, ograniczony ze względów metodycznych do 2,5 m głębokości nie objął w całości warstw o największym zagęszczeniu zooplanktonu, który w tym okresie, jak stwierdził wcześniej P a t a l a s (1963 a), występuje zwykle na głębokościach 2,5 - 5 m. P a t a l a s (l.c.) obserwował skupianie się planktonu skorupiakowego podczas lata w epilimnionie i w górnej warstwie skoku termicznego. Na uwagę zasługuje fakt, że mimo daleko posuniętych ubytków tlenu w okresie letnim w przydennych warstwach wody, stwierdzanych w każdym terminie poboru prób oraz trwałego utrzymywania się w tym czasie siarkowodoru, w partiach tych znajdowano znaczną masę planktonu, o tym samym stopniu zróżnicowania gatunkowego, co w górnych warstwach wody. P a t a l a s (l.c.) podaje, że najniższe koncentracje tlenu, przy których spotykano jeszcze znaczne ilości skorupiaków w jednym z eutroficznych jezior wynosiły 0,4 mg/l. Na ogół jednak minimalne za-

wartości tlenu ograniczające występowanie skorupiaków mieściły się w granicach 0,5 - 1,5 mg/l. W okresie odwrotnej stratyfikacji termicznej zimą, kiedy na powierzchni jeziora zalegał lód, górne i dolne warstwy wody posiadały w podobnym stopniu ubogą masę planktonu roślinnego, znacznie uboższą od masy planktonu zwierzęcego, który także nie wykazywał różnic w pionowym rozmieszczeniu. Brak tu charakterystycznego dla jeziora Harsz skupiania się planktonu zwierzęcego w najcieplejszych, przydennych partiach jeziora.

Miarą różnic w obfitości planktonu między górną i dolną warstwą wody w poszczególnych sezonach jest stosunek sumarycznego współczynnika pokrycia obliczonego dla planktonu obu tych warstw (tab. 12). Wynosi on wiosną 1,3; latem — 1,2; zimą — 1,1. Zbliżone wartości stosunku uzyskuje się przy uwzględnieniu wyłącznie fitoplanktonu, natomiast dla zooplanktonu kształtują się one odmiennie i różnie w poszczególnych sezonach, a mianowicie: wiosną — 2,1; latem — 1,2; zimą — 1,1.

We wszystkich okresach zaznaczającej się stratyfikacji termicznej jakościowy charakter planktonu górnych i dolnych warstw jeziora był podobny. Wprawdzie warstwy górne posiadały bogatszy skład gatunkowy, ale wpływały na to głównie przypadkowe składniki planktonu, nie mające większego znaczenia pod względem masy, a tylko rzadziej subdominanty. Natomiast decydujące o obfitości planktonu dominanty spotykano z reguły w obu strefach. Nie ma więc podstaw do wyróżnienia w zbiorowisku planktonowym jeziora Lemięt odrębnych facji. Różnice w masie planktonu między obu warstwami wynikały głównie z odmiennych wielkości współczynnika pokrycia (*P*) dominantów w epi- i hypolimnionie. Wiosną większość dominantów, a również i subdominantów osiągała wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w górnych warstwach. Największe różnice wykazywały z okrzemek — *Fragilaria crotonensis* i *Fr. capucina*; z sinic — *Microcytis aeruginosa* i *Oscillatoria Agardhii*; z bruzdnic — *Ceratium hirundinella, Peridinium Willei, P. cinctum*; a ze złotowiciowców — *Dinobryon sociale* oraz większość zielenic, a zwłaszcza *Eudorina elegans* i *Tetraspora imperfecta*; natomiast z zooplanktonu — *Eudiaptomus graciloides, Mesocyclops leuckarti, Mesocyclops oithonoides* i *Daphnia cucullata* (tab. 13). Natomiast tylko nieliczne gatunki posiadały wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w dolnych warstwach: przede wszystkim *Anabaena Lemmermannii* oraz główne komponenty okrzemkowe wczesnowiosennego planktonu, których masa w późniejszym okresie wiosny malała, a więc *Asterionella formosa* i *Melosira ambigua*, a z zooplanktonu *Daphnia longispina hyalina*. W efekcie różnic w pionowym rozmieszczeniu poszczególnych gatunków, wynikłych z jednej strony z obfitszego zasiedlenia przez organizmy planktonowe górnych, trofogenicznych, bardziej nagrzanych i lepiej natlenionych partii jeziora, z drugiej zaś strony — przypuszczalnie na skutek opadania obumierających glonów — w górnych i dolnych partiach utrzy-

Tabela 14 — Table 14

Spektrum florystyczne i faunistyczne planktonu dystroficznego jeziora Smolak — Floristic and faunistic spectrum of plankton in dystrophic lake Smolak

Grupy taksonomiczne Taxonomical group	Wczesna wiosna Early spring 29.III–17.IV.1961			Wiosna — Spring 2.V–22.VI							Lato — Summer 6.VII–21.IX							Jesień — Autumn 11.X–24.XI			Zima — Winter 23.I–3.IV.1962							(P) Średnia roczna Average yearly 0–5 m
	cały słup wody the whole column of water 0–5 m			warstwa górna upper layer 0–2 m		warstwa dolna under layer 4–5 m		cały słup wody the whole column of water 0–5 m			warstwa górna upper layer 0–2 m		warstwa dolna under layer 4–5 m		cały słup wody the whole column of water 0–5 m			cały słup wody the whole column of water 0–5 m			warstwa górna upper layer 0–2 m		warstwa dolna under layer 4–5 m		cały słup wody the whole column of water 0–5 m			
	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	A	B	C	B	C	B	C	A	B	C	
Cyanophyceae	2	2	13	6	109	5	250	6	6	154	4	194	3	129	4	4	187	3	3	63	4	88	2	15	6	6	70	97
Euglenophyceae	—	—	—	5	14	11	203	9	13	83	2	11	4	184	4	5	64	1	1	4	1	15	1	132	1	1	52	41
Dinophyceae	2	2	45	3	571	3	541	3	3	558	2	85	2	70	2	2	76	1	1	30	2	38	—	—	2	2	19	145
Chrysophyceae	—	—	—	1	989	1	875	1	1	963	2	61	1	97	1	2	68	1	2	1 221	2	156	1	115	2	2	115	473
Bacillariophyceae	19	23	844	12	812	9	856	14	15	849	7	287	6	264	11	11	274	6	6	115	4	122	2	50	4	4	94	435
Chlorophyceae	23	25	766	47	1 658	42	2 103	52	58	1 864	43	3 911	41	3 522	44	54	3 711	35	41	3 218	11	661	7	681	13	13	719	2 056
Chlorococcales	12	14	498	25	947	20	997	26	30	968	20	2 047	20	1 612	23	29	1 850	19	23	845	7	389	3	226	8	8	330	898
Ulotrichales	1	1	3	1	96	1	120	1	1	132	1	13	1	57	1	1	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33
Conjugales	10	10	265	21	615	21	986	25	27	764	22	1 851	20	1 853	20	24	1 832	16	18	2 373	4	272	4	455	5	5	389	1 125
Razem fitoplankton Total phytoplankton	46	52	1 668	74	4 153	71	4 828	85	96	4 471	60	4 549	57	4 266	66	78	4 380	47	54	4 651	24	1 080	13	993	28	28	1 069	3 247
Rotatoria sp. div.	—	1	291	1	531	1	561	—	1	531	1	101	1	90	—	1	106	—	1	258	1	238	1	240	—	1	229	283
Copepoda + nauplii	2	2	2 301	2	1 927	2	2 181	2	2	1 887	1	304	2	118	2	2	237	1	1	900	2	1 555	1	2 777	2	2	2 095	1 484
Cladocera	2	2	69	2	439	2	169	1	2	322	3	2 689	2	2 397	2	3	2 610	2	3	1 144	1	495	—	—	1	1	247	878
Razem – Total zooplankton	4	5	2 661	5	2 897	5	2 911	3	5	2 740	5	3 094	5	2 605	4	6	2 953	3	5	2 302	4	2 288	2	3 017	3	4	2 571	2 645

A – liczba gatunków
number of species

B – liczba jednostek taksonomicznych
number of taxa

C – sumaryczny współczynnik pokrycia (P)
sum of coefficients of coverage (P)

mywała się wiosną podobna masa okrzemek i sinic, natomiast zielenice, złotowiciowce i bruzdnice skupiały się głównie w warstwach górnych, w których również zróżnicowanie gatunkowe w obrębie poszczególnych gromad, z wyjątkiem okrzemek, było bogatsze. Podobna sytuacja utrzymywała się w okresie pełnej stratyfikacji letniej (VII - IX), z tą jednak różnicą, że w tym czasie także sinice obficiej występowały w trofogenicznej warstwie wody. Podczas okresu letniego dominanty i subdominanty z reguły wykazywały wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w epilimnionie. Spośród nich największe różnice stwierdzono u następujących gatunków (tab. 13): *Anabaena Lemmermannii, A. spiroides, A. planctonica, Dinobryon sociale, D. sociale* var. *stipitatum, Microcystis aeruginosa, Aphanizomenon flos-aquae, Asterionella formosa, Pandorina morum* oraz *Eudiaptomus graciloides* i *Mesocyclops leuckarti.*

Równomierne rozmieszczenie w całym słupie wody ubogiego planktonu podczas odwrotnej stratyfikacji termicznej zimą, pod pokrywą lodową powstało w wyniku odmiennie kształtującego się rozmieszczenia pionowego poszczególnych gatunków. Spośród obficiej reprezentowanych — *Cyclotella comta, Microcystis aeruginosa* oraz *Eudiaptomus graciloides,* a także młodociane formy *Copepoda* spotykano w większej masie w warstwach górnych, podczas gdy *Asterionella formosa* i *Daphnia cucullata* skupiały się głównie w przydennych partiach jeziora.

Występowanie w większej masie planktonu roślinnego w górnych warstwach wody w okresach prostej stratyfikacji termicznej potwierdzają wyniki badań chlorofilowych oraz ocena liczebności fitoplanktonu na poszczególnych głębokościach przeprowadzona na drodze określania liczby osobników w litrze wody. W dużej zgodności z obrazem rozmieszczenia pionowego planktonu uzyskanym za pomocą współczynnika pokrycia (*P*) pozostają również pomiary wilgotnej objętości sestonu, które potwierdzają maksymalne zagęszczenie planktonu w górnych partiach. Natomiast w ocenie różnymi metodami obfitości planktonu w dolnych warstwach, w okresach prostej stratyfikacji termicznej występują rozbieżności. Wartości współczynnika pokrycia (*P*) obliczone dla całego planktonu i osobno dla fitoplanktonu obecnego w dolnych partiach jeziora wiosną i latem wskazują na dużo większe zagęszczenie, niż wynika to ze stosowania innych metod pomiaru.

C. Dystroficzne jezioro Smolak

1. Charakterystyka dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników planktonu

Najsłabiej spośród badanych jezior zróżnicowany jakościowo plankton dystroficznego jeziora Smolak cechował się znaczną przewagą wśród glonów form przypadkowych i stosunkowo niskim udziałem dominantów

(tab. 9). Te ostatnie jednak, podobnie jak w innych jeziorach wpływały w decydującym stopniu na obfitość zarówno planktonu roślinnego, jak i zwierzęcego. Wartość ich współczynnika pokrycia (*P*) — traktując łącznie organizmy roślinne i zwierzęce — stanowiła 90,1% masy całego planktonu. W najmniejszym stopniu na masę planktonu wpływały przypadkowe składniki, stanowiąc zaledwie 2,6%, a uwzględniając tylko glony 4,4%.

Zdecydowanie na pierwsze miejsce pod względem bogactwa gatunków wysuwały się we wszystkich trzech grupach stałości, podobnie jak w jeziorach Harsz i Lemięt, zielenice, przy czym wśród dominujących i towarzyszących komponentów udział zielenic z rzędu *Chlorococcales* i *Conjugales* kształtował się podobnie, natomiast wśród przypadkowych składników fitoplanktonu przeważał rząd *Chlorococcales*. Zielenice stanowiły wśród dominantów — 70,0%, subdominantów — 58,5%, adominantów — 53,0%. Inne gromady były reprezentowane przez nieliczne gatunki, z wyjątkiem stosunkowo wysokiego udziału okrzemek (33,7%) wśród przypadkowych składników glonów planktonowych.

W przeciwieństwie do jezior Harsz i Lemięt, w których na masę fitoplanktonu wpływały głównie okrzemki oraz sinice i zielenice, a w jeziorze Lemięt również bruzdnice, w jeziorze Smolak największe znaczenie posiadały najbogatsze w gatunki zielenice, z przewagą rzędu *Conjugales* nad *Chlorococcales* (tab. 14). Z pozostałych gromad zwiększających ogólnie w niedużym stopniu masę glonów, nieco większe znaczenie odgrywały tylko złotowiciowce i okrzemki. Średnia roczna wartość współczynnika pokrycia (*P*) zielenic (2056) stanowiła 63,3% wartości osiąganej przez cały plankton roślinny. Tak wysoką wartość współczynnika powodowały przede wszystkim dominanty, w dużo mniejszym stopniu subdominanty, natomiast tylko nieznacznie adominanty. Podobne stosunki znaleziono również w obrębie innych gromad.

W planktonie zwierzęcym, reprezentowanym zaledwie przez 8 taksonów pierwsze miejsce pod względem średniej rocznej wartości współczynnika pokrycia (*P*) zajmowały widłonogi ze stadiami młodocianymi (1484), stanowiąc 56,1% całego zooplanktonu, drugie miejsce wioślarki (878), a ostatnie wrotki (283).

Z 35 dominantów wyodrębnionych w planktonie dystroficznego jeziora Smolak (tab. 15) tylko dwie formy — *Dictyosphaerium pulchellum* oraz *Rotatoria* sp. div. występowały w charakterze dominantów we wszystkich sezonach roku. Pomimo stałej ich dominacji oraz wysokiej średniej rocznej wartości współczynnika pokrycia (*P*) *Dictyosphaerium pulchellum*, żaden z tych dwóch taksonów nie przedstawia wartości diagnostycznej, z uwagi na występowanie w jeziorach wszystkich badanych typów limnologicznych, najczęściej również w charakterze dominantów. W tej sytuacji zwrócono uwagę na te spośród dominantów okresowych, które cechowały się z jednej strony stosunkowo najdłuż-

szym okresem dominacji, z drugiej zaś strony, ograniczone były w swoim występowaniu wyłącznie do dystroficznego jeziora Smolak. Takimi spośród glonów okazały się trzy gatunki sprzężnic: *Arthrodesmus Ralfsii, Staurastrum dejectum* oraz *Arthrodesmus incus* var. *extensus*, a z zooplanktonu — *Cyclops strenuus* var. *landei*. Z wymienionych gatunków najwyższą średnią roczną wartość współczynnika pokrycia (*P*) posiadał *Arthrodesmus Ralfsii*, który z tego względu razem z *Cyclops strenuus* var. *landei* może stanowić podstawę do nadania nazwy zbiorowisku planktonowemu jeziora Smolak. Dla badanego zbiorowiska planktonowego w dystroficznym jeziorze Smolak proponuje się więc nazwę wyrażającą stałe lub częste oraz liczne występowanie wymienionych gatunków o znacznej wartości diagnostycznej: *Arthrodesmus Ralfsii + Cyclops strenuus* var. *landei*.

W systematyce Symoensa (1951 b) zbiorowisko to należałoby zaliczyć do związku obejmującego zespoły planktonowe wód oligotroficznych z przewagą desmidii — *Desmidion planctonicum oligotrophicum*.

Arthrodesmus Ralfsii nie był dotychczas notowany na Pojezierzu Mazurskim. Z południowej Polski podaje go Wasylik (1961 a), który znalazł go na torfowisku „Przymiarki" badając glony torfowisk wysokich Kotliny Nowotarskiej. Wasylik (l.c.) spotykał ten gatunek rzadko (VII, IX), w niewielkiej liczbie osobników i tylko w niektórych próbkach pochodzących z płytkich, nieckowatych zagłębień w dolinkach torfowiskowych wypełnionych wodą o pH 5 - 5,6 z rozkładającymi się torfowcami. Również jako rzadki gatunek podawany jest przez niego (1961 b) *Arthrodesmus Ralfsii* z dużego kompleksu torfowisk „Posoappa" z wodą o zakresie pH = 3,7 - 6,3 leżących na terenie Finlandii. Acidofilny gatunek *Arthrodesmus Ralfsii* nie wydaje się być na terenie Polski formą powszechną, o szerokim rozprzestrzenieniu w różnych środowiskach kwaśnych. Szereg tego rodzaju środowisk położonych w różnych częściach kraju (Suwalszczyzna, Wielkopolska, okolice Warszawy, okolice Łodzi, Pojezierze Pomorskie) stanowiących przedmiot badań Ryppowej (1927), Krawiecowej (1954, 1957), Wysockiej (1934), Kadłubowskiej (1951) oraz ostatnio Bohra (1967) nie wykazało obecności tego gatunku. Tym bardziej więc interesujące jest jego występowanie w dystroficznym jeziorze Smolak. Pojawił się w nim w pierwszych dniach maja i utrzymywał nieprzerwanie do ostatniego terminu poboru prób, tzn. do 4 kwietnia następnego roku. W tym czasie pH wody, uwzględniając warstwę górną i dolną wahało się w granicach 5,4 - 7,6; najczęściej jednak pH utrzymywało się w zakresie 5,4 - $<$ 7. Największe nasilenie rozwoju przypadło na okres lata i jesieni. Obserwowano dwa maksima — jedno wyższe, pod koniec lipca przy temperaturze epilimnionu 22,6 - 21,4°C, drugie niższe na przełomie października i listopada przy zakresie temperatur 10,0 - 6,9°C. W okresie wykształconej pełnej letniej stratyfikacji termicznej, górne warstwy, do

Tabela 15 - Table 15

Dominanty i subdominanty w zbiorowisku planktonowym dystroficznego jeziora Smolak

Dominants and subdominants in the plankton community of the dystrophic Smolak lake

S - stopień stałości / degree of constancy P - współczynnik pokrycia / coefficient of coverage

Gatunki - Species	wczesna wiosna / early spring 29.III-17.IV 1961		wiosna / spring 2.V - 22.VI						lato / summer 6.VII - 21.IX						jesień / autumn 11.X-24.XI		zima / winter 23.I - 3.IV 1962						Razem / Total
	cały słup wody / the whole column of water 0 - 5 m		warstwa górna / upper layer 0 - 2 m		warstwa dolna / under layer 4 - 5 m		cały słup wody / the whole column of water 0 - 5 m		warstwa górna / upper layer 0 - 2 m		warstwa dolna / under layer 4 - 5 m		cały słup wody / the whole column of water 0 - 5 m		cały słup wody / the whole column of water 0 - 5 m		warstwa górna / upper layer 0 - 2 m		warstwa dolna / under layer 4 - 5 m		cały słup wody / the whole column of water 0 - 5 m		
	10 prób / samples		12 prób / samples		8 prób / samples		22 próby / samples		18 prób / samples		12 prób / samples		36 próby / samples		24 próby / samples		6 prób / samples		4 próby / samples		12 prób / samples		
I. Pitoplankton / Phytoplankton	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	
1. Dominanty / Dominants																							
Dictyosphaerium pulchellum	V	159	V	242	V	411	V	332	V	1029	V	785	V	914	V	613	V	300	IV	300	V	275	459
Tabellaria flocculosa	V	200	V	610	V	690	V	665	V	229	V	225	V	225	V	92	I	17	II	50	II	25	241
Staurastrum brachiatum	I	10	I	2	II	7	I	5	IV	118	III	82	IV	105	V	500	V	13	V	282	V	202	164
Peridinium inconspicuum	III	15	V	320	V	262	V	297	V	63	V	53	IV	57	IV	30	I	5	.	.	I	2	80
Gloeocystis minuta	III	53	V	257	V	236	V	229	III	25	V	37	IV	30	III	15	II	10	.	.	I	5	66
Oocystis pusilla	III	15	IV	51	IV	40	IV	44	IV	20	III	12	III	16	IV	23	I	5	.	.	I	2	20
Ankistrodesmus falcatus var. setiformis f. brevis	IV	4	IV	4	V	5	IV	4	.	.	II	1	I	<1	II	<1	V	5	III	1	IV	3	2
Dinobryon pediforme	.	.	II	989	II	875	III	963	II	44	II	97	II	60	IV	1217	III	115	III	115	III	96	467
Arthrodesmus Ralfsii	.	.	V	54	IV	41	V	47	V	315	V	236	V	283	V	332	V	93	III	92	IV	105	153
Gloeocystis bacillus	.	.	II	25	II	25	II	27	V	733	V	625	V	683	I	12	I	17	III	50	II	33	151
Staurastrum dejectum	.	.	V	47	V	65	V	63	V	311	V	258	V	290	V	58	IV	20	IV	22	IV	20	86
Arthrodesmus incus var. extensus	.	.	V	45	V	36	V	44	V	158	V	138	V	146	V	146	IV	32	V	57	IV	43	76
Elaktothrix gelatinosa	.	.	III	75	IV	62	IV	73	IV	67	III	50	III	56	V	96	I	17	.	.	I	8	47
Merismopedia tenuissima	.	.	III	12	II	11	III	12	V	167	V	108	V	146	V	55	I	5	II	7	II	8	44

Distigma proteus	.	.	.	.	II	29	I	10	I	5	V	109	III	40	I	4	III	15	V	125	IV	52	21
Scenedesmus bijugatus	.	.	I	2	II	7	I	5	IV	20	III	17	IV	21	II	9	I	5	.	.	I	2	7
Melosira islandica ssp. helvetica	V	229	II	25	.	.	I	14	I	11	I	8	I	8	.	.	III	50	II	25	III	42	59
Micrasterias denticulata var. notata	I	74	II	123	IV	231	III	151	III	206	IV	277	IV	247	V	339	.	.	.	.	.	.	162
Micrasterias rotata	I	74	I	61	II	92	I	67	III	206	IV	277	IV	226	IV	293	.	.	.	.	.	.	132
Micrasterias truncata	II	30	III	42	III	50	III	41	IV	82	III	50	IV	76	III	46	.	.	.	.	.	.	39
Fragilaria brevistriata	V	120	III	50	II	37	III	41	I	6	I	8	I	8	I	4	.	.	.	.	.	.	35
Staurastrum breviaculeatum	II	12	V	39	V	65	V	54	IV	22	III	15	IV	21	II	6	.	.	.	.	.	.	19
Ankistrodesmus falcatus	I	6	III	12	IV	19	III	15	I	2	.	.	I	1	I	11	.	.	.	.	.	.	7
Botryococcus Braunii	II	30	V	168	V	112	V	137	II	28	II	25	II	28	.	.	.	.	.	.	.	.	39
Stichococcus bacillaris	I	3	II	96	IV	120	IV	132	III	13	III	57	III	29	.	.	.	.	.	.	.	.	33
Peridinium Willei	II	30	V	234	V	266	V	247	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	55
Phacus longicauda var. tortus	.	.	I	8	II	25	I	14	.	.	IV	52	II	17	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Staurastrum vestitum	.	.	I	5	IV	19	II	10	.	.	.	.	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	2
Cosmarium bioculatum	.	.	.	.	.	.	.	.	I	5	III	29	II	13	V	46	.	.	.	.	.	.	12
Spondylosium planum	.	.	.	.	.	.	.	.	V	56	V	46	V	52	II	10	.	.	.	.	.	.	12
2. Subdominanty Subdominants																								
Merismopedia glauca	I	10	I	8	II	25	I	14	I	11	.	.	I	11	I	4	.	.	.	.	I	8	9
Euastrum pinnatum	I	23	I	38	II	57	I	42	II	77	I	38	II	58	III	105	.	.	.	.	.	.	46
Pediastrum boryanum	II	40	I	8	.	.	I	5	I	6	.	.	I	3	I	12	.	.	.	.	.	.	12
Xanthidium armatum	.	.	.	.	I	36	I	10	II	77	I	38	II	51	I	19	.	.	.	.	I	19	20
Peridinium Volzii	.	.	I	17	I	13	I	14	II	22	I	17	I	19	.	.	II	33	.	.	I	17	10
Merismopedia minima	.	.	III	15	II	7	III	12	I	3	I	2	I	4	I	4	I	5	.	.	I	2	4
Micrasterias denticulata	.	.	I	31	I	46	I	50	II	82	II	92	II	82	III	202	.	.	.	.	.	.	67
Synedra tabulata	.	.	II	8	II	16	II	10	.	.	I	2	I	2	I	1	.	.	.	.	.	.	3
Closterium Ulna	.	.	II	25	III	50	II	36	I	6	I	8	I	6	I	8	.	.	.	.	.	.	10
Fragilaria capucina	I	46	II	58	II	57	II	63	I	26	.	.	I	13	.	.	.	.	.	.	.	.	24
Sphaerocystis Schroeteri	III	43	I	2	.	.	I	1	.	.	I	8	I	6	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Oocystis parva	II	9	II	10	I	4	II	7	.	.	I	5	I	2	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Oocystis Borgei	I	6	.	.	II	7	I	3	.	.	I	2	I	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Dictyosphaerium Ehrenbergianum	II	30	I	17	I	13	I	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Gomphosphaeria lacustris	I	3	II	17	III	92	II	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Stephanodiscus astraea	III	33	III	17	II	13	III	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Stephanodiscus astraea var. minutulus	III	15	I	2	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Synedra acus	II	9	I	2	.	.	I	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Merismopedia elegans	.	.	I	38	III	115	II	63	I	13	I	19	I	26	.	.	.	.	.	.	.	.	18
Phacus lismorensis	.	.	.	.	II	25	I	9	I	6	I	8	I	6	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Crucigenia quadrata	.	.	I	2	I	4	I	3	II	7	I	5	I	5	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Spondylosium pulchellum	.	.	.	.	III	15	I	5	I	2	I	2	I	3	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Astasia sp.	.	.	.	.	II	7	I	3	.	.	II	13	I	4	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Closterium Lunula	.	.	.	.	I	46	I	34	I	21	II	123	I	62	II	77	.	.	.	.	.	.	35
Scenedesmus acutiformis	.	.	.	.	II	7	I	3	II	7	I	5	I	6	II	6	.	.	.	.	.	.	3
Micrasterias rotata f.evoluta	.	.	.	.	.	.	.	.	I	62	II	92	I	72	III	170	.	.	.	.	.	.	48
Scenedesmus serratus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2	I	1	II	7	.	.	.	.	.	.	2
Micrasterias papillifera var. glabra	.	.	.	.	II	86	I	31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Quadrigula lacustris	.	.	II	25	I	13	II	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Euglena acus	.	.	.	.	II	57	I	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Staurastrum polymorphum	.	.	II	10	II	7	II	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Phacus longicauda f. vix-tortus	.	.	.	.	II	25	I	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2

Phacus curvicauda	.	.	.	.	II	7	I	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Tetraedron minimum	.	.	I	5	II	7	I	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Crucigenia triangularis	.	.	.	.	II	7	I	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Staurastrum aristiferum f. indentatum	.	.	I	2	II	7	I	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Ankistrodesmus falcatus var. setiformis f. elongata	.	.	III	2	I	1	II	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<1
Astasia breviciliata	.	.	.	.	II	7	I	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Characium gracilipes	.	.	.	.	.	.	.	.	III	61	III	12	III	40	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Schroederya Judayi	.	.	.	.	.	.	.	.	II	8	I	5	II	7	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Aphanothece nidulans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	50	.	.	II	33	7
II. Zooplankton																							
1. Dominanty Dominants																							
Rotatoria sp. div.	V	291	V	531	V	561	V	531	V	101	IV	90	IV	106	V	258	V	283	V	240	V	229	283
Cyclops strenuus var. landei	V	1859	IV	1060	V	1504	IV	1142	.	.	I	31	I	10	IV	721	V	1162	V	2475	V	1772	1101
Ceriodaphnia quadrangula	.	.	V	387	IV	144	V	284	V	1909	V	1785	V	1874	V	1044	I	495	.	.	I	247	690
Eudiaptomus graciloides	II	111	V	610	V	465	V	519	IV	265	I	62	III	194	.	.	I	62	.	.	I	31	171
Diaphanosoma brachyurum	.	.	.	.	.	.	.	.	V	775	V	612	V	733	I	92	.	.	.	.	.	.	165
Nauplius	V	331	V	257	IV	212	V	226	II	39	II	25	II	33	IV	179	V	332	V	302	V	292	212
2. Subdominanty Subdominants																							
Chydorus sp.			III	52	II	25	II	38	I	5	.	.	I	3	I	8	.	.	.	.	.	.	10

2 m, a niekiedy do 3 m były obficiej zasiedlone przez *Arthrodesmus Ralfsii* niż dolne, obejmujące słup wody od 4 - 5 m.

Cyclops strenuus var. *landei* znany jest (Ryłov 1948) jako charakterystyczna forma małych, dystroficznych zbiorników, ubogich w substancje mineralne, a zwłaszcza w wapń. Jednakże w silnie dystroficznych wodach o pH $\leqq$ 4 nie występuje. Jest odmianą typowo zimową. Według Ryłova (l.c.) młode osobniki pojawiają się jesienią, dojrzałość płciową osiągają w listopadzie i grudniu, maksimum liczebności wykazują zwykle w lutym, a w kwietniu zanikają. W jeziorze Smolak *Cyclops strenuus* var. *landei* spotykano podczas całego okresu badań, zwykle w charakterze dominanta. Tylko latem występował jedynie w przydennych warstwach wody jako adominant. Najwyższą wartość współczynnika pokrycia (*P*) osiągał wczesną wiosną (1859) oraz zimą pod pokrywą lodową (1772), podczas której gromadził się głównie w dolnych (4 - 5 m), cieplejszych (4,5 - 4,8°C) warstwach wody (tab. 15). *Cyclops strenuus* var. *landei* znany jest z okolic jeziora Wigry (Ryłov l.c.) oraz z płytkich (6,2 - 6,6 m) jezior Duszatyńskich (Kowalczyk i Radwan 1962) leżących w zachodniej części Bieszczad, na wysokości 990 m n.p.m., których pH wody = 6,2.

Grupę okresowych dominantów stanowiły formy obecne w planktonie podczas wszystkich sezonów, spotykane poza okresami dominacji w charakterze bądź subdominanta, czy adominanta oraz formy obserwowane nie we wszystkich porach roku. Brak jest wśród nich form krótkotrwałych, ograniczonych w pojawie do jednego tylko sezonu. Zdecydowanie przeważały (79,0%) dominanty notowane nie we wszystkich okresach badań. Przynależność systematyczną dominantów (stałych i okresowych) w poszczególnych sezonach ilustruje poniższe zestawienie:

	wczesna wiosna	wiosna	lato	jesień	zima
Cyanophyceae	—	—	1	1	—
Euglenophyceae	—	—	—	—	1
Dinophyceae	—	2	1	1	—
Chrysophyceae	—	—	—	1	—
Bacillariophyceae	3	1	1	1	—
Chlorophyceae	2	11	13	10	6
Chlorococcales	2	6	4	3	2
Ulotrichales	—	1	—	—	—
Conjugales	—	4	9	7	4
Rotatoria sp. div.	1	1	1	1	1
Copepoda	1	2	—	1	1
Cladocera	—	1	2	1	—
Razem	7	18	19	17	9

Najwięcej form osiągnęło V i IV stopień stałości w okresie od wiosny do jesieni. Mniej więcej o połowę mniej dominantów znaleziono zimą, a najmniej wiosną.

Poza wczesną wiosną, podczas której wśród dominantów znalazły się obok okrzemek i zielenice, przez pozostałe pory roku te ostatnie zdecydowanie przeważały nad pojedynczymi gatunkami o V i IV stopniu stałości reprezentującymi inne grupy systematyczne.

Poszczególne sezony różniły się między sobą ogólną liczbą dominantów, pojawianiem się wśród nich w różnych porach roku, obok stale dominujących zielenic, gatunków z coraz to innych gromad. Zmianom ulegał również skład gatunkowy w obrębie dominujących zielenic. Różniła się także w poszczególnych okresach wartość współczynnika pokrycia (*P*) różnych dominantów, a tym samym grupa gatunków o najwyższych wartościach współczynnika przedstawiała różny skład jakościowy. Powyższe różnice stanowią podstawę do wyróżnienia aspektów sezonowych w zbiorowisku planktonowym jeziora Smolak.

Wśród glonów mających wartość diagnostyczną dla aspektów sezonowych, a więc tych spośród dominantów, które w poszczególnych sezonach wykazywały najwyższą wartość współczynnika pokrycia (*P*), przeważały z reguły gatunki, których preferencja wód kwaśnych jest powszechnie znana. Do takich gatunków należy zaliczyć: *Tabellaria flocculosa, Dinobryon pediforme, Staurastrum dejectum, St. brachiatum,* gatunki rodzaju *Arthrodesmus* i *Micrasterias.*

Nieliczna grupa, jaką stanowiły w jeziorze Smolak dominanty, we wszystkich porach roku decydowała o masie planktonu tak roślinnego, jak i zwierzęcego. Wielkość współczynnika pokrycia (*P*) dominantów łącznie fito- i zooplanktonu stanowiła w różnych sezonach od 66,1% wczesną wiosną do 85,0% latem wartości tegoż współczynnika określanego dla całego planktonu, a biorąc pod uwagę tylko glony od 42,7% wiosną do 82,7% jesienią.

Poza wczesną wiosną, podczas której największe znaczenie pod względem masy miały dominujące gatunki okrzemek (32,9% wartości współczynnika pokrycia *P* wszystkich glonów), w pozostałych porach roku pierwsze miejsce zajmowały zielenice. Procentowy ich udział zmieniał się od 25,9 wiosną do 70,7 latem, przy czym był on również wysoki (około 50) jesienią i zimą. O ile w okresie od wczesnej wiosny do lata zielenice z rzędu *Chlorococcales* przeważały nad tymi z rzędu *Conjugales,* jesienią i zimą sytuacja zmieniła się na korzyść tych ostatnich. Z pozostałych grup, tylko dominujące gatunki bruzdnic wiosną i złotowiciowców jesienią doszły do większego rozwoju, osiągając wysokie wartości współczynnika pokrycia (*P*) — pierwsze stanowiły 12,2%, drugie — 26,2% masy glonów.

Udział różnych grup systematycznych w masie dominantów planktonu zwierzęcego kształtował się w różnych sezonach odmiennie. Podczas wiosny (włączając również okres wczesnej wiosny) i zimy przeważały *Copepoda*; wielkość ich współczynnika pokrycia (*P*) stanowiła 67,1 - 88,6% wartości ogółu organizmów zwierzęcych; natomiast latem i jesienią

największe znaczenie osiągały wioślarki, udział ich wahał się od 51,6 - 96,1%.

Formy towarzyszące obecne w planktonie jeziora Smolak w liczbie 42, co stanowi 25,9% wszystkich organizmów planktonowych, reprezentowały w poszczególnych porach roku następujące grupy taksonomiczne: *Cyanophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Copepoda* i *Cladocera.*

Najwięcej form (20) osiągnęło III i II stopień stałości wiosną, najmniej natomiast (6) zimą. Najliczniejszą wśród nich grupę (24 taksony) tworzyły zielenice, reprezentujące zarówno rząd *Chlorococcales* jak i rząd *Conjugales.* Podczas całego okresu wegetacji zielenice przeważały nad subdominantami planktonu roślinnego należącymi do innych grup systematycznych.

W największej masie towarzyszące formy planktonu występowały wiosną, osiągając 21,9% łącznej dla całego planktonu wartości współczynnika pokrycia (*P*), w najmniejszej natomiast zimą, stanowiąc tylko 6,5%. Wysokie wartości współczynnika pokrycia (*P*) wiosną (1540) osiągnęły one w związku z obfitym występowaniem *Dinobryon pediforme,* natomiast jesienią (654) spowodowane były stosunkowo częstą obecnością gatunków cechujących się bardzo dużymi wymiarami komórek, takich jak *Micrasterias denticulata, M. rotata* f. *evoluta, Euastrum pinnatum.* Wśród towarzyszących form glonów największe znaczenie pod względem masy wykazywały: wczesną wiosną, latem i jesienią — zielenice, natomiast wiosną i zimą — złotowiciowce. Przez okres od wiosny do jesieni zielenice z rzędu *Chlorococcales* ustępowały przed przewagą zielenic z rzędu *Conjugales.*

Znaczenie form towarzyszących w planktonie zwierzęcym tak pod względem liczby reprezentantów, jak i wielkości współczynnika pokrycia (*P*) w żadnym z okresów nie było duże. Stanowiły one w różnych porach roku zaledwie 1,3 - 8,4% masy całego zooplanktonu.

Z gatunków osiągających w planktonie jeziora Smolak III i II stopień stałości tylko jeden — *Merismopedia glauca* stanowił stały składnik planktonu, a 14 spotykano tylko w jednym sezonie. *Micrasterias papillifera* var. *glabra, Quadrigula lacustris, Euglena acus, Staurastrum polymorphum, Phacus longicauda* f. *vix-tortus, Ph. curvicauda, Tetraëdron minimum, Crucigenia triangularis, Staurastrum aristiferum* f. *indentatum, Ankistrodesmus falcatus* var. *setiformis* f. *elongata* i *Astasia breviciliata* obserwowano wyłącznie wiosną; *Characium gracilipes* i *Schroederya Judayi* notowano jedynie latem, a *Aphanothece nidulans* spotykano tylko jesienią. Większość form towarzyszących stanowiła bardziej stałe komponenty, obecne w planktonie przez kilka kolejnych sezonów. Aczkolwiek znakomita większość subdominantów wykazywała zwykle niskie wartości współczynnika pokrycia (*P*), nie przekraczające 100, to jednak liczba gatunków osiągających wyższe wartości była w jeziorze Smolak

większa niż w innych jeziorach. Pozostaje to w związku z obecnością w planktonie jeziora Smolak pewnych gatunków acidofilnych, o szczególnie dużych wymiarach komórek, charakterystycznych dla tego typu środowisk. Podczas wiosny wysoką wartość współczynnika pokrycia (*P*) osiągnął (tab. 15) *Dinobryon pediforme* (963) oraz *Micrasterias denticulata* var. *notata* (151), jesienią natomiast *Micrasterias denticulata* (202), *M. rotata* f. *evoluta* (170) oraz *Euastrum pinnatum* (105). Wprawdzie komponenty towarzyszące cechowały się na ogół niskimi wartościami współczynnika (*P*), to jednak miały one pewne znaczenie przy określaniu aspektów sezonowych, w różnym stopniu urozmaicając skład jakościowy oraz zwiększając masę poszczególnych grup taksonomicznych uwypuklały ich znaczenie w poszczególnych porach roku.

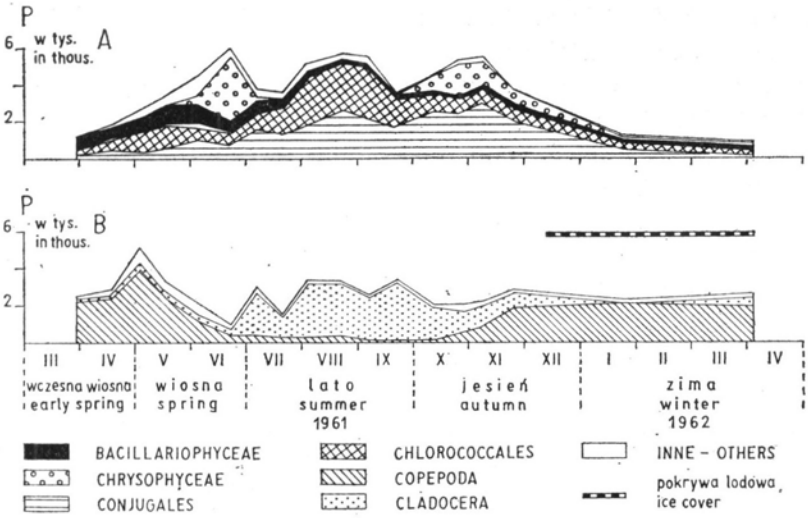
Przypadkowe składniki w planktonie jeziora Smolak stanowiły procentowo bogatszą niż w innych jeziorach grupę obejmującą 52,5% wszystkich taksonów. Udział ich w różnych sezonach na ogół wyrównany, najwyższy był wiosną — 62,4%, najniższy jesienią— 50,8%. W przeciwieństwie do jezior Harsz i Lemięt, w których w żadnym okresie adominanty nie wykazywały większego znaczenia pod względem masy, w jeziorze Smolak udział ich był z reguły wyższy, wahając się od 15,3% wczesną wiosną do 3,6% jesienią, a biorąc pod uwagę same glony aż 35,5 - 3,2%. Masa jaką tworzyły przypadkowe komponenty planktonu roślinnego wczesną wiosną była w przybliżeniu równa tej, jaką wykazywały składniki dominujące. Wśród przypadkowych form we wszystkich porach roku pierwsze miejsce tak co do liczby, jak i wielkości współczynnika pokrycia (*P*) zajmowały zielenice, a wśród nich szczególnie dużą masę tworzyły sprzężnice, głównie ze względu na duże wymiary komórek szeregu gatunków wchodzących w ich skład. Drugie miejsce przypadało okrzemkom, najobficiej i najliczniej reprezentowanym wczesną wiosną. Zwraca uwagę duży udział wiosną euglenin, malejący, względnie zanikający w innych sezonach. Wybitnie małe znaczenie przez cały okres wegetacji posiadały adominanty zooplanktonu i tylko zimą przeważały nad glonami.

Z 69 jednostek taksonomicznych glonów znalezionych wyłącznie w jeziorze Smolak 43% stanowiły formy acidofilne, preferujące wody kwaśne. Najliczniej reprezentowane były tu sprzężnice — 24 taksony, w mniejszym stopniu eugleniny — 5 taksonów i tylko 1 gatunek z grupy złotowiciowców. Następujące gatunki znane jako acidofilne znaleziono w planktonie jeziora Smolak: *Arthrodesmus incus* var. *extensus, A. Ralfsii, Closterium didymotocum, Cl. intermedium, Cl. striolatum, Euastrum binale, E. binale* f. *Gutwińskii, E. pinnatum, Gymnozyga moniliformis, Micrasterias denticulata, M. denticulata* var. *notata, M. papillifera* var. *glabra, M. rotata, M. rotata* f. *evoluta, M. truncata, Penium Libellula, Spirotaenia obscura, Spondylosium pulchellum, Staurastrum brachiatum,*

St. dejectum, St. muricatum, St. polymorphum, St. vestitum, Xanthidium armatum oraz *Astasia breviciliata, Distigma proteus, Phacus curvicauda, Ph. lismorensis, Ph. suecicus* var. *oidion* i *Dinobryon pediforme.*

2. Sezonowe zmiany ilościowe i jakościowe

W rocznym cyklu rozwojowym zbiorowiska glonów planktonowych wyodrębniały się w jeziorze Smolak trzy okresy (rys. 17): 1) wczesnowiosenny okres ubóstwa glonów, 2) długotrwały okres rozwoju fitoplanktonu utrzymujący się od czerwca do listopada i 3) okres zimowy cechujący się daleko posuniętym zubożeniem planktonu roślinnego.



Rys. 17. Sezonowe zmiany w ilości i składzie fitoplanktonu (*A*) w warstwie górnej (0 - 2 m) i zooplanktonu (B) w całym słupie wody (0 - 5 m) dystroficznego jeziora Smolak. Ilość wyrażono współczynnikiem pokrycia (*P*)

Quantitative and qualitative seasonal changes of phytoplankton (A) in the upper layer (0 - 2 m), and of zooplankton (B) in the whole column of water (0 - 5 m) in dystrophic lake Smolak. Quantity expressed by the coefficient of coverage (*P*)

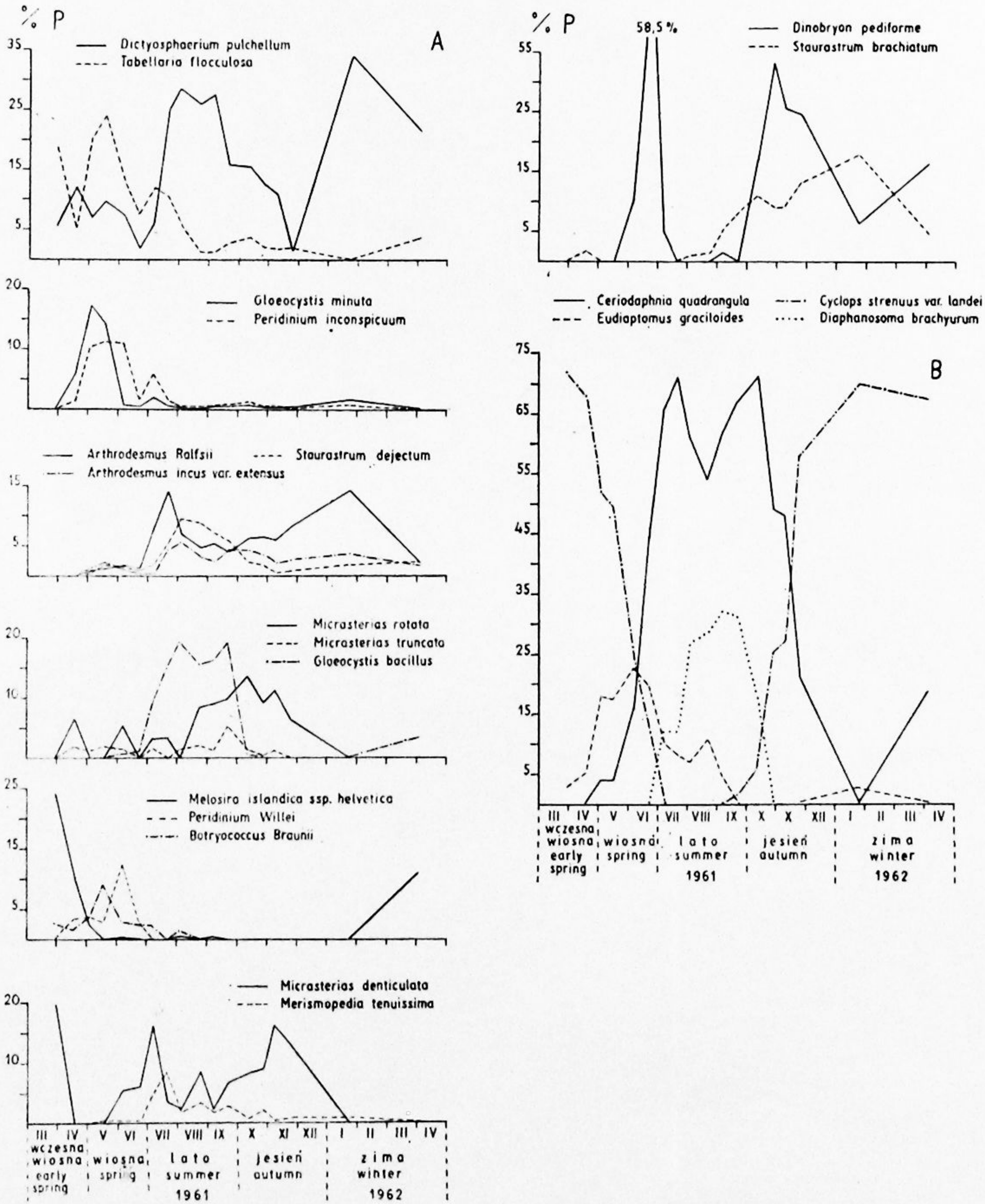
Podczas trwającego od wiosny do jesieni wzrostu flory glonów planktonowych, który przebiegał przy temperaturach powierzchniowych warstw wody wahających się od 23,8 - 6,9°C, zaznaczyły się trzy, o zbliżonej wielkości maksima, rozdzielone dwoma krótkotrwałymi i niedużymi załamaniami rozwoju fitoplanktonu. Jakościowy charakter tych szczytów był odmienny. Pierwszy z nich, wiosenny, spowodowany przede wszystkim rozwojem złotowiciowców, a zwłaszcza jednego gatunku — *Dinobryon pediforme,* który stanowił w tym czasie 58,5% całego fitoplanktonu (rys. 18), nastąpił w czerwcu, przy temperaturze wód powierzchniowych równej 20,2°C. Drugie letnie maksimum związane z rozwojem zielenic, tak z rzędu *Chlorococcales,* jak i *Conjugales,* trwa-

jące najdłużej, bo przez cały sierpień i początek września utrzymywało się przy temperaturach 20,0 - 18,0°C. Najważniejszymi wówczas gatunkami były: *Dictyosphaerium pulchellum* (26,0 - 28,5%), *Gloeocystis bacillus* (15,5 - 19,5%), *Micrasterias* sp. div. (4,0 - 19,0%), *Arthrodesmus* sp. div. (8,0 - 12,5%) oraz *Staurastrum dejectum* (7,0 - 9,5%). Trzeci jesienny szczyt, któremu charakter nadawały głównie sprzężnice oraz złotowiciowce miał miejsce na przełomie października i listopada przy temperaturach 10,0 - 6,9°C. Największy udział w tym czasie wykazywały kolejno: *Dinobryon pediforme* 33,5 - 25,7%; *Micrasterias* sp. div. 28,4 - 19,0%; *Dictyosphaerium pulchellum* 12,5 - 11,0%; *Arthrodesmus* sp. div. 10,0 - 8,3%; *Staurastrum brachiatum* 9,3 - 9,2%.

O charakterze ubogiej flory glonów w okresie od marca do maja decydowały obok zielenic także okrzemki, u których właśnie na ten okres przypadało największe nasilenie rozwoju, trwające aż do czerwca. Szczególnie intensywnie rozwinęły się wówczas *Melosira islandica* ssp. *helvetica* i *Tabellaria flocculosa*. Najwyższy ich udział wynosił kolejno 24,3% i 24,0%. Z innych grup, maksimum swego rozwoju osiągnęły — *Gloeocystis minuta*, stanowiąc w maju 17,2% oraz *Peridinium inconspicuum*, którego udział w kilku kolejnych połowach w maju i czerwcu wynosił 10,6 - 11,0% masy całego fitoplanktonu. Również duże znaczenie wykazywał na początku okresu wegetacyjnego *Micrasterias denticulata*, stanowiąc około 20%.

Podczas najostrzej zaznaczającego się minimum fitoplanktonu w zimie, pod pokrywą lodową przeważały nad innymi zielenice, a wśród nich największe znaczenie miały: *Dictyosphaerium pulchellum*, *Staurastrum brachiatum*, *Arthrodesmus Ralfsii*, osiągając kolejno 34,0%, 18,0%, 14,0% masy glonów. Z innych grup tylko *Melosira islandica* ssp. *helvetica* zwiększyła swój udział do 11%.

Ujmując ogólnie, sezonowe zmiany jakościowe fitoplanktonu można scharakteryzować następująco: wczesną wiosną w największej masie wystąpiły okrzemki oraz zielenice, głównie z rzędu *Chlorococcales* (tab. 14); wiosną okrzemki ustąpiły przed decydującą przewagą zielenic, wśród których rząd *Chlorococcales* zajmował pierwsze miejsce oraz złotowiciowców; dość duże znaczenie osiągnęły w tym czasie również bruzdnice; latem panowały zielenice, w równej mierze należące do rzędu *Chlorococcales* jak i *Conjugales;* w jesieni w dalszym ciągu zielenice utrzymywały się na pierwszym miejscu, ale przeważały wśród nich sprzężnice, drugie miejsce zajmowały podobnie jak wiosną złotowiciowce; zimą główną masę planktonu roślinnego tworzyły również zielenice reprezentowane w podobnym stopniu przez rząd *Chlorococcales* jak i *Conjugales*. Proces stopniowego wzrostu znaczenia tych ostatnich ilustrują liczby wyrażające stosunek wartości współczynnika pokrycia (*P*) *Chlorococcales* do *Conjugales* w kolejnych sezonach: wczesna wiosna — 1,9, wiosna — 1,3, lato — 1,0, jesień — 0,4, zima — 0,8.



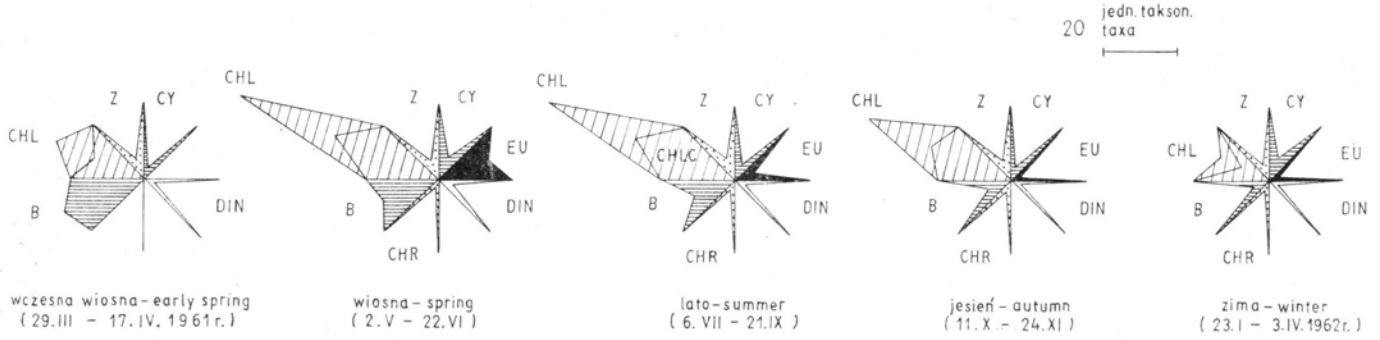
Rys. 18. Procentowy udział ważniejszych dominantów fitoplanktonu (A) w warstwie górnej (0 - 2 m) i zooplanktonu (B) w całym słupie wody (0 - 5 m) jeziora Smolak w poszczególnych porach roku

Percentage share of the more important dominants of phytoplankton (A) in the upper layer (0 - 2 m), and of zooplankton (B) in the whole column of water (0 - 5 m) in lake Smolak in respective seasons

Jezioro Smolak wyróżnia się spośród innych jezior daleko posuniętym ubóstwem planktonu roślinnego, utrzymującym się ze stosunkowo niedużymi wahaniami podczas całego okresu badań. Maksymalna sumaryczna wartość współczynnika pokrycia (*P*), jaką osiągnął fitoplankton w jeziorze Smolak była czterokrotnie niższa niż w jeziorze Lemięt, a ponad trzykrotnie niższa niż w jeziorze Harsz. Tak mała masa glonów zbiega się tu z wybitnie niską zasobnością w sole mineralne. Wszystkie składniki, z wyjątkiem azotu (w postaci azotanów) i żelaza wykazywały w jeziorze Smolak dużo niższe wartości, niż w jeziorach Harsz i Lemięt (tab. 2 i rys. 1). Szczególnie ubogie było ono w wapń oraz siarczany. Analizując przebieg sezonowych zmian obfitości planktonu roślinnego oraz zasobności wody w sole mineralne nie stwierdzono między nimi korelacji.

Najwyższe ilości związków odżywczych znajdowane jesienią zbiegały się z najbogatszą florą glonów, której sumaryczna wielkość współczynnika pokrycia (*P*) wynosiła 4651 (tab. 14); najniższe, notowane wiosną przypadały również na okres stosunkowo dużego bogactwa fitoplanktonu (P = 4471). Podczas okresu wiosennego woda jeziora Smolak była szczególnie uboga w azot amoniakalny oraz chlorki. Ponadto nie stwierdzono obecności fosforanów, azotanów, azotynów, wapnia oraz żelaza. O najwyższej jesienią zasobności w sole mineralne (ocenianej jako średnia z wszystkich składników) decydowały szczególnie wysokie ilości azotu amoniakalnego oraz chlorki.

Sezonowym zmianom w obfitości oraz charakterze jakościowym fitoplanktonu towarzyszyły wahania ogólnej liczby jego komponentów, a także skład gatunkowy w poszczególnych porach roku wykazywał pewne różnice (rys. 19). Począwszy od kwietnia aż do połowy listopada, przy temperaturach górnych warstw wody (0 - 2 m) zmieniających się od 23,8 - 6,9°C plankton roślinny był bogaty w gatunki, natomiast w pierwszym terminie poboru prób w marcu oraz podczas zimy, kiedy na powierzchni jeziora zalegała przez cztery miesiące pokrywa lodowa, flora glonów charakteryzowała się ubogim składem gatunkowym. Najbardziej urozmaicony plankton towarzyszył wiosennemu maksimum obfitości glonów, które nastąpiło w czerwcu, przy temperaturze 20,2°C. Powtórny, ale niższy od pierwszego wzrost liczby komponentów miał miejsce przy temperaturze 18,0°C, podczas letniego szczytu masy fitoplanktonu, a trzeci, najniższy przy temperaturze 6,9°C zbiegał się z jesiennym maksimum obfitości glonów. Niemal przez cały okres badań o zróżnicowaniu planktonu roślinnego decydowały zielenice z rzędów *Chlorococcales* i *Conjugales*. Zwraca uwagę stosunkowo stała liczba obecnych w planktonie jednostek taksonomicznych obu rzędów, utrzymująca się przez cały niemal okres wegetacji. Z innych gromad — okrzemki wczesną wiosną i wiosną, a eugleniny krótkotrwale podczas wiosny, w większym stopniu od innych wpływały na urozmaicenie flory glonów w jeziorze



CY - Cyanophyceae ; EU - Euglenophyceae ; DIN - Dinophyceae ; CHR - Chrysophyceae ; B - Bacillariophyceae ; CHL - Chlorophyceae ; CHLC - Chlorococcales ; Z - Zooplankton

Rys. 19. Jakościowy skład planktonu jeziora Smolak w różnych sezonach roku. Wykresy skonstruowane wg metody Mauchy (1932) ilustrują udział jednostek taksonomicznych w poszczególnych grupach planktonu

Qualitative composition of plankton in lake Smolak in different seasons. Diagrams constructed according to the Maucha's method (1932) express the share of taxa in the respective groups of plankton

Smolak. Największe zróżnicowanie znaleziono w obrębie następujących rodzajów: *Scenedesmus, Pediastrum, Closterium, Staurastrum* i *Phacus*. Wraz ze spadkiem temperatury do 3,0°C w drugiej połowie listopada rozpoczął się stopniowy zanik szeregu gatunków, zwłaszcza zielenic, pogłębiający się podczas zimy.

Ocena wahań ilościowych, a także jakościowych zmian, jakim ulegał plankton roślinny w ciągu roku, przeprowadzona metodą socjologiczną, daje również w jeziorze Smolak obraz odbiegający w pewnym stopniu od tego, jaki uzyskuje się na drodze stosowania obliczeń bezwzględnych ilości osobników w litrze wody, a także pomiarów chlorofilu. Niezgodności te dotyczą: 1) terminów występowania ilościowych wzrostów glonów; 2) znaczenia niektórych ich gromad w różnych porach roku. Na podstawie oceny liczebności, plankton roślinny wykazywał trzy maksima (rys. 13), podobnie zresztą jak w przypadku gdy posługiwano się współczynnikiem pokrycia (*P*) (rys. 17), z tą jednak różnicą, że według pierwszej z nich najsilniejszy rozwój glonów nastąpił jesienią, najsłabszy — mniej więcej o połowę słabszy — wiosną, w połowie maja. Najniższego, wiosennego maksimum fitoplanktonu nie wykazały pomiary chlorofilu. Przyczyna braku zgodności obu ocen leżała w składzie gatunkowym planktonu roślinnego. W połowie maja nastąpił rozwój *Gloeocystis minuta*, zwiększając wprawdzie w dużym stopniu liczebność glonów, ale ze względu na wybitnie małe wymiary kolonii, w postaci której gatunek ten występuje, nie powodując wyraźnych zmian w ilości chlorofilu. W dużej zgodności natomiast pozostają pokrywające się ze sobą maksima liczebności fitoplanktonu i ilości chlorofilu latem i jesienią, a także minima przypadające na czerwiec, wrzesień i cały okres zimowy (rys. 13). Cechą charakterystyczną ilościowych zmian fitoplanktonu ocenianych metodą chlorofilową oraz na podstawie liczby osobników w litrze wody jest ostrość zaznaczających się maksimów i minimów, wskazujących w przypadku tych ostatnich na daleko posunięte w niektórych okresach ubóstwo planktonu roślinnego, czego nie potwierdzają wyniki uzyskane na drodze obliczeń współczynnika pokrycia (*P*).

Na podstawie liczebności glonów, sprzężnice w dystroficznym jeziorze Smolak miały większe znaczenie niż wynika to z badań przeprowadzonych metodami socjologicznymi, zwłaszcza w okresie jesiennym, podczas którego stanowiły one 95 - 99% wszystkich osobników fitoplanktonu. Natomiast tak wyraźnie decydujące o wystąpieniu i charakterze wiosennego i jesiennego maksimum glonów złotowiciowce, jak wskazuje na to współczynnik pokrycia (*P*), przy określaniu sezonowych zmian fitoplanktonu w oparciu o jego liczebność nie odgrywały większego znaczenia. Przyczyną tej rozbieżności są duże wymiary kolonii przeważającego w obu sezonach gatunku — *Dinobryon pediforme*, który nawet przy średniej liczebności, z uwagi na dużą powierzchnię, osiągał wysoką wartość współczynnika pokrycia (*P*). Badania przeprowadzone obu metodami, tak socjo-

logiczną jak i obliczeń ilości osobników w litrze wody, pozostają w całkowitej zgodności co do zielenicowego charakteru planktonu roślinnego jeziora Smolak i doniosłego znaczenia w nim sprzężnic.

Flora glonów tego dystroficznego jeziora była przedmiotem już wcześniej podjętych, sporadycznych badań (Półtoracka 1963 a) przeprowadzonych w kilku okresach: zimą, wiosną i latem. W obu pierwszych sezonach skrajnie ubogi plankton nie różnił się od wielu równocześnie badanych jezior, reprezentujących inne typy limnologiczne, natomiast latem wyróżniał się dominacją wybitnie stenotopowej, acidofilnej formy — *Peridinium cinctum* var. *tuberosum* f. *cristatum* Kiss., która znana jest jako przedkładająca wody dystroficzne (Kiselev 1954), z bardzo nieznaczną zawartością wapnia i innych soli mineralnych oraz wykazująca całkowity brak chlorków. Ta kwasolubna forma stanowiła w sierpniu 1955 r. około 98% całego dość obfitego fitoplanktonu jeziora Smolak.

Przechodząc do charakterystyki sezonowych zmian ilościowych planktonu zwierzęcego zwraca uwagę fakt, że najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) osiągał on w okresie poprzedzającym wiosenne maksimum glonów — na początku maja oraz podczas drugiej połowy lata, w sierpniu i wrześniu (rys. 17), pokrywając się częściowo z letnim wzrostem planktonu roślinnego. Największe ubóstwo zooplanktonu w drugiej połowie czerwca zbiegało się z wiosennym szczytem fitoplanktonu. Podczas całego okresu jesiennego i zimowego plankton zwierzęcy wykazywał wartości współczynnika pokrycia (*P*) niewiele niższe, niż w czasie lata. Bardzo ostro zaznaczyły się w jeziorze Smolak różnice w jakościowym składzie zooplanktonu między latem i pierwszą połową jesieni, a pozostałymi sezonami. Podczas lata i w pierwszej połowie jesieni, główną masę zooplanktonu stanowiły wioślarki. Wśród nich przeważały nad innymi przede wszystkim *Ceriodaphnia quadrangula* oraz *Diaphanosoma brachyurum* (rys. 18), stanowiąc w tym czasie łącznie 48,0 - 98,0% całego planktonu zwierzęcego. Intensywny rozwój *Ceriodaphnia quadrangula* podczas lata przebiegał przy temperaturach słupa wody wahających się od 22,6 - 13,0°C. *Diaphanosoma brachyurum* natomiast osiągała najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w drugiej połowie lata (VIII - IX), przy temperaturach zmieniających się w węższym zakresie: 20,0 - 16,0°C. W innych porach roku o jakościowym charakterze zooplanktonu decydowały widłonogi, wśród których szczególnie wysokie wartości współczynnika pokrycia (*P*) osiągał *Cyclops strenuus* var. *landei*, który wczesną wiosną, wiosną oraz pod koniec jesieni i zimą stanowił główny składnik planktonu. Najsilniejszy rozwój tego gatunku obserwowano w okresie od marca do maja przy temperaturach słupa wody 5,2 - 15,8°C oraz od listopada do kwietnia przy temperaturach 0,6 - 4,8°C. Obok *Cyclops strenuus* var. *landei* ważnym składnikiem wiosną był również *Eudiaptomus graciloides*, którego udział w tym czasie wahał się w poszczególnych połowach od 17,3 - 22,5%.

Omówione wyżej sezonowe różnice w składzie gatunkowym organizmów roślinnych i zwierzęcych dają podstawę do wyróżnienia w zbiorowisku planktonowym dystroficznego jeziora Smolak trzech aspektów sezonowych: aspektu wiosennego, aspektu letniego i aspektu jesiennego. Wyodrębnione aspekty sezonowe cechowały się obecnością w planktonie gatunków o wysokiej wartości współczynnika pokrycia (*P*), które nie występowały w innych porach roku, lub występowały, ale w niewielkiej masie. I tak wyróżniającymi aspekt wiosenny były złotowiciowce (*Dinobryon pediforme*), okrzemki (*Tabellaria flocculosa*), bruzdnice (*Peridinium inconspicuum*) i eugleniny, silniej zróżnicowane niż w innych sezonach; a z organizmów zwierzęcych — *Eudiaptomus graciloides* (rys. 9 i tab. 15). Aspekt letni wyodrębniał się obecnością obok gatunków sprzężnic (*Micrasterias* sp. div., *Staurastrum dejectum*), zielenicy z rzędu *Chlorococcales* (*Gloeocystis bacillus*), a z zooplanktonu — *Diaphanosoma brachyurum*. Wyróżniającymi aspekt jesienny były sprzężnice (*Micrasterias* sp. div., *Staurastrum brachiatum*) i złotowiciowce (*Dinobryon pediforme*).

3. Rozmieszczenie pionowe

Pod względem typu stratyfikacji jezioro Smolak wykazywało dwa piętra termiczne: epi- i metalimnion (Koryck a 1969). Proste uwarstwienie termiczne rozpoczęło się już w połowie kwietnia (rys. 5) i trwało do września; homotermia nastąpiła w październiku przy temperaturze równej 11,3°C. Skok termiczny formował się najczęściej na głębokości 2 - 3 m; maksymalny gradient termiczny podczas całego okresu prostej stratyfikacji wynosił 5,6°/m. Temperatury epilimnionu (0 - 2 m) wahały się w tym czasie (17.IV - 21.IX) od 10,0 - 23,8°C; natomiast uwzględniając tylko okres lata (VII - IX) od 16,7 - 22,6°C. Zakres temperatur przydennych warstw (4 - 5 m) w całym okresie prostej stratyfikacji termicznej wynosił 9,4 - 19,4°C, a tylko latem 13,0 - 19,4°C.

Wyraźne zróżnicowanie pionowe w zawartości tlenu nastąpiło w połowie maja. Poważne ubytki tlenowe zaznaczały się przez cały 5-miesięczny okres prostej termicznej stratyfikacji; oksyklina tworzyła się z reguły na głębokości 3 - 4 m. Warstwy przydenne wykazywały wysokie deficyty tlenowe (55,7 - 7,9% nasycenia tlenem). Począwszy od 6.VII aż do 6.IX poniżej 4 m stwierdzano siarkowodór. Ilość tlenu w epilimnionie w okresie prostego uwarstwienia termicznego latem wahała się od 11,4 - 6,7 mg/l, co odpowiadało 122,3 - 68,3% nasycenia; natomiast w przydennych warstwach (4 - 5 m) od 7,5 - 0,8 mg/l, co równało się 75,1 - 7,9% nasycenia.

W pierwszej połowie grudnia, a więc około miesiąc wcześniej niż jeziora Harsz i Lemięt — jezioro Smolak zamarzło. Okres zimowy charakteryzował się odwrotną stratyfikacją; temperatura górnych warstw wody

kształtowała się w granicach od 1,4 - 3,7°C; przydennych warstw była wyjątkowo wysoka, wyższa od innych jezior i wynosiła od 4,5 - 4,8°C. W okresie zimy nastąpiły silne deficyty tlenowe w przydennych partiach; na głębokości około 5 m znajdowano zaledwie 0,5 - 0,1 mg/l tlenu, co równało się 3,1 - 0,8% nasycenia tlenem. Znaczne wyczerpanie tlenu zaznaczało się już na głębokości 3 m. Spotykane tu ilości wahały się od 5,3 - 2,0 mg/l, co odpowiadało 40,8 - 15,4% nasycenia tlenem. Ponadto w styczniu, poniżej 4 m, a w kwietniu poniżej 3 m wystąpił siarkowodór.

Na podstawie odmiennie kształtujących się warunków środowiskowych w okresach stratyfikacji termicznej w górnych warstwach wody, ostro odgraniczonych od panujących w dolnych partiach, można było oczekiwać różnic w pionowym rozmieszczeniu planktonu. Aby uzyskać możliwie najostrzejszy ich obraz z jednej strony, z drugiej zaś chcąc zachować postulat jednorodności środowiska, porównywano w okresach zaznaczającej się stratyfikacji termicznej (wiosna, lato, zima) skrajne warstwy: 0 - 2 m i 4 - 5 m. Za porównywaniem słupów wody o tej właśnie miąższości przemawiały nie tylko odmienne warunki termiczne i tlenowe, ale również wyniki pomiarów chlorofilowych, stratyfikacja fitoplanktonu określana na podstawie liczebności osobników w litrze wody (rys. 5) oraz pomiary wilgotnej objętości sestonu (rys. 6), wskazujące na różnice w obfitości planktonu między tymi właśnie warstwami.

W okresach prostej i odwrotnej stratyfikacji termicznej plankton wykazywał pewne różnice w pionowym rozmieszczeniu, jednakże nie były one duże. Podczas prostego uwarstwienia termicznego, górne warstwy wody, o nieco bogatszym składzie gatunkowym fitoplanktonu (tab. 14) obejmowały wiosną mniejszą, a latem nieco większą masę glonów, niż dolne partie. Natomiast plankton zwierzęcy o podobnym w epi- i metalimnionie zróżnicowaniu jakościowym, mniej więcej równomiernie zasiedlający obie warstwy wiosną, latem skupiał się raczej w górnych warstwach. Zimą, pod lodem, w okresie odwrotnej stratyfikacji termicznej, górne partie o bogatszym składzie gatunkowym, zwłaszcza fitoplanktonu, wykazywały w podobnym stopniu jak i dolne warstwy ubóstwo masy planktonu roślinnego; natomiast plankton zwierzęcy, przewyższający 2 - 3 krotnie masę glonów gromadził się głównie bliżej dna.

W przeciwieństwie do mezotroficznego jeziora Harsz oraz eutroficznego jeziora Lemięt, w których pod względem jakościowego charakteru planktonu epi- i hypolimnion wykazywał daleko idące podobieństwo, w dystroficznym jeziorze Smolak, reprezentującym najbardziej skrajne warunki środowiska, metalimnion różnił się od epilimnionu obecnością kilku gatunków euglenin — *Distigma proteus, Astasia breviciliata, Astasia* sp., charakterystycznych dla środowisk o niskim pH, bogatych w rozpadające się związki organiczne. Cechą znamienną tych form w jeziorze Smolak była ich z reguły nieobecność, względnie sporadyczne występo-

wanie w charakterze adominanta, lub najwyżej subdominanta w epilimnionie, gdzie posiadały one zawsze niskie współczynniki pokrycia (*P*); natomiast w metalimnionie, w warunkach dużych deficytów tlenowych i obecności siarkowodoru osiągały niekiedy jako dominanty znacznie wyższe wartości — im bliżej dna, tym spotykano je częściej. Na podstawie obecności *Distigma proteus, Astasia breviciliata* i *Astasia* sp., głównie w przydennych warstwach wody, można wyróżnić w okresach stratyfikacji termicznej w metalimnionie odrębną fację zbiorowiska planktonowego jeziora Smolak.

Powyższe gatunki nie osiągając jednak nigdy wysokich wartości współczynnika pokrycia (*P*), w niewielkim tylko stopniu wpływały na różnice w obfitości glonów między górnymi i dolnymi partiami. Wiosną, podczas której masa planktonu roślinnego, a zwłaszcza takich gromad jak zielenice i eugleniny, była wyższa w dolnych warstwach niż w górnych, wiele gatunków wykazywało wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w metalimnionie, inne zaś w epilimnionie. Z grupy pierwszej największe różnice znaleziono (tab. 15) u *Dictyosphaerium pulchellum, Micrasterias denticulata* var. *notata* oraz *Tabellaria flocculosa;* z grupy drugiej u *Dinobryon pediforme, Peridinium inconspicuum* oraz *Botryococcus Braunii.* Latem większość dominantów i towarzyszących form glonów osiągała wyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*) w górnych warstwach wody. Największe różnice wykazywały: *Dictyosphaerium pulchellum, Gloeocystis bacillus, Arthrodesmus Ralfsii* i *Merismopedia tenuissima.* Natomiast spośród glonów obfitszych w przydennych partiach wody, szczególnie duże różnice dotyczyły — *Distigma proteus, Closterium Lunula, Micrasterias denticulata* var. *notata* oraz *M. rotata.* Podczas odwrotnego uwarstwienia termicznego zimą, pod pokrywą lodową, przy równomiernym rozmieszczeniu masy planktonu roślinnego w całym słupie wody, ale bogatszym w gatunki epilimnionie, większość form posiadała bądź podobne wartości współczynnika pokrycia (*P*) w górnych i dolnych partiach wody, bądź też wyższe w tych ostatnich, co wiązało się zapewne przynajmniej częściowo z opadaniem obumierających osobników w kierunku dna. Największe różnice wykazywały — *Staurastrum brachiatum* i *Distigma proteus.*

Pionowe rozmieszczenie zooplanktonu przedstawiające zmieniający się obraz w poszczególnych okresach stratyfikacji termicznej było wynikiem odmiennego zasiedlenia przez różne gatunki górnych i dolnych warstw jeziora. W okresach prostego oraz odwrotnego uwarstwienia termicznego szereg dominantów takich jak: *Ceriodaphnia quadrangula, Eudiaptomus graciloides,* a latem również *Diaphanosoma brachyurum* skupiały się w większej masie w lepiej natlenionym epilimnionie. Natomiast *Cyclops strenuus* var. *landei* gromadził się, zwłaszcza zimą, głównie w przydennych warstwach, gdzie przy wysokich deficytach tlenowych panowały najwyższe temperatury.

Obraz pionowego rozmieszczenia planktonu roślinnego w okresach stratyfikacji termicznej uzyskany na podstawie oceny obfitości flory glonów metodą socjologiczną nie odbiega, ujmując ogólnie, od tego, jaki otrzymujemy określając liczebność osobników w litrze wody lub mierząc wilgotną objętość sestonu. Wprawdzie w poszczególnych terminach poboru prób w pionowym rozmieszczeniu fitoplanktonu, ocenianym różnymi metodami dają się zauważyć mniejsze lub większe odchylenia, to jednak porównując ogólnie obfitość glonów w górnych i dolnych partiach jeziora w całym sezonie wiosennym, letnim i zimowym stwierdza się dość dużą zgodność wyników. Tylko chlorofil wykazujący podczas lata wybitne maksima w przydennych warstwach wody (rys. 5), jako przypuszczalnie pochodzący w tych partiach z innego niż fitoplankton źródła, pozostaje w całkowitej sprzeczności z obrazem pionowego rozmieszczenia flory glonów uzyskanym przez stosowanie różnych metod określania obfitości planktonu roślinnego.

UWAGI O CIEKAWSZYCH I RZADKO SPOTYKANYCH GATUNKACH

Radiocystis geminata Skuja. O ile mi wiadomo, jest gatunkiem podawanym dotychczas tylko z okolic Konina (Półtoracka 1968). Już wcześniej znalazłam go na Pojezierzu Mazurskim (materiały nie publikowane) w letnim (VIII) planktonie w a-mezotroficznych jeziorach: Pluszne, Leleskie i Szeląg; w b-mezotroficznym jeziorze Krzywe i eutroficznym jeziorze Siewki. W jeziorach Krzywe i Leleskie, a zwłaszcza w tym ostatnim, spotykano *Radiocystis geminata* w znacznej liczbie okazów. We wszystkich wspomnianych jeziorach, a szczególnie często w jeziorze Leleskie, obok pojedynczych, mniej więcej kulistych kolonii *Radiocystis geminata* obserwowano większe agregacje obejmujące od dwóch do kilku kolonii. Promieniste ułożenie rzędów pojedynczych lub podwójnych komórek było zwykle widoczne mniej lub bardziej wyraźnie. Wymiary: średn. kol. pojedynczej 46 - 63 μ; dł. kom. 2,2 - 2,7 μ; szer. kom. 1,6 - 2,1 μ; śred. kom. 2,0 - 2,6 μ.

Oscillatoria guttulata van Goor (Tabl. I, rys. 2). Gatunek nie był dotychczas podawany z Pojezierza Mazurskiego, nie znaleziono go również w dostępnej literaturze algologicznej dotyczącej innych regionów Polski. Jednorazowe jednak badania własne fitoplanktonu kilku jezior mazurskich przeprowadzone w sierpniu i wrześniu 1964 r. (materiały nie opublikowane) wykazały jego obecność w a-mezotroficznym jeziorze Pluszne i eutroficznym jeziorze Kortowo, w których obserwowano pojedyncze nitki tej sinicy. Podczas obecnych badań, również w postaci pojedynczych osobników notowano *Oscillatoria guttulata* w jeziorze Harsz w 8,7% prób oraz w jeziorze Lemięt w 14,0% prób przez cały okres wegetacji. Komórki od kwadratowych do wydłużonych, te ostatnie obserwowano

częściej, wypełnione były wodniczkami gazowymi, zajmującymi niekiedy znaczną część komórki. W próbkach planktonowych okazy *Oscillatoria guttulata* zwracały uwagę swoją niebieskawą barwą i silnie zaznaczającymi się wodniczkami gazowymi o bardzo zróżnicowanych wielkościach. Wymiary mieszczące się w granicach podawanych przez Huber-Pestalozziego (1938) i Starmacha (1966) są następujące: dł. kom. 5,9 - 8,8 μ; szer. kom. 3,0 - 5,2 μ.

Oscillatoria rubescens D.C. Mezotroficzne jezioro Harsz jest pierwszym znanym stanowiskiem tego gatunku na Pojezierzu Mazurskim. O masowym jego pojawie w tym jeziorze umieszczono już wcześniej krótką notatkę (Półtoracka 1963 b) w Gospodarce Rybnej. Wydaje się na podstawie obserwacji własnych innych jezior (jezioro Miodówka koło Olsztyna) oraz informacji o masowych pojawach czerwonych glonów uzyskiwanych w terenie od rybaków przeprowadzających połowy ryb zimą, że sinica ta występuje tu dość często, jednakże ze względu na rzadko przeprowadzane w okresie zimowym badania fitoplanktonu, z uwagi na ich szczególną w tym czasie uciążliwość, nie była dotychczas notowana. Z terenu Pomorza *Oscillatoria rubescens* podawana jest przez Kulmatyckiego (1925), który obserwował jej niezwykle intensywny zakwit w jeziorze Cichym. *Oscillatoria rubescens* znana jest jako gatunek zimnowodny, tworzący często w zimie, pod lodem czerwone zakwity (Huber-Pestalozzi 1938). Przeciętna temperatura maksimum dla tego gatunku wynosi (cyt. za Hutchinsonem 1967 str. 431) według Findenegga — 5,8°C; Ruttnera — 8,1°C; natomiast zakres temperatury optymalnej jest w przybliżeniu następujący: według Findenegga 5 - 8°C, Ruttnera 5,8 - 10,4°C, Wesenberg-Lunda 4 - 10°C. Również na podstawie badań Findenegga 1943 b (cyt. za Hutchinsonem l.c.) kilku jezior, a między innymi kilkuletnich obserwacji jeziora Wörthersee o maksymalnej głębokości 30 m i pełnym uwarstwieniu, jest wiadomo, że gatunek ten zachowuje się jak zimowa, zimnowodna, cieniolubna roślina. *Oscillatoria rubescens* zaczyna zanikać na powierzchni w kwietniu; ulega ona zwykle wielkiemu wzrostowi w hypolimnionie przy temperaturze 6 - 10°C podczas letniej stratyfikacji i staje się jednolicie rozprzestrzeniona w jeziorze zimą (rys. 109A według Hutchinsona l.c.). Podobne zachowanie obserwował również Thomas 1949 (cyt. za Hutchinsonem l. c.). Metalimnion lub górny hypolimnion latem reprezentują optymalne środowisko dla tego gatunku. Przypuszcza się, że czynnik świetlny lub uwalnianie się związków odżywczych (z organizmów martwych, z sedymentów pochodzących z epilimnetycznego planktonu lub z sedymentów kontaktujących się z warstwami hypolimnionu, w których glon rozwija się) musi decydować o metalimnetycznym lub hypolimnetycznym rozwoju *Oscillatoria rubescens*. Istnieją również hipotezy, że opadanie nitek tej sinicy w głąb, do zimniejszych warstw wody podczas lata jest związane z cię-

OBJAŚNIENIA TABLIC I - V
EXPLANATIONS OF THE PLATES I - V

Tablica I — Plate I

1 — *Chroococcus turgidus* (Kg.) Naeg., × 600; 2 — *Oscillatoria guttulata* van Goor, × 900; 3 — *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein em. Defl. var. *coronata* Lemm., × 900; 4 — *Distigma proteus* Ehr., × 400; 5, 5 a, 5 b — *Tetraspora simplex* Korschik., × 900; × 200; × 400

Tablica II — Plate II

5 c, 5 d — *Tetraspora simplex* Korschik., × 400; 6 — *Pseudosphaerocystis lacustris* (Lemm.) Novák., × 600; 7, 7 a — *Gloeocystis bacillus* Teiling, × 400, × 600

Tablica III — Plate III

8, 8 a — *Gloeocystis gigas* (Kütz.) Lagerh., × 400, × 600; 9 — *Gloeocystis planctonica* (W. et G.S. West) Lemm., × 400; 10 — *Oocystis Borgei* Snow, × 600; 11 — *Oocystis lacustris* Chodat, × 600; 12 — *Nephrocytium limneticum* G.M. Smith, × 900; 13 — *Quadrigula Pfitzeri* G.M. Smith, × 400

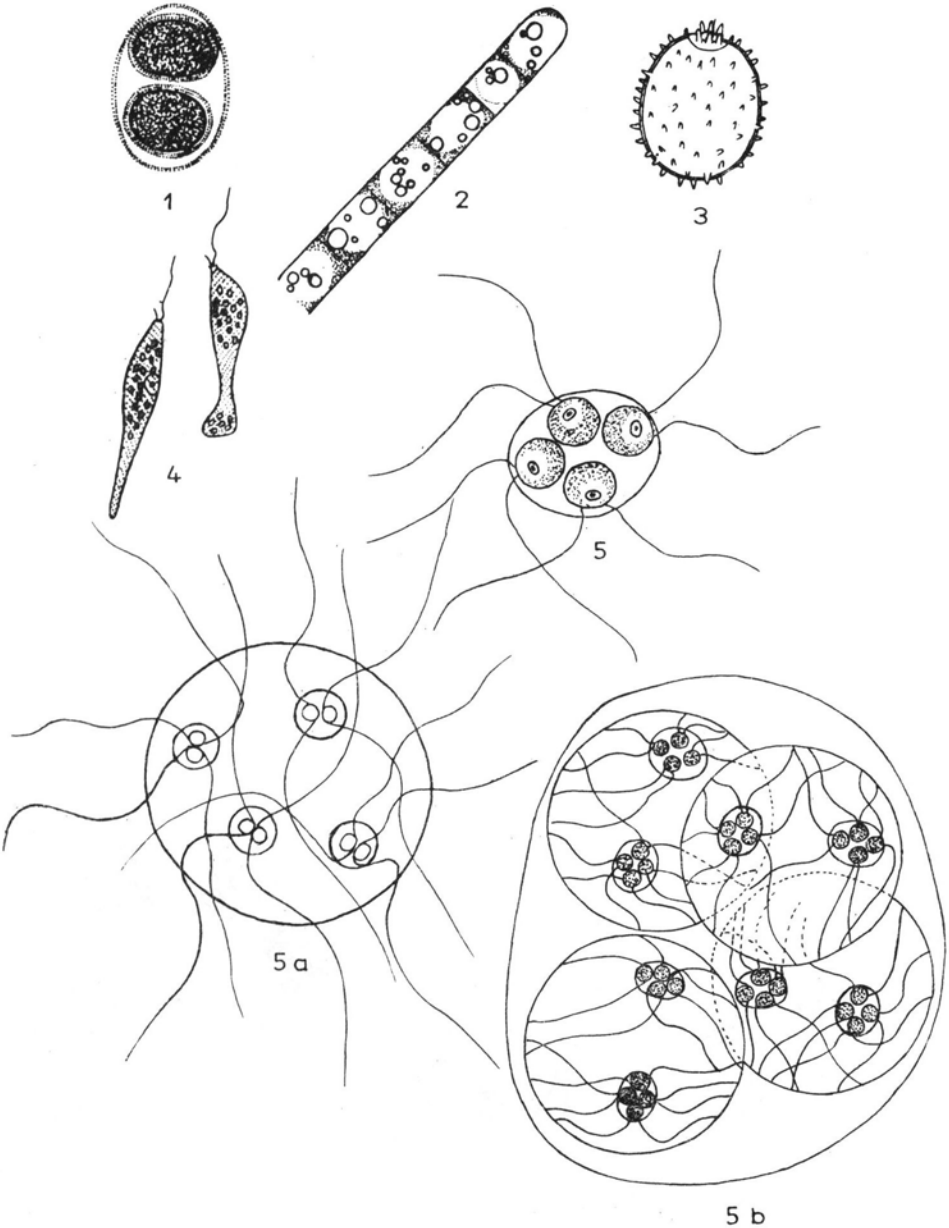
Tablica IV — Plate IV

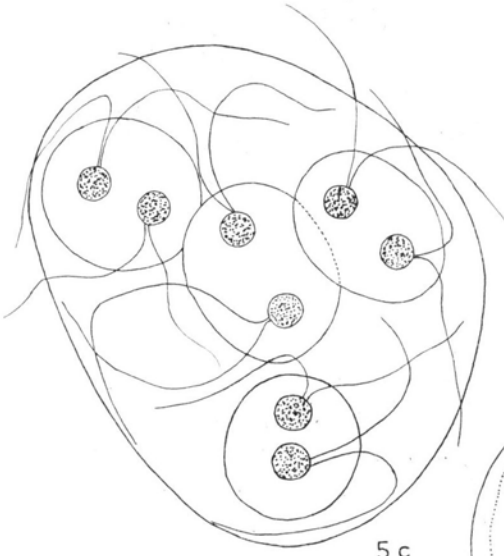
14 — *Ankistrodesmus falcatus* Ralfs var. *acicularis* West f. *longissima* Printz, × 400; 15 — *Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kütz. var. *alternans* (Reinsch) Borge, × 900; 16 — *Crucigenia irregularis* Wille, × 600; 17 — *Closterium acutum* Brébisson var. *variabile* Krieger, × 400; 18 — *Closterium Ulna* Focke, × 200; 19 — *Cosmarium bioculatum* Brébisson, × 900; 20 — *Cosmarium Botrytis* (Menegh.) var. *subtumidum* Wittr., × 600; 21 — *Cosmarium depressum* (Naeg.) Lundell var. *achondrum* (Boldt) West et G.S. West, × 600; 22 — *Cosmarium depressum* (Naeg.) Lundell var. *reniforme* West et G.S. West, × 900; 23 — *Arthrodesmus incus* (De Brébisson) Hassall var. *extensus* Andersson, × 600; 24 — *Arthrodesmus Ralfsii* W. West, × 600; 25 — *Staurastrum brachiatum* Ralfs, × 600; 26 — *Staurastrum breviaculeatum* G.M. Smith, × 600; 27 — *Staurastrum dejectum* Brébisson, × 600

Tablica V — Plate V

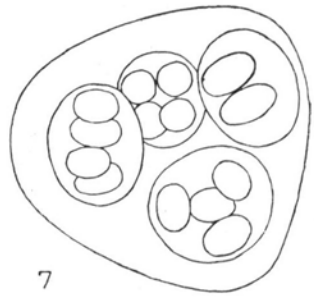
28 — *Staurastrum Chaetoceras* (Schroed.) G.M. Smith, × 400; 29 — *Micrasterias truncata* (Corda) De Brébisson, × 400; 30 — *Euastrum pinnatum* Ralfs, × 400; 31 — *Tetracladium marchalianum* De Wildeman, × 400; 32 — *Gloeocystis minuta* Willén (wg Willéna 1960)

Tablica I — Plate I

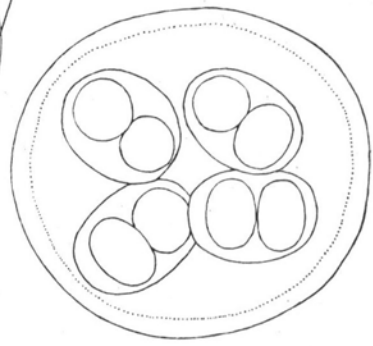




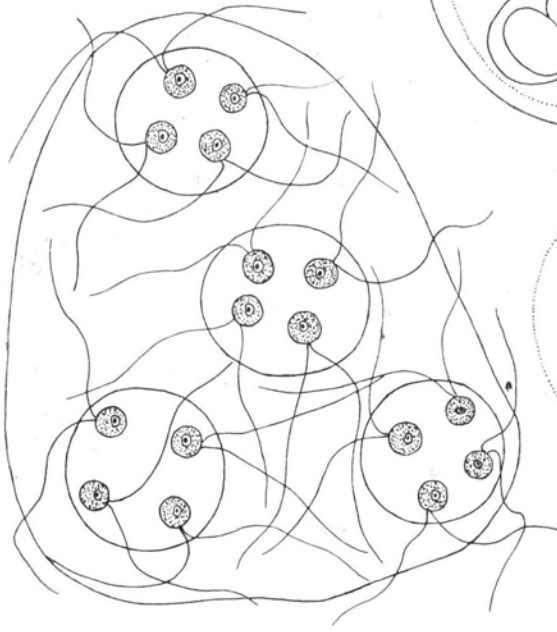
5 c



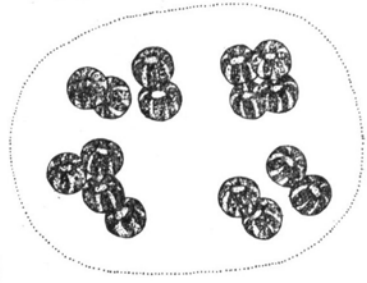
7



7 a

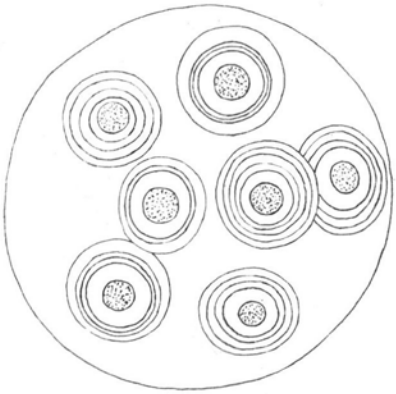


5 d

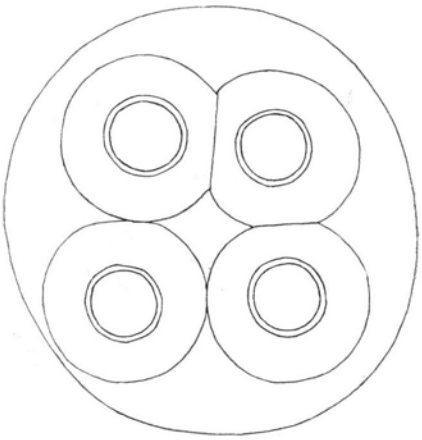


6

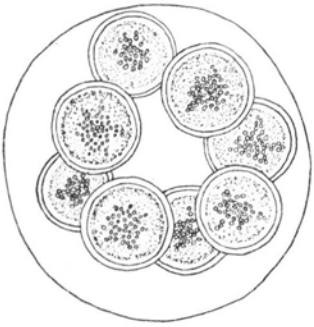
Tablica III — Plate III



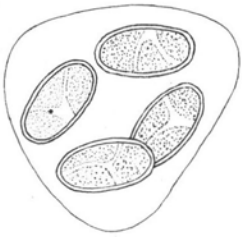
8



8a

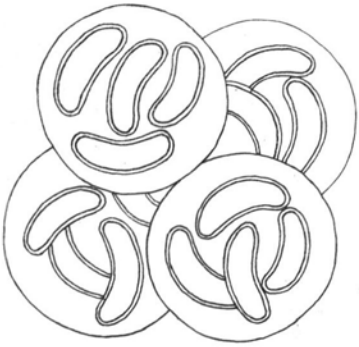


9



10

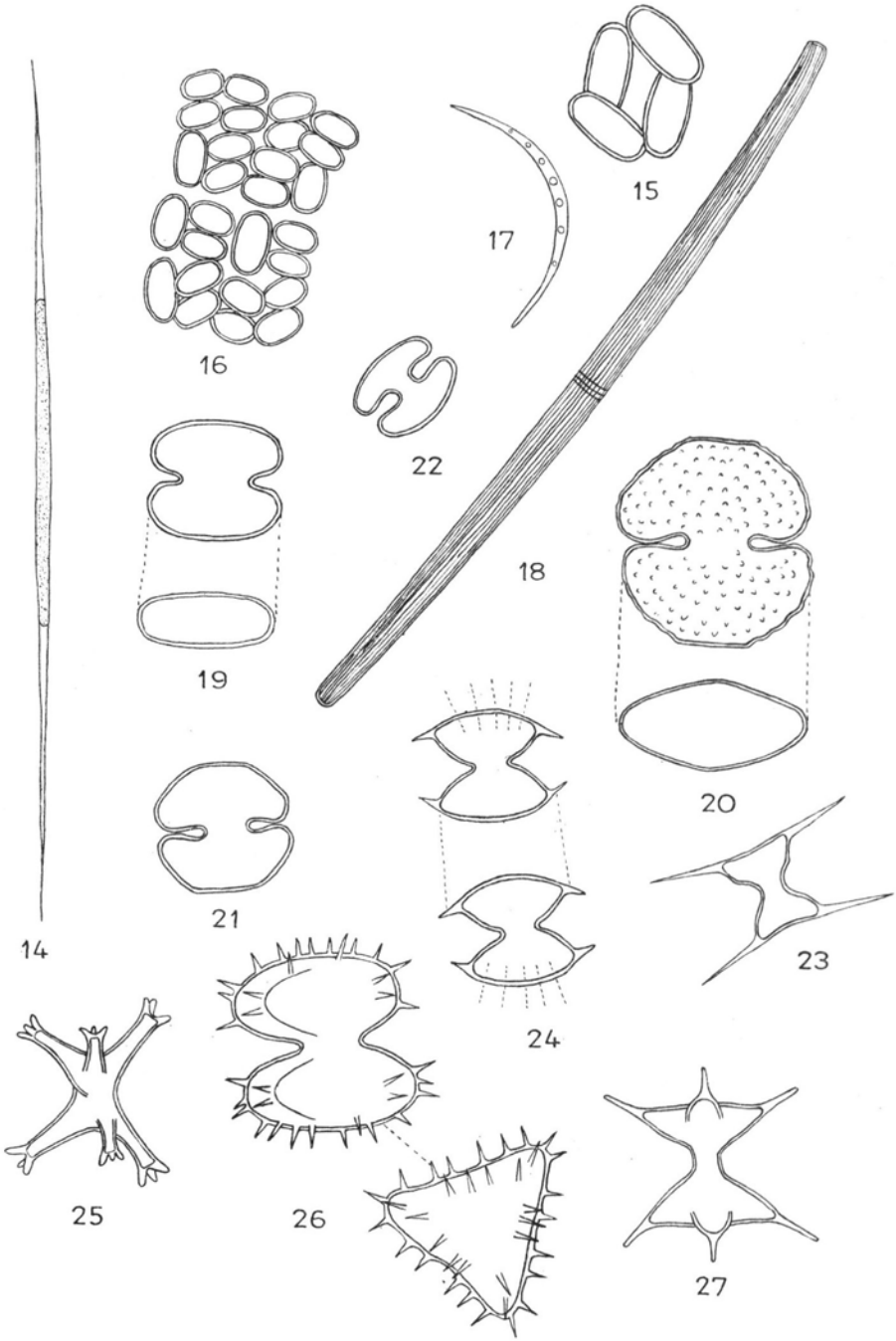
11

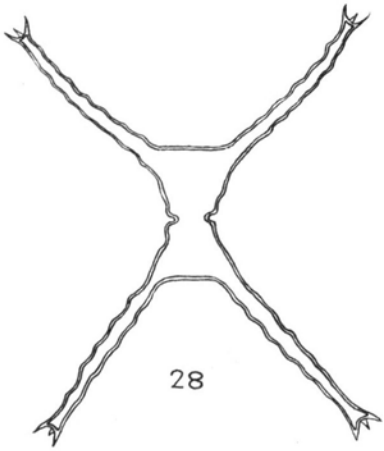


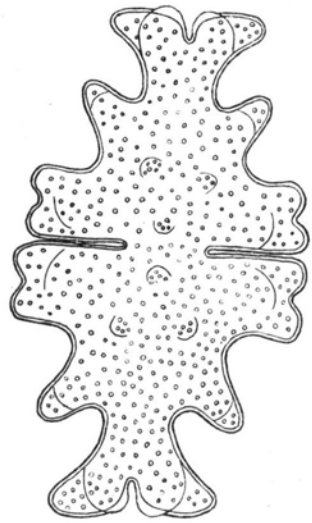
12

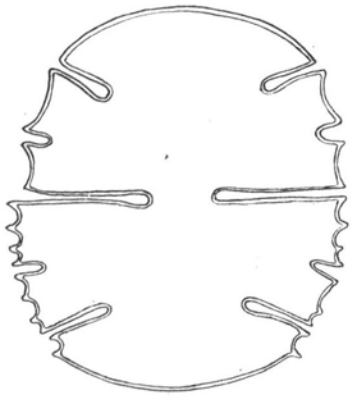
13

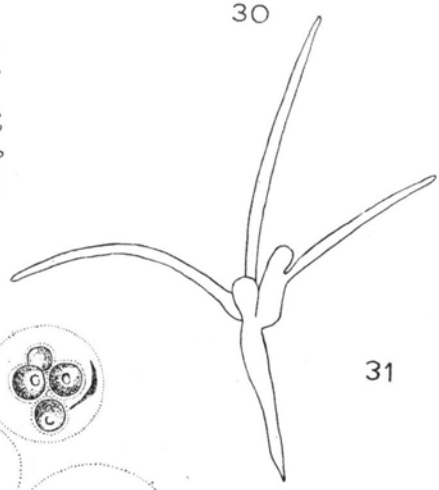
Tablica IV — Plate IV

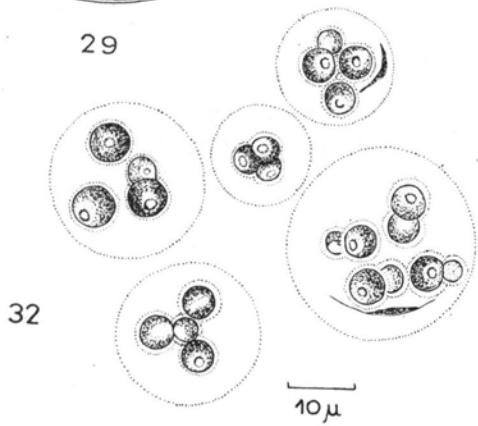



28


30


29


31


32
10 μ

żarem właściwym nitek *Oscillatoria rubescens*, prawdopodobnie najbardziej zbliżonym do ciężaru zimnej wody (Huber-Pestalozzi 1938). Badania jednak innych autorów: Bachmanna 1910, Adama i Birrera 1943 (cyt. za Hutchinsonem l.c.) wykazują, że *Oscillatoria rubescens* może być również formą całkowicie epilimnetyczną podczas lata lub formą tworzącą masową populację w górnym metalimnionie (Bachofen 1960 — cyt. za Hutchinsonem l.c.) przy temperaturach 15 - 20°C. W metalimnionie przy 18°C największe zagęszczenie *Oscillatoria rubescens* znalazła również Pavoni (1963) w jeziorach Zurychskim i Hallwiler. Pozostaje to w pewnej zgodności z wynikami badań Vollenweidera 1950 (cyt. za Hutchinsonem l.c.), który stwierdził, że gatunek ten może być faktycznie hodowany w 20°C, aczkolwiek prawdopodobnie nie w wyższych temperaturach. Przypuszcza on, że *Oscillatoria rubescens* może być hamowana w pełni lata przez nadmiar światła i że gatunek ten potrzebuje więcej azotanów w umiarkowanych, niż w niskich temperaturach. Vollenweider wykazał, że jeziora w których występują duże epilimnetyczne populacje *Oscillatoria rubescens* w umiarkowanych temperaturach latem — są małe i wysoko produktywne. *Oscillatoria rubescens* jest przypuszczalnie gatunkiem oligofotycznym. W jeziorze Harsz *Oscillatoria rubescens* występowała przez cały okres badań, znaleziono ją w 99,4% prób. Począwszy od drugiej połowy października do kwietnia następnego roku obserwowano jej masowy pojaw, szczególnie silny po wytworzeniu się w styczniu pokrywy lodowej, utrzymującej się aż do kwietnia. Czas od marca do lipca był okresem największego ubóstwa tej sinicy. Podobny sezonowy cykl *Oscillatoria rubescens* z intensywnym rozwojem w zimniejszych miesiącach — od stycznia do kwietnia i od września do grudnia, a słabym rozwojem podczas cieplejszych miesięcy — od maja do sierpnia znalazła Pavoni (l.c.) badając w ostatnich latach jezioro Zurychskie. Wymiary: dł. nitek 160 μ - 3 mm; szer. nitek 6 - 8 μ.

Aphanizomenon Issatschenkoi (Ussaczew) Prosch.-Lavr. Bardzo rzadko spotykany gatunek na terenie Polski. Dotychczas znany był ze Śląska (Schröder 1918 — cyt. za Bohrem 1960) jako *Aphanizomenon flos-aquae* var. *gracile* oraz z Pojezierza Mazurskiego jako *Aphanizomenon Elenkinii* Kisel., gdzie znalazł go Bohr (1960, 1965) w letnim planktonie jeziora Kortowo, w pobliżu Olsztyna. Obecne badania powiększają liczbę stanowisk tego gatunku o dalsze dwa. Stwierdzono obecność *Aphanizomenon Issatschenkoi* w mezotroficznym jeziorze Harsz oraz w eutroficznym jeziorze Lemięt. W obu jeziorach sinica ta występowała w postaci pojedynczych nitek o wymiarach mieszczących się w granicach podanych przez Bohra (1960). W jeziorze Harsz notowano ją rzadko, bo tylko w 5,6% prób, pod koniec września i października, natomiast częściej, w 28,1% prób znajdowano ten gatunek w jeziorze Lemięt, gdzie

występował nieprzerwanie od drugiej połowy czerwca do drugiej połowy września. W obu jeziorach spotykano *Aphanizomenon Issatschenkoi* w całym pionie wody, zawsze w małej liczbie osobników, z reguły jako towarzyszący komponent *Aphanizomenon flos-aquae*, także i wówczas, gdy ten ostatni gatunek rozwijał się masowo. Na jeziorach Harsz i Lemięt nie kończy się lista znanych stanowisk tej sinicy. Badania własne nie opublikowane, ośmiu jezior położonych na Pojezierzu Mazurskim, przeprowadzone w 1963 r. jednorazowo latem (VIII - początek IX) wykazały jej obecność również w a-mezotroficznym jeziorze Szeląg, gdzie występowała dość licznie oraz w b-mezotroficznych jeziorach Krzywe i Ruda Woda, obserwowana w pojedynczych egzemplarzach. Ponadto znaleziono ją powtórnie w dużej liczbie osobników w jeziorze Kortowo. Ogółem więc znanych jest obecnie siedem stanowisk *Aphanizomenon Issatschenkoi.*

Trachelomonas Stokesiana Palmer. Gatunek nowy we florze glonów Pojezierza Mazurskiego, a rzadki w innych regionach Polski. W dostępnym piśmiennictwie algologicznym spotkano tylko dwa doniesienia o występowaniu *Trachelomonas Stokesiana* na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim podawane przez Wojciechowskiego (1967, 1971). Autor obserwował ten gatunek często, podczas całorocznych badań w jeziorze Czarne-Sosnowickie, które określa jako „para-oligotroficzne". Podczas obecnych badań znaleziono *Trachelomonas Stokesiana* w eutroficznym jeziorze Lemięt, tylko jeden raz, w jednej próbie pochodzącej z grudnia, z głębokości 10 m. Popova (1955) oraz Huber-Pestalozzi (1955) podają, że przedkłada on błotniste, bagniste środowiska. W północnej Ameryce, w Pensylwanii, spotykano go również rzadko, latem i jesienią. Okrągławe komórki okazów z jeziora Lemięt posiadały 18 μ średnicy.

Astasia breviciliata Matv. Gatunek nowy dla flory glonów Pojezierza Mazurskiego, przypuszczalnie również nowy dla flory glonów Polski. Dotychczas podawany był tylko z terenu ZSRR z okolic Charkowa (Popova 1955). Charakterystycznym środowiskiem jego występowania są torfowe błota. Pojedyncze osobniki *Astasia breviciliata* zostały znalezione w dystroficznym jeziorze Smolak tylko jeden raz w czerwcu, w przydennych warstwach wody, na głębokości 4 i 5 m, przy temperaturze wody 15,4 - 13,6°C, ilości tlenu 4,3 - 2,6 mg/l, a pH = 5,4. Wymiary tego gatunku, cechującego się bardzo dużą zmiennością postaci komórki były następujące: dł. 52 - 59 μ; szer. 10 - 16 μ.

Distigma proteus Ehr. (Tabl. I, rys. 4). Gatunek nowy dla flory glonów Pojezierza Mazurskiego i jak wydaje się na podstawie dostępnej literatury — nowy, lub bardzo rzadko notowany we florze glonów Polski. *Distigma proteus* charakteryzuje się szerokim rozprzestrzenieniem,

znana jest z torfowych błot, z małych zbiorników bogatych w rozpadające się związki organiczne, o pH wody 3,7 - 5,8 (Popova 1955, Huber-Pestalozzi 1955). Gatunek ten cechujący się dużą zmiennością postaci komórki, której wymiary wahały się w granicach: dł. 69 - 109 μ, szer. 9 - 14 μ, występował w dystroficznym jeziorze Smolak w okresie VI.1961 r. - IV.1962 r. Podczas letniej stratyfikacji termicznej gromadził się on w przydennych warstwach wody, gdzie panowały niekiedy bardzo silne deficyty tlenowe, przy równoczesnej obecności siarkowodoru. Spotykano go w tym czasie z reguły na głębokościach od 3 m, a częściej od 4 - 5 m, przy temperaturze 20,0 - 10,8°C; ilości tlenu 9,2 - 0,8 mg/l i pH wody wahającym się od 6,2 - 5,4. W okresie zimowej stratyfikacji, aczkolwiek wykazywał również tendencje skupiania się bliżej dna, w warunkach wyższych tu temperatur (4,5 - 4,8°C), dużych ubytków tlenu (2,9 - 0,1 mg/l) przy równoczesnym występowaniu siarkowodoru i pH wody wahającym się od 6,2 do 5,6 spotykano pojedyncze osobniki tego gatunku również w warstwach wody bliżej powierzchni, począwszy od głębokości 1 m. Liczebność *Distigma proteus* oceniana według skali Starmacha (1955) wahała się od + do 3, przy czym wartości większe niż + gatunek ten osiągał wyłącznie w przydennych partiach jeziora.

Tetraspora simplex Korschik. (Tabl. I, rys. 5, 5a i 5b; Tabl. II, rys. 5c i 5d). Gatunek rzadki na terenie Polski. Dotychczas znany jest z Pojezierza Mazurskiego, z jezior a- i b-mezotroficznych (Szeląg, Pluszne, Krzywe — badania własne nie opublikowane) oraz z eutroficznego jeziora Sukiel (Półtoracka 1966), a także z okolic Konina (Półtoracka 1968), gdzie znaleziono go w eutroficznym jeziorze Ślesińskim. Jednorazowe badania fitoplanktonu wyżej wspomnianych jezior mezotroficznych wykazały jego obecność w końcu sierpnia, natomiast w badanych przez cały rok jeziorach Sukiel i Ślesińskie spotykano go nieregularnie od maja do listopada. Mezotroficzne jezioro Harsz jest szóstym stanowiskiem *Tetraspora simplex* na terenie Polski. Zielenica ta znaleziona w 37,5% prób występowała nieprzerwanie od kwietnia do września, najliczniej rozwinęła się w okresie od czerwca do sierpnia. Spoza granic Polski podaje ją Uherkovich (1965), który spotkał ją w letnim planktonie stawów. Okazy znajdowane w jeziorze Harsz w różnych stadiach rozwoju posiadały następujące wymiary: śred. kom. 4,8 - 8,8 μ; dł. wici 64 - 190 μ; śred. kol. 31 - 146 μ. Różniły się one, z wyjątkiem średnicy komórek od podawanych przez Korschikoffa (1953).

Pseudosphaerocystis lacustris (Lemm.) Nováková (Tabl. II, rys. 6). Gatunek wymieniany jest w piśmiennictwie polskim po raz czwarty. Pierwszy raz znaleziono go (Półtoracka 1966) w planktonie eutroficznego jeziora Sukiel, położonego również na Pojezierzu Mazurskim,

drugi raz (Półtoracka 1968) spotykany był w okolicach Konina, w mezotroficznym jeziorze Mikorzyńskim i eutroficznym jeziorze Licheńskim. W obu przypadkach podawany był jako *Gemellicystis neglecta* Teil. em. Skuja. Poprawną jego nazwę wprowadzoną przez Novákovą (1965, 1968) stosuje Wojciechowski (1971) dla okazów znalezionych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, w jeziorach Czarne-Sosnowickie i Bialskie, które autor określa jako „para-oligotroficzne". Podczas obecnych badań *Pseudosphaerocystis lacustris* występował w planktonie mezotroficznego jeziora Harsz oraz eutroficznego jeziora Lemięt. W obu jeziorach notowany był często, w pierwszym w 65,6% prób, w drugim w 49,1% prób. W jeziorze Harsz spotykano go przez cały okres wegetacji, zwykle od powierzchni do dna, najczęściej w pojedynczych okazach. W większych ilościach wystąpił w sierpniu, pod koniec września i października. W jeziorze Lemięt okres jego pojawu był krótszy (IV - X), stanowił jednak liczniejszy niż w jeziorze Harsz składnik fitoplanktonu. Najsilniejszy rozwój osiągnął w maju. Najczęściej spotykano go również w całym pionie wody. Lekko wydłużone, zaokrąglone, galaretowate kolonie *Pseudosphaerocystis lacustris*, zawierające najczęściej po 16 lub 32 okrągławe komórki, skupiające się wyraźnie po 4, posiadały następujące wymiary: szer. kol. 40 - 50 μ; dł. kol. 60 - 110 μ; śred. kom. 7 - 10 μ.

Gloeocystis bacillus Teil. (Tabl. II, rys. 7 i 7a). Na Pojezierzu Mazurskim gatunek rzadko spotykany. Znane są tu trzy jego stanowiska: a-mezotroficzne jezioro Leleskie, b-mezotroficzne jezioro Krzywe (materiały własne nie opublikowane) oraz eutroficzne jezioro Sukiel (Półtoracka 1966). W dwóch pierwszych jeziorach znaleziono go w sierpniu, przy czym w jeziorze Leleskie w znacznych ilościach; w jeziorze Sukiel występował jesienią i wiosną sporadycznie. Obecnie dochodzą dwa nowe stanowiska *Gloeocystis bacillus* — jeziora: Harsz i Smolak. W pierwszym z nich spotkano tę zielenicę w 5,0% prób pochodzących z okresu od czerwca do października, zawsze w pojedynczych okazach, w drugim w 53,8% prób. W planktonie jeziora Smolak notowano ją począwszy od czerwca aż do końca okresu badań, tj. do kwietnia następnego roku, a nieprzerwanie do października. Podczas całego okresu letniego gatunek ten rozwijał się intensywnie, osiągając znaczną liczebność (3 — według skali Starmacha 1955), co ze względu na duże wymiary kolonii jakie tworzy, wpłynęło na jego wysoki współczynnik pokrycia (*P*), a tym samym na duże znaczenie w zbiorowisku planktonowym jeziora Smolak. Wydaje się, na podstawie dostępnej literatury, że *Gloeocystis bacillus* jest gatunkiem rzadkim nie tylko na Pojezierzu Mazurskim. Z innych regionów znalazłam go (Sosnowska 1956) w stawach położonych na południu Polski. Wymiary okazów pochodzących z jezior

Harsz i Smolak były następujące: dł. kom. 9,6 - 14,0 μ; szer. kom. 7,8 - 8,0 μ; śred. kol. 49,0 - 90,0 μ.

Gloeocystis minuta Willén (Tabl. V, rys. 32). Gatunek nowy dla flory glonów Polski, znaleziony w dystroficznym jeziorze Smolak został opisany przez Willéna (1960). Autor znalazł go w próbkach planktonowych pobranych w końcu kwietnia i na początku maja z dwóch jezior zlokalizowanych na terenie Hiszpanii, położonych na wysokości 900 i 1100 m n.p.m., z których jedno jest dużym zbiornikiem o maksymalnej głębokości 18 m, drugie zaś otoczone wysokimi górami, o kamienistych brzegach ma tylko kilkaset metrów przekroju. Willén (l.c.) obserwował *Gloeocystis minuta* przy temperaturach 9,1 - 10,0°C. Oba jeziora wykazywały dużo wyższą zasobność w sole mineralne niż dystroficzne jezioro Smolak. W tym ostatnim *Gloeocystis minuta* spotykano, za wyjątkiem marca 1961 r. i kwietnia 1962 r., przez cały okres badań, z reguły w całym pionie wody. Największy rozwój zielenicy nastąpił w maju przy temperaturze słupa wody 15,8 - 10,8°C; osiągnęła ona wówczas znaczną liczebność. W innych okresach spotykano tylko pojedyncze okazy tego gatunku. Kolonie *Gloeocystis minuta* obejmujące 2 - 4 - 8 mniej więcej owalnych komórek najbardziej przypominają swoim wyglądem *Gloeocystis planctonica*, różnią się jednak od tego ostatniego gatunku wybitnie małymi wymiarami. Okazy pochodzące z jeziora Smolak miały mniejsze wymiary, niż znalezione przez Willéna w jeziorach Hiszpanii: średnica kolonii wahała się 6,4 - 20,4 μ, a komórek 1,9 - 4,8 μ.

Arthrodesmus incus (Bréb.) Hass. var. *extensus* Anderss. (Tabl. IV, rys. 23). Pierwsze stanowisko tego glonu na Pojezierzu Mazurskim znaleziono w dystroficznym jeziorze Smolak. Z obszaru południowej Polski podają ją Wasylik (1961 a); Bombówna, Krzeczkowska, Klimczyk (1962) oraz Krzeczkowska-Wołoszyn (1966). Wasylik (l.c.) znalazł *Arthrodesmus incus* var. *extensus* na torfowiskach wysokich Kotliny Nowotarskiej „Do Grela" i „Przymiarki" w młace powstałej po eksploatacji torfowiska oraz w płytkich, nieckowatych zagłębieniach w dolinkach torfowiskowych, wypełnionych wodą z rozkładającymi się torfowcami. W pierwszym z tych siedlisk zwykle pojedyncze, rzadziej liczniejsze osobniki tej sprzężnicy spotykano często w okresie od maja do listopada przy pH 4,4 - 5,6; natomiast w drugim siedlisku obserwowano tylko we wrześniu, przy pH 5,2 - 5,6 nieliczne jej okazy. Bombówna, Krzeczkowska, Klimczyk (l.c.) oraz Krzeczkowska-Wołoszyn (l.c.) podają *Arthrodesmus incus* var. *extensus* ze stawów, z których niektóre były użyźniane przez stosowanie nawozów mineralnych i obornika. W dystroficznym jeziorze Smolak glon ten, reprezentujący plankton fakultatywny, notowano przy

pH 5,4 - 7,0 w 84,6% prób pochodzących z okresu od maja do kwietnia następnego roku badań. Szczególnie intensywnie rozwijał się podczas lata i jesieni osiągając najwyższą liczebność = 3 (według skali Starmacha 1955) w sierpniu. Wymiary mniejsze od podawanych przez Smitha (1924) są następujące: dł. kom. bez kolców 12,5 - 16,0 μ; szer. kom. z kolcami 26,5 - 37,6 μ; dł. kolców 11,2 μ; przesmyk 4,8 μ.

Arthrodesmus Ralfsii W. West (Tabl. IV, rys. 24). Gatunek o słabym rozprzestrzenieniu. Znany jest jako reprezentant planktonu fakultatywnego. W piśmiennictwie polskim podawany jest rzadko. Znalazł go Wasylik (1961 a) badając glony torfowisk wysokich Kotliny Nowotarskiej na torfowisku „Przymiarki" w siedlisku, które charakteryzuje jako „... płytkie, nieckowate zagłębienia w dolinkach torfowiskowych, połączone często ze sobą rowkami, wypełnione wodą z rozkładającymi się torfowcami". *Arthrodesmus Ralfsii* występował tam przy pH 4,4 - 5,6 w okresie od maja do listopada, niekiedy w dużej liczebności (2 - 4 według skali Starmacha (1955). Spoza granic Polski podaje go również Wasylik (1961 b) z kompleksu fińskich torfowisk „Posoaapa", gdzie znajdował go rzadko, przy pH 3,7 - 6,3. Dla flory glonów Pojezierza Mazurskiego *Arthrodesmus Ralfsii* znaleziony w dystroficznym jeziorze Smolak jest nowym gatunkiem. Występował tu przy pH 5,4 - 7,0 począwszy od maja przez cały pozostały okres badań, tzn. do kwietnia następnego roku, w okresie letnim i jesiennym (VII - XI) jako liczny składnik fitoplanktonu. W lipcu obserwowano masowy jego pojaw. Najczęściej spotykano go w całym pionie wody, latem liczniej w górnych warstwach. Bardzo często obserwowano okazy połączone ze sobą po dwa galaretowatymi wypustkami. Wymiary: dł. kom. 17,2 - 22,0 μ; szer. kom. z kolcami 26,8 - 28,4 μ; szer. kom. bez kolców 21,2 - 23,6 μ; przesmyk 7,2 - 7,8 μ; kolce 4,8 - 5,2 μ. Osobniki z jeziora Smolak posiadały krótsze kolce niż podają Smith (1924) i Wasylik (1961 a).

Staurastrum Chaetoceras (Schroed.) G. M. Smith (Tabl. V, rys. 28). Wydaje się na podstawie dostępnej literatury, że gatunek ten jest rzadki we florze glonów Polski. Z Pojezierza Mazurskiego nie był dotychczas podawany, aczkolwiek spotkałam go już wcześniej dwukrotnie w sierpniu w b-mezotroficznym jeziorze Krzywe w znacznej liczbie osobników oraz w eutroficznym jeziorze Kortowo pojedynczo (materiały nie opublikowane). Podczas obecnych badań pojedyncze osobniki *Staurastrum Chaetoceras* notowano w jeziorze Harsz tylko w 1,2% prób, pochodzących z sierpnia, z górnych warstw wody oraz w jeziorze Lemięt w 32,4% prób. W tym ostatnim, gatunek ten spotykano w okresie od czerwca do grudnia, z reguły jako pojedyncze okazy. Wymiary *Staurastrum Chaetoceras* mieszczące się w granicach podawanych przez Smitha (1924) i Skuję (1948) były następujące: dł. kom. z ramionami — 72,4 μ; dł.

kom. bez ramion — 22,0 μ; rozpiętość ramion — 62,4 μ; przesmyk — 6,4 μ.

Tetracladium marchalianum De Wild. (Tabl. V, rys. 31). Wśród planktonowych glonów spotykano w jeziorze Harsz w 5,6% prób i w jeziorze Lemięt w 3,5% prób konidia grzyba wodnego z grupy *Hyphomycetes*, znanego jako *Asterothrix rhaphidioides* (Reinsch) Printz (Huber-Pestalozzi 1938). Według Willéna (1958) badającego grzyby wodne w fitoplanktonie jeziorowym oraz według monograficznego opracowania Nilssona (1964) grzybów słodkowodnych, właściwa nazwa dla tego gatunku jest — *Tetracladium marchalianum* De Wildeman. Gatunek ten charakteryzujący się szerokim rozprzestrzenieniem, na terenie Szwecji spotykany jest w jeziorach, stawach, strumieniach i potokach, w tych ostatnich siedliskach szczególnie pospolicie. W jeziorach Harsz i Lemięt pojedyncze okazy *Tetracladium marchalianum* obserwowano nieregularnie, w różnych miesiącach.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Badane jeziora reprezentujące odrębne typy limnologiczne różniły się szeregiem właściwości. Najbardziej istotne różnice dotyczyły: a) stosunków termiczno-tlenowych; b) zasobności w sole mineralne; c) zawartości i stratyfikacji chlorofilu oraz okresów maksymalnych jego koncentracji; d) jakościowego i ilościowego składu planktonu; e) odmiennych zbiorowisk planktonowych.

a. Pod względem typu stratyfikacji termicznej mezotroficzne jezioro Harsz i eutroficzne jezioro Lemięt wykazywały trzy piętra: epi-, meta- i hypolimnion, natomiast dystroficzne jezioro Smolak tylko dwa: epi- i metalimnion. Najniższe temperatury przy dnie w okresie prostej, letniej stratyfikacji termicznej wynosiły w dwóch pierwszych jeziorach — 7,2°C i 10,0°C, a w trzecim — 13,0°C. Najsilniejsze ubytki tlenowe zaznaczyły się w jeziorze Lemięt, najsłabsze w jeziorze Harsz. Zakres wahań ilości tlenu podczas lata (VII - IX) w hypolimnionie jezior Harsz i Lemięt oraz metalimnionie jeziora Smolak wynosił kolejno: 5,9 - 1,5 mg/l; 5,7 - 0,0 mg/l; 7,2 - 0,8 mg/l. Ponadto w dwóch ostatnich jeziorach wystąpił siarkowodór (rys. 3 - 5).

b. Najbogatszym w sole mineralne okazało się eutroficzne jezioro Lemięt (tab. 2 i rys. 1), wykazujące również najwyższe stężenie jonów wodorowych (pH = 8,9), najuboższym — dystroficzne jezioro Smolak, o najniższym także pH = 5,4. Różnice w zasobności w związki odżywcze potwierdzają wyniki oceny stopnia troficzności tych jezior określane za pomocą współczynnika złożonego Nygaarda (1949) — najwyższą wartość 6,5 uzyskano dla jeziora Lemięt, najniższą — 1,5 dla jeziora Smolak.

c. Największe ilości chlorofilu stwierdzono w dystroficznym jeziorze Smolak, najmniejsze w mezotroficznym jeziorze Harsz. Zakres wahań jego koncentracji w ciągu całego okresu badań, kształtował się następująco (tab. 3):

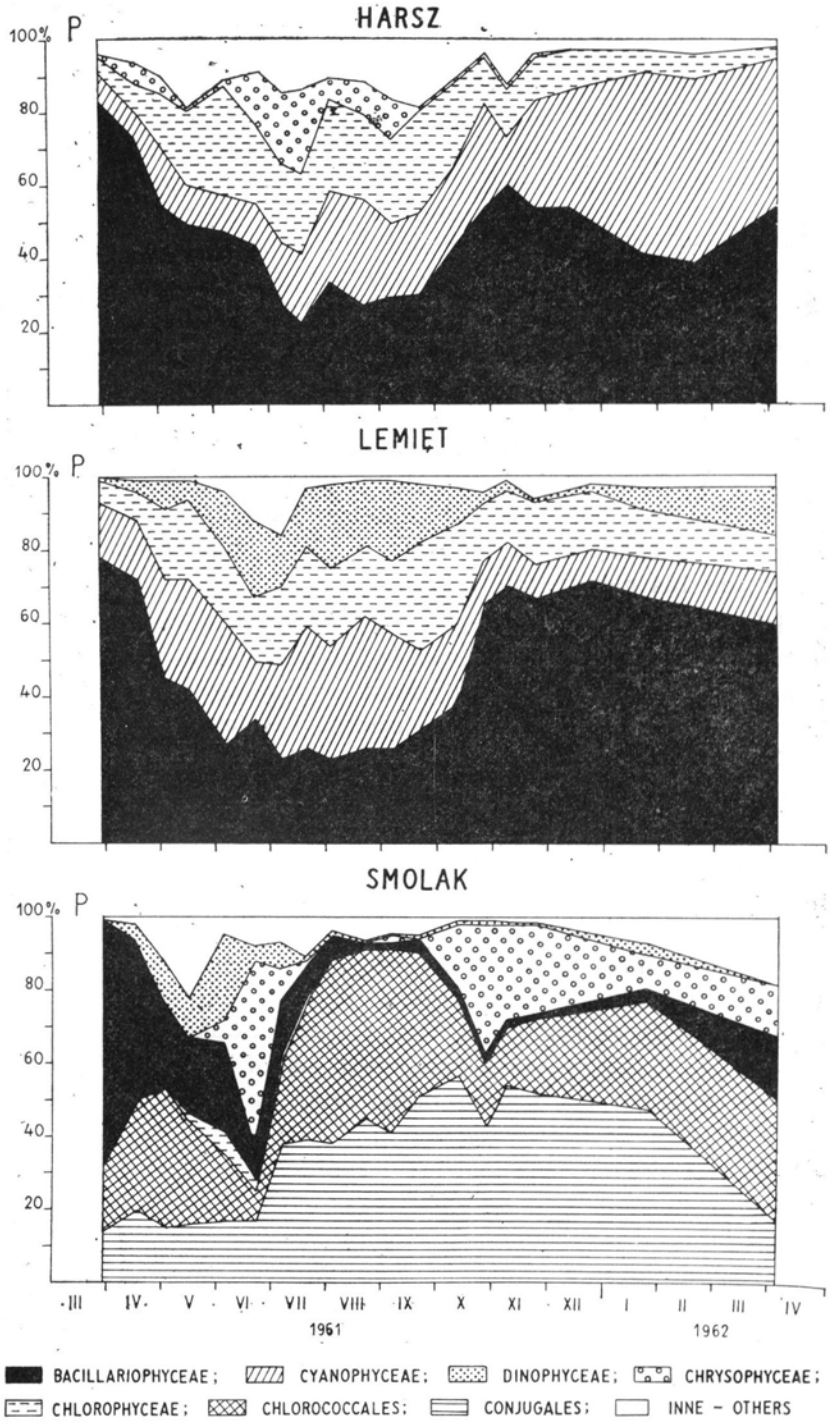
w jeziorze Harsz	—	1,12 - 27,00 µg/l
w jeziorze Lemięt	—	1,00 - 210,00 µg/l
w jeziorze Smolak	—	1,12 - 313,25 µg/l

Najwyższe zawartości chlorofilu w jeziorze Harsz znajdowano w okresie jesienno-zimowym (tab. 4 i rys. 13) — w górnych warstwach wody (rys. 3); w jeziorze Lemięt wczesną wiosną i podczas lata (tab. 4 i rys. 13), w pierwszym okresie — bliżej dna, w drugim — w epilimnionie (rys. 4); w jeziorze Smolak latem i jesienią (tab. 4 i rys. 13) — w warstwach bliżej dna (rys. 5).

d. Najbardziej urozmaicony plankton, zwłaszcza roślinny obserwowano w mezotroficznym jeziorze Harsz (273 jednostki taksonomiczne, w tym 251 glonów), natomiast najuboższy jakościowo skład planktonu stwierdzono w dystroficznym jeziorze Smolak (162 jednostki taksonomiczne, w tym 154 glony) (tab. 5 i rys. 7).

Największą liczbę jednostek taksonomicznych w obrębie fitoplanktonu notowano w jeziorach Harsz i Lemięt latem (tab. 10 i 12), a w jeziorze Smolak wiosną (tab.14), natomiast w obrębie zooplanktonu w jeziorach Harsz i Smolak latem, a w jeziorze Lemięt wiosną. Najuboższy jakościowo plankton obserwowano we wszystkich jeziorach zimą, w okresie pokrycia lodem. Wśród glonów najbardziej urozmaicony skład gatunkowy wykazywały w jeziorach Harsz i Lemięt od wiosny do jesieni, a w jeziorze Smolak przez cały rok — *Chlorophyceae,* w dwóch pierwszych głównie z rzędu *Chlorococcales,* natomiast w ostatnim również rząd *Conjugales* był bogato reprezentowany. Zwraca uwagę szczególnie duża przewaga *Chlorophyceae* nad innymi gromadami w planktonie roślinnym dystroficznego jeziora Smolak, utrzymująca się przez znaczną część roku. W jeziorze tym znaleziono szereg gatunków z różnych grup systematycznych znanych powszechnie jako acidofilne. W jeziorach Harsz i Lemięt wczesną wiosną i zimą najbardziej zróżnicowaną jakościowo gromadę stanowiły *Bacillariophyceae.*

Najwyższą średnią roczną wartość współczynnika pokrycia (*P*) osiągnęły w mezotroficznym jeziorze Harsz oraz eutroficznym jeziorze Lemięt *Bacillariophyceae,* a następnie *Cyanophyceae* (tab. 10 i 12), natomiast w dystroficznym jeziorze Smolak *Chlorophyceae,* wśród których rząd *Conjugales* przeważał nad rzędem *Chlorococcales* (tab. 14). Udział *Bacillariophyceae* w dwóch pierwszych jeziorach był szczególnie wysoki w zimniejszych porach roku (rys. 20). Natomiast udział *Cyanophyceae* kształtował się w obu jeziorach w ciągu badanego okresu odmiennie — w jeziorze Harsz najwyższy był zimą, w jeziorze Lemięt latem. *Chlo-*


HARSZ
LEMIĘT
SMOLAK
P
100%
80
60
40
20
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
I
II
III
IV
1961
1962
BACILLARIOPHYCEAE;
CYANOPHYCEAE;
DINOPHYCEAE;
CHRYSOPHYCEAE;
CHLOROPHYCEAE;
CHLOROCOCCALES;
CONJUGALES;
INNE - OTHERS

rophyceae w jeziorze Smolak, a zwłaszcza rząd *Conjugales* odgrywały szczególnie doniosłe znaczenie w okresie od lata do zimy. W planktonie zwierzęcym we wszystkich jeziorach, a zwłaszcza w jeziorze Lemięt *Copepoda* wykazywały wyższe od innych grup średnie roczne wartości współczynnika pokrycia (*P*).

Duże różnice dały się zauważyć w obfitości planktonu roślinnego między jeziorem Smolak, a pozostałymi jeziorami, natomiast nieznaczne w obfitości planktonu zwierzęcego. Najwyższą średnią roczną wartość współczynnika pokrycia (*P*) osiągnął fitoplankton w mezotroficznym jeziorze Harsz, najniższą, ponad trzykrotnie niższą, w dystroficznym jeziorze Smolak, w którym również i zooplankton wykazywał najniższą wartość (tab. 9).

Największe nasilenie występowania planktonu roślinnego przypadło (według szacunku metodami socjologicznymi) w jeziorach Harsz i Lemięt na sezon późnowiosenny i letni (rys. 10 i 14), natomiast w jeziorze Smolak okres intensywnego rozwoju glonów przedłużył się do jesieni (rys. 17).

e. Opierając się zgodnie z propozycją Starmacha (1962 b) na dominantach (tj. gatunkach o V i IV stopniu stałości), wykazujących najwyższe wartości współczynnika pokrycia (*P*), cechujących się ponadto ograniczonym do jednego jeziora zasięgiem występowania, wyróżniono w badanych jeziorach trzy odmienne zbiorowiska planktonowe typu socjacji.

Dla zbiorowiska planktonowego w mezotroficznym jeziorze Harsz zaproponowano nazwę wyrażającą stałe lub częste oraz liczne występowanie 3 gatunków o znacznej wartości diagnostycznej: *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides* + *Oscillatoria rubescens* + *Cyclops kolensis*.

W zbiorowisku tym wyróżniono dwa aspekty sezonowe: aspekt wczesnowiosenny i aspekt letni. Wyróżniającymi aspekt wczesnowiosenny były następujące gatunki okrzemek: *Melosira islandica* ssp. *helvetica, Fragilaria capucina, Synedra* acus i *Bosmina longirostris* (rys. 9). Natomiast wyodrębniającymi aspekt letni były gatunki złotowiciowców (*Dinobryon* sp. div.), sinic (*Anabaena* sp. div., *Microcystis aeruginosa, Chroococus limneticus*), bruzdnic (*Ceratium hirundinella, Peridinium cinctum*), zieleniec (*Pandorina morum, Pseudosphaerocytis lacustris, Tetraspora simplex*),

---

Rys. 20. Sezonowe zmiany w jakościowym składzie fitoplanktonu mezotroficznego jeziora Harsz, eutroficznego jeziora Lemięt i dystroficznego jeziora Smolak wyrażone w procencie współczynnika pokrycia (*P*). Wykresy oparto na materiałach z całego słupa wody

Seasonal changes in qualitative composition of phytoplankton in mesotrophic lake Harsz, eutrophic lake Lemięt and dystrophic lake Smolak expressed in the percentage of coverage coefficient (*P*). Diagrams based upon materials from the whole column of water

a z organizmów zwierzęcych — *Mesocyclops leuckarti* i *Daphnia cucullata*. Ponadto cechą znamienną letniego planktonu było wybitne urozmaicenie flory glonów, zwłaszcza w obrębie zielenic.

Dla zbiorowiska planktonowego w eutroficznym jeziorze Lemięt zaproponowano nazwę wyrażającą stałe i nierzadko liczne występowanie 2 gatunków o znacznej wartości wskaźnikowej: *Oscillatoria Agardhii* + *Cyclops vicinus*.

W zbiorowisku tym wyróżniono dwa aspekty sezonowe: aspekt wczesnowiosenny i aspekt wiosenno-letni. Wyodrębniającymi aspekt wczesnowiosenny były wyłącznie gatunki okrzemek: *Fragilaria capucina* wraz z odmianami, *Synedra acus* i *Cyclotella* sp. div. (rys. 9). Natomiast wyróżniającymi aspekt wiosenno-letni były obok okrzemek (*Fragilaria crotonensis*), gatunki sinic (*Anabaena* sp. div., *Microcystis aeruginosa*), bruzdnic (*Ceratium hirundinella, Peridinium* sp. div.), złotowiciowców (*Dinobryon* sp. div.) i zielenic (*Pandorina morum*), a z organizmów zwierzęcych — *Leptodora kindti*.

Dla zbiorowiska planktonowego w dystroficznym jeziorze Smolak zaproponowano nazwę wyrażającą stałe lub częste oraz liczne występowanie 2 gatunków o znacznej wartości diagnostycznej: *Arthrodesmus Ralfsii* + *Cyclops strenuus* var. *landei*.

W zbiorowisku tym wyróżniono trzy aspekty sezonowe: aspekt wiosenny, letni i jesienny. Wyodrębniającymi aspekt wiosenny były złotowiciowce (*Dinobryon pediforme*), okrzemki (*Tabellaria flocculosa*), bruzdnice (*Peridinium inconspicuum*) i eugleniny, a z organizmów zwierzęcych — *Eudiaptomus graciloides* (rys. 9). Aspekt letni wyróżniał się obecnością obok gatunków sprzężnic (*Micrasterias* sp. div., *Staurastrum dejectum*), zielenicy z rzędu *Chlorococcales* (*Gloeocystis bacillus*), a z zooplanktonu — *Diaphanosoma brachyurum*. Wyodrębniającymi aspekt jesienny były sprzężnice (*Micrasterias* sp. div., *Staurastrum brachiatum*) i złotowiciowce (*Dinobryon pediforme*).

Na podstawie obecności głównie w przydennych warstwach wody — *Distigma proteus, Astasia breviciliata* i *Astasia* sp. wydaje się za uzasadnione wyróżnienie w okresach stratyfikacji termicznej, w metalimnionie, odrębnej facji omawianego zbiorowiska.

W systematyce Symoensa (1951 b) zbiorowisko wyróżnione w mezotroficznym jeziorze Harsz należałoby zaliczyć do związku *Bacillariophycion planctonicum oligo-* i *mesotrophicum*; w eutroficznym jeziorze Lemięt — do związku *Cyano-Bacillariophycion planctonicum eutrophicum*; a w dystroficznym jeziorze Smolak — do związku *Desmidion planctonicum oligotrophicum*.

Oprócz przedstawionych wyżej czynników wskazujących na odrębność limnologiczną i biologiczną badanych jezior, wykazywały one szereg cech wspólnych, z których najważniejsze byłyby następujące:

1. Największą liczbę gatunków i odmian osiągały we wszystkich je-

ziorach w planktonie roślinnym *Chlorophyceae,* zwłaszcza należące do rzędu *Chlorococcales*; drugie miejsce zajmowały *Bacillariophyceae,* a w planktonie zwierzęcym — *Cladocera* (tab. 5).

2. Średnia roczna wartość sumarycznego współczynnika pokrycia (*P*) była zawsze większa dla organizmów roślinnych niż dla zwierzęcych, przy czym największe różnice (3,5 ×) znaleziono w jeziorze Harsz, najmniejsze (1,2 ×) w jeziorze Smolak (tab. 9).

3. W okresach prostej stratyfikacji termicznej we wszystkich jeziorach górne warstwy wody były najczęściej zasiedlone przez bogatszą (tak jakościowo, jak i ilościowo) florę glonów, niż dolne warstwy. W okresach odwrotnej stratyfikacji termicznej zimą, w górnych warstwach wody spotykano również bardziej urozmaicony skład gatunkowy fitoplanktonu, jednakże różnice pod względem obfitości glonów między górnymi i dolnymi partiami zacierały się (tab. 10, 12, 14).

4. Najliczniejszą grupę we wszystkich jeziorach tworzyły w obrębie fitoplanktonu adominanty (tab. 9), wykazując wszędzie najniższą średnią roczną wartość sumarycznego współczynnika pokrycia (*P*). Również w poszczególnych sezonach obejmowały one z reguły największą liczbę komponentów, których sumaryczny współczynnik pokrycia był zwykle najniższy. Największą średnią roczną wartość sumarycznego współczynnika pokrycia (*P*) we wszystkich jeziorach, tak w obrębie planktonu roślinnego jak i zwierzęcego, osiągały dominanty, tworzyły one w jeziorach Harsz i Lemięt liczniejszą grupę niż subdominanty. Również w poszczególnych sezonach we wszystkich jeziorach dominanty roślinne zawsze, a zwierzęce najczęściej wykazywały najwyższe wartości sumarycznego współczynnika pokrycia (*P*).

5. Przeanalizowana zależność między liczbą jednostek taksonomicznych glonów, a temperaturą powierzchniową wody wskazywała zawsze na prostą korelację między tymi parametrami (rys. 8). Zwłaszcza ostro zaznaczała się ona w mezotroficznym jeziorze Harsz.

6. Zwraca uwagę obserwowana we wszystkich jeziorach odwrotna korelacja między liczebnością okrzemek (ocenianą według liczby osobników w litrze), a zasobnością wody w krzem, określany jako SiO_2 (rys. 2).

Przyjmując jako zasadniczy sposób oceny ilości fito- i zooplanktonu metodę socjologiczną, wprowadzoną do badań plantonowych na terenie naszego kraju przez profesora dr Starmacha, porównano wyniki dotyczące planktonu roślinnego uzyskane tą metodą z wynikami otrzymanymi na drodze obliczeń liczby organizmów w litrze wody oraz pomiarów chlorofilu. Sezonowe zmiany ogólnej obfitości fitoplanktonu, jak również poszczególnych jego gromad oceniane metodą socjologiczną przedstawiają we wszystkich jeziorach dużą niezgodność obrazu w porównaniu z otrzymanym przez określenie liczby organizmów w litrze

Tabela 16 — Table 16

Porównanie jezior Harsz, Lemięt i Smolak z limnologicznymi typami jezior
Cechy porównawcze zestawiono według Stangenberga (1936), Lityńskiego (1952) i Welcha (1952)
Comparison of lakes Harsz, Lemięt and Smolak to limnological types of lakes
Compared features are listed according to Stangenberg (1936), Lityński (1952) and Welch (1952)

Kryteria podziału Typological criteria	Jeziora oligotroficzne i a-mezotroficzne Oligotrophic and a-mesotrophic lakes	Jezioro — Lake Harsz	Jeziora eutroficzne Eutrophic lakes	Jezioro — Lake Lemięt	Jeziora dystroficzne Dystrophic lakes	Jezioro — Lake Smolak
CECHY FIZYCZNE PHYSICAL FEATURES						
a) głębokość maksymalna w m maximal depth in m	> 24	48	< 24 > 6	18,3	zwykle płytkie usually shallow	5,1
b) miąższość hypolimnionu w stosunku do epilimnionu (H/E) thickness of hypolimnion to epilimnion (H/E)	duża — large	H/E = około 4 about 4	zwykle mała usually small	H/E = około 2 about 2	zwykle mała usually small	brak hypolimnionu lack of hypolimnion
c) temperatura hypolimnionu temperature of hypolimnion	niska — low	VIII : 7,8-7,2°C	rzadko niska rarely low	VIII : 10,5-10,2°C	różna — various	brak hypolimnionu lack of hypolimnion
d) barwa wody colour of water	szafirowa, niebieska lub zielona sapphire, blue or green	zielona — green	zielonożółta lub żółtozielona greenish-yellow or yellowish-green	żółtozielona yellowish-green	żółta lub brunatna yellow or brown	żółtobrązowa yellowish-brown
e) przezroczystość transparency	duża — high	3,6-14,0 m	mała — low	2,0-13,0 m	mała — low	3,0-6,0 m
CECHY CHEMICZNE CHEMICAL FEATURES						
a) ilość sestonu quantity of seston	mała — small	mała — small rys. 6	duża — great	duża — great rys. 6	duża — great	mała — small rys. 6
b) ilość elektrolitów guantity of electrolites	mała lub zmienna small or changeable	duża — great rys. 1	zmienna, często wysoka changeable, often great	duża — great rys. 1	mała — small	mała — small rys. 1
c) zawartość Ca Ca content	zwykle mała < 120 mg/l CaO usually small < 120 mg/l CaO	39-52 mg/l CaO 1 m nad dnem 1 m above bottom	zwykle duża ale < 120 mg/l CaO usually great but < 120 mg/l CaO	47-63 mg/l CaO 1 m nad dnem 1 m above bottom	zawsze mała < 22 mg/l CaO always small < 22 mg/l CaO	0-3 mg/l CaO 1 m nad dnem 1 m above bottom

d) zawartość rozpuszczonego tlenu content of dissolved oxygen	wysoka na wszystkich głębokościach przez cały rok; przy dnie $O_2 > 20\%$ nasycenia high on every depth during the whole year; near the bottom $O_2 > 20\%$ of saturation	12,4%	w głębszych warstwach stratyfikowanych jezior minimalna lub brak go w hypolimnionie minimal in deeper layers of stratificated lakes or lack of O_2 in hypolimnion	0,0% H_2S	minimalna lub całkowity brak go w głębszych warstwach minimal or total lack of O_2 in deeper layers	0,0% H_2S
e) reakcja czynna wody (pH) active reaction of water (pH)	zmienna — changeable: pH > 6,5	7,2-8,0 1 m nad dnem 1 m above bottom	zasadowa lub obojętna: alkaline or neutral: pH ⩾ 7	7,2-8,6 1 m nad dnem 1 m above bottom	kwaśna — acid: pH < 6,5	5,4-6,2 sporadycznie sporadically 5,4-7,0 1 m nad dnem 1 m above bottom
ROŚLINNOŚĆ PRZYBRZEŻNA LITTORAL VEGETATION	skąpa — scanty	12,3% powierzchni jeziora surface of lake	bogata — rich	10,1% powierzchni jeziora surface of lake	uboga — poor	bardzo uboga very poor
PLANKTON ROŚLINNY PHYTOPLANKTON						
a) ilościowo quantitatively	ubogi, zakwity rzadkie poor, rare blooms	824 000 osobn./l indiv./l (średnia roczna average yearly) zakwit — bloom of Oscillatoria rubescens	bogaty, zakwity częste rich, often blooms	3 054 000 osobn./l indiv./l (średnia roczna average yearly) zakwity blooms of Cyanophyceae and Dinophyceae	ubogi, zakwitów brak lub występują rzadko poor, lack of or rare blooms	1 416 000 osobn./l indiv./l (średnia roczna average yearly) brak zakwitów lack of blooms
b) jakościowo qualitatively	bogaty — rich	251 taksonów—taxa	zmienny changeable	201 taksonów—taxa	ubogi — poor	154 taksony—taxa
c) grupy dominujące dominating groups	Chlorophyceae i częściowo Bacillariophyceae dominują zwykle nad Cyanophyceae Chlorophyceae and partly Bacillariophyceae usually dominate over Cyanophyceae	Cyanophyceae i — and Bacillariophyceae	Cyanophyceae i Bacillariophyceae przeważają Cyanophyceae and Bacillariophyceae predominate	Cyanophyceae, Bacillariophyceae i — and Dinophyceae	Cyanophyceae ustępują liczebnie przed Dinophyceae, a zwłaszcza przed Chlorophyceae, wśród których nierzadko dominują Desmidiaceae Cyanophyceae are less numerous than Dinophyceae and especially than Chlorophyceae among which Desmidiaceae are often dominating	Chlorophyceae wśród których przeważają Conjugales Chlorophyceae with predominance of Conjugales

wody i pomiarów chlorofilu, podczas gdy między tymi ostatnimi zaznaczają się daleko idące podobieństwa.

7. Według liczebności glonów i pomiarów chlorofilu, okres intensywnego rozwoju fitoplanktonu w jeziorze Harsz trwał nieprzerwanie od drugiej połowy września do końcowego terminu poboru prób tzn. do kwietnia następnego roku i był spowodowany przede wszystkim rozwojem *Cyanophyceae* — masowym pojawem *Oscillatoria rubescens*. *Cyanophyceae* posiadały największe znaczenie w planktonie mezotroficznego jeziora Harsz. W pierwszym roku badań wczesną wiosną liczniej od innych były reprezentowane *Bacillariophyceae* zajmując drugie po *Cyanophyceae* miejsce pod względem ilościowego znaczenia w tym jeziorze. Największe minimum planktonu roślinnego przypadło na okres od maja do lipca (porównaj rys. 13 i 10).

8. W eutroficznym jeziorze Lemięt wystąpiły dwa maksima liczebności glonów pokrywające się z maksimami chlorofilowymi: wczesnowiosenne okrzemkowe i letnie sinicowo-bruzdnicowe. Te trzy gromady — *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* i *Dinophyceae* decydowały o jakościowym charakterze fitoplanktonu. Największe minimum flory glonów, któremu towarzyszyło najsilniej zaznaczające się minimum chlorofilowe przypadło na miesiące zimowe od stycznia do kwietnia — na okres pokrycia lodem (porównaj rys. 13 i 14).

9. W dystroficznym jeziorze Smolak największe nasilenie występowania fitoplanktonu związane z rozwojem sprzężnic, potwierdzane na ogół najwyższymi ilościami chlorofilu obserwowano w jesieni — od października do listopada. Dwa mniejsze wzrosty liczby glonów, spowodowane wystąpieniem głównie zielenic z rzędu *Chlorococcales* nastąpiły wiosną w maju i latem w sierpniu. W tym ostatnim okresie również zawartość chlorofilu znacznie wzrosła. Największe znaczenie w dystroficznym jeziorze Smolak miały *Chlorophyceae*, przede wszystkim z rzędu *Conjugales*, w mniejszym stopniu z rzędu *Chlorococcales*. Najbardziej ubogą florę glonów znaleziono w tym jeziorze wczesną wiosną i zimą, tuż przed zejściem pokrywy lodowej, w kwietniu następnego roku (porównaj rys. 13 i 17).

Ogółem w badanych jeziorach oznaczono 384 jednostki taksonomiczne glonów, w tym 296 gatunków, 1 gatunek grzyba i 25 jednostek taksonomicznych zooplanktonu, reprezentujących 23 gatunki. Łącznie stwierdzono 410 jednostek taksonomicznych (w tym 320 gatunków) fito- i zooplanktonu (tab. 5 i 6).

Wśród glonów przeważały *Chlorophyceae* (48,4%) i *Bacillariophyceae* (25,0%). W planktonie zwierzęcym największą rozmaitość wykazywały *Cladocera* (tab. 5 i rys. 7).

Przeprowadzone badania algologiczne uzupełniają listę flory glonów Polski nowymi gatunkami, powiększają liczbę stanowisk szeregu rzad-

kich gatunków, a florę Pojezierza Mazurskiego, bardzo słabo poznaną pod względem algologicznym, wzbogacają o 95 gatunków i 69 odmian i form nowych dla tego terenu (tab. 6).

Wyniki badań czynników fizykochemicznych i biologicznych porównano z kryteriami podziału jezior na typy limnologiczne (tab. 16), które zestawiono według Stangenberga (1936), Lityńskiego (1952) i Welcha (1952). Potwierdzają one na ogół słuszność zaliczenia jeziora Lemięt do typu eutroficznego (Olszewski 1953 a, Patalas 1960 d), a jeziora Smolak — do typu dystroficznego (Patalas l.c. określa je jako „suchar"). Natomiast budzi wątpliwość słuszność włączenia przez Olszewskiego (l.c.) jeziora Harsz do typu jezior a-mezotroficznych, przede wszystkim ze względu na kilkakrotnie stwierdzane przy dnie ilości tlenu mniejsze niż 20% nasycenia, a także na dominujące znaczenie sinic (rys. 13) i ich zakwit. Opierając się na klasyfikacji Stangenberga (l.c.) należałoby zaliczyć jezioro Harsz do typu jezior b-mezotroficznych.

Instytut Rybactwa Śródlądowego
Olsztyn, Kortowo

SUMMARY

Presented are results of investigations of plankton communities with particular interest in phytoplankton of three lakes in the Mazurian Lakeland country (Northeastern Poland): b-mesotrophic lake Harsz, eutrophic lake Lemięt and dystrophic lake Smolak. The plankton communities of these lakes are characterized from the sociological point of view and the quantitative results concerning phytoplankton are compared using three methods, namely: 1 — sociological method, 2 — counting the quantity of individuals per one litre of water and 3 — chlorophyll measurements.

Methods of investigations

The characterization of plankton communities of the investigated lakes was based on net materials supplemented with samples of not strained water taken for analysis of nannoplankton. Materials were collected from March 28-th, 1961 to April 4-th, 1962 during the vegetation period approximately every 2 weeks, and during the time the lakes were covered with ice — once a month. All three kinds of samples (net, nannoplankton, and chlorophyll) were taken from the same layers from one site being the deepest one in the lake. The extractions of chlorophyll were done using 80 per cent acetone, by Winberg and Siwko (1953) method.

Altogether 378 net samples and the same number of nannoplankton ones have been analysed. The distinguishing of plankton communities of sociation type was done on the basis of criteria proposed by Starmach (1962 a and 1962 b, unpublished paper). Thus the species of V and IV degree of constancy were the basis of differentiation i.e. those occurring in 100 - 61 per cent of records, named by Starmach the dominants (see pages 11 and 15), not characteristic and accompanying species (the latter in V and IV degree of constancy) which are used for distinction and characterization of communities of higher plants in Braun-Blanquet method.

Each sample of net plankton from ten litres of water, supplemented in respect of floristic composition by investigation of 100 square centimeters of non strained water, was then regarded as a counterpart of a patch of an association in phytosociology of higher plants and was a basis for a sociological record.

The analysis of material was done in the following manner: settlings of net plankton were condensed always in the same way in order to have thrice as large volume of water above it. Out of the material prepared in such a way 3 slides were done using cover-slips 20 × 20 mm. Phytoplankton was then estimated in each of three slides on three belts of total surface of about 20 square millimeters using magnification 210 × and zooplankton on a surface of about 60 square milimeters also on three belts in each slide (magnification 120 ×). Three slides comprised a basis for evaluation of mean quantity of organisms per standard surface for which it was taken 20 square milimeters for phytoplankton and 60 square milimeters for zooplankton respectively. In order to known the fullest

specific composition, the whole slide was examined each time and the species found beyond the standard surface were noted as rare.

Samples of 100 square centimeters of non strained water served as a supplement of specific composition of phytoplankton obtained from net materials. Beside that on this basis absolute quantities of organisms of phytoplankton per one litre of water were calculated. They served for comparison of quantity of phytoplankton with result obtained using two other methods, namely the sociological and chlorophyll ones.

Dominants i.e. species found in 100 - 61 per cent of records showing high coefficient of covering (*P*) and with limited occurrence as dominant to only one lake, served as a basis to distinguish the plankton communities. All such species which were dominants all over the year or during most of the year were regarded as indicative (indices) for a community. Species which were dominants only during particular seasons served for distinguishing lower sociological units, or seasonal aspects.

Coefficient of covering (*P*) was calculated according to formula $P = \frac{s \cdot 100}{n}$ in which "*s*" = sum of indices of covering of particular species, and "*n*" — number of records in table. Index of covering was calculated for each species in sample multiplying the number of individuals evaluated with 6-grade scale (see below) by a coefficient corresponding to the particular values in the dimension scale (Table 1, page 13). The numbers obtained comprise a resultant of both number and dimension of individuals of the particular species, roughly evaluated. They reflect common mass of individuals of a given species in comparison to that of other species.

Scale of evaluation of quantitative occurrence of individuals of particular species or higher taxonomic units (after Starmach 1962 b):

+ — Very rare. Individuals of a given species occur singly, not on every slide. About 1 - 6 specimens on 3 slides.

1 — Singly. About 10 specimens per standard surface of 20 mm².

2 — Few. About 50 specimens per standard surface.

3 — Medium. 1 - 3 individuals per each range of vision. About 100 - 150 per standard surface.

4 — Many. 4 - 5 individuals per each range of vision. About 250 per standard surface.

5 — Very many. More than 5 individuals per each range of vision. Over 250 per standard surface.

Sociological records coming from similar environments were grouped together. Thermal-oxygen relations in a lake were taken as a similarity criterion. It was also used in grouping the sociological records according to seasons.

Characteristics of the investigated lakes

The lakes in question representing various limnological types differed in many properties. The main differences concerned: a) thermal-oxygen relations, b) nutrient content, c) content and stratification of chlorophyll and periods of its maximal concentration, d) qualitative and quantitative composition of plankton; the last mentioned differences found their expression in differentiation of plankton communities.

What concerns the thermal stratification type, the mesotrophic lake Harsz and eutrophic lake Lemięt exhibited three levels: epi-, meta-, and hypolimnion; whereas the distrophic lake Smolak — only two: epi- and metalimnion. The lowest bottom temperatures during summer thermal stratification were in the two first mentioned lakes 7.2°C and 10°C, and in the third one — 13°C respectively. The

greatest oxygen deficits were noted in Lemięt lake, the lowest in Harsz lake. The oxygen content ranged during summer (July — September) in the hypolimnion of the Harsz and Lemięt lakes and in the metalimnion of Smolak lake in the following manner: 5.9 - 1.5 mg/litre; 5.7 - 0.0 mg/litre; 7.2 - 0.8 mg/litre respectively. Besides sulphuretted hydrogen occurred in the two last mentioned lakes (Figs. 3 - 5).

Lemięt lake was the richest one in mineral salts (Table 2 and Fig. 1); it showed also the highest pH value (pH = 8.9).

The distrophic Smolak lake was the poorest one in these respects with its pH value equal to 5.4. The differences in nutrient content are supported by the evaluation of the trophicity degree of these lakes determined by the Nygaard's complex coefficient (1949): the highest value 6.5 was obtained for Lemięt lake, and the lowest one for the Smolak lake (1.5).

The highest chlorophyll content was found in the distrophic Smolak lake, the lowest one — in the mesotrophic Harsz lake. Its concentration ranged during the whole time of the research in the following manner (Table 3):

in the Harsz lake	from	1.12	to	27.00	μg/litre
in the Lemięt lake	„	1.00	„	210.00	„
in the Smolak lake	„	1.12	„	313.25	„

Maximal chlorophyll values were seldom found in all three lakes. As a rule the investigated pigment occurered in Harsz lake in quantities from 1.50 to 9.00 μg/litre; in the Lemięt lake — from 1.00 to 9.00 μg/litre, and in the Smolak lake — from 10.00 to 50.00 μg/litre.

The above data show that the richest in chlorophyll was the distrophic lake Smolak and the poorest — the mesotrophic lake Harsz. Similar evaluation is obtained when mean value calculated from all collected samples is taken as a criterion. It is in Harsz lake 7.7 μg/litre; Lemięt — 24.6 μg/litre, and Smolak — 38.4 μg/litre respectively. Different results are obtained when only trophogenic layer is taken into consideration. Mean annual chlorophyll content per litre of water in epilimnion was: in Harsz lake — 9.7 μg/litre; in Lemięt — 31.1 μg/litre; in Smolak — 20.0 μg/litre. Taking into account only the layer producing phytoplankton the Lemięt lake is richer in chlorophyll than Smolak lake. Such great difference in evaluation of both lakes as obtained from investigation of samples from all levels or only from the trophogenic layer, results mainly from the characteristic stratification of chlorophyll in Smolak lake, in which the highest quantities of this pigment were found during summer stagnation in metalimnion, in bottom layers showing considerable deficit of oxygen in some cases and containing sulphuretted hydrogen (Fig. 5). Sharp chlorophyll maxima occurring from July till September at depths of 3 - 5 metres ranged within 97.05 - 313.25 μg/litre. Considerable concentration of this pigment in Smolak lake in these layers does not seem to be connected with plankton algae which, with moderate as a rule quantities, in near bottom layers occurred in smaller quantities and seldom in slightly higher ones than in higher situated layers.

Contrary to the distrophic Smolak lake in the mesotrophic lake Harsz the highest chlorophyll quantities were found in autumn-winter period (Fig. 13) which is connected with intensive development of *Oscillatoria rubescens* (*Cyanophyceae*). The chlorophyll maxima in this lake were always noted in the upper water layers, (Fig. 3), usually at depths 2.5 and 5 metres. In the eutrophic lake Lemięt the highest chlorophyll contents were observed during the early spring and in summer (Tab. 4; Fig. 13), in the first period — near bottom (Fig. 4), what is connected with deposition of some algal species, in the second period in the epilimnion, most frequently at depths of 1 and 2.5 metres.

Changes in general content and vertical distribution of chlorophyll in the Harsz and Lemięt lakes more or less reflected the differences in quantity and stratification of phytoplankton in the particular research periods. On the other hand, in the distrophic Smolak lake such interdependence was seldom observed. It was distinctly marked during summer stagnation which may be explained by the fact that chlorophyll derived from other sources than phytoplankton.

The most diversified plankton, phytoplankton in particular, was observed in Harsz lake (273 taxonomic units, 251 algae among them), whereas the poorest one (qualitatively) was found in Smolak lake (162 taxonomic units, 154 algae among them) (Fig. 7).

The highest number of taxonomic units was noted within phytoplankton in the Harsz and Lemięt lakes during summer (Tables 10 and 12; Figs. 12 and 16), and Smolak lake during spring (Table 14 and Fig. 19), whereas within zooplankton in the Harsz and Smolak during summer time, and in the Lemięt lake during the spring. The poorest qualitatively plankton occurred in all lakes during winter, under ice cover. *Chlorophyceae* showed most diversified specific composition from spring to autumn in the Harsz and Lemięt lakes (mostly *Chlorococcales*) and during the whole year in Smolak lake (here also *Conjugales* Figs. 12, 16 and 19). Great prevalence of *Chlorophyceae* over other classes in the phytoplankton of the distrophic Smolak lake during considerable part of year is remarkable. Many acidophilous species belonging to various systematic groups were found in this lake. In the Harsz and Lemięt lakes *Bacillariophyceae* were the most diversified group in early spring and winter.

The highest mean annual value of the coefficient of covering (*P*) was attained by *Bacillariophyceae* in the mesotrophic Harsz lake and eutrophic Lemięt lake, and then by *Cyanophyceae* (Tables 10 and 12). The same situation was in Smolak lake with *Chlorophyceae* among which *Conjugales* prevailed over *Chlorococcales* (Table 14). The share of *Bacillariophyceae* was particularly large in the two first mentioned lakes during colder seasons (Fig. 20). The share of *Cyanophyceae* was different: it was the highest in Harsz lake during winter, and in Lemięt lake during summer. *Chlorophyceae* and *Conjugales* in particular played important role in Smolak lake from summer to winter. As concerns zooplankton, *Copepoda* showed higher mean annual values of coefficient of covering (*P*) than other groups in all lakes and in Lemięt lake in particular.

Considerable differences in the quantity of phytoplankton were observed in Smolak lake and other lakes, whereas those in zooplankton were insignificant. The highest mean annual value of coefficient of covering (*P*) was attained by phytoplankton in mesotrophic Harsz lake, and the lowest one, about three times lower in the distrophic Smolak lake in which also the zooplankton showed the lowest value (Table 9).

The highest intensity of phytoplankton occurrence was in the Harsz and Lemięt lakes (according to evaluation with sociological methods) during late-spring and summer seasons (Figs. 10 and 14), whereas in Smolak lake a period of intensive development of algae lasted till autumn (Fig. 17).

Plankton communities

Three different plankton communities of sociation type were distinguished in the lakes in question basing — according to Starmach (1962 a and b) — on dominants (i.e. species of V and IV constancy), showing the highest values of coefficient of covering (*P*) and limited to only one lake.

A name was proposed for plankton community in b-mesotrophic Harsz lake, which expresses constant or frequent and abundant occurrence of 3 species of high diagnostic value, namely: *Tabellaria flocculosa var. asterionelloides* + *Oscillatoria rubescens* + *Cyclops kolensis.*

Two seasonal aspects were distinguished in this community: early spring and summer aspects. The following species of diatoms characterized the early spring aspect: *Melosira islandica* ssp. *helvetica, Fragilaria capucina, Synedra acus* and *Bosmina longirostris* (Fig. 9). The summer aspect was distinguished by some species of *Chrysophyceae* (*Dinobryon* sp. div.), *Cyanophyceae* (*Anabaena* sp. div.), *Microcystis aeruginosa, Chroococcus limneticus*), *Dinophyceae* (*Ceratium hirundinella, Peridinium cinctum*), and *Chlorophyceae* (*Pandorina morum, Pseudosphaerocystis lacustris, Tetraspora simplex*), and as concerns of animals — *Mesocyclops leuckarti* and *Daphnia cucullata.* The summer plankton was very diversified as regards algae, *Chlorophyceae* in particular.

For the plankton community in the eutrophic Lemięt lake a name was proposed expressing constant and often abundant occurrence of 2 species of considerable indicative value: *Oscillatoria Agardhii* + *Cyclops vicinus.*

Two seasonal aspects were distinguished in this community: early spring and spring-summer aspects. The early spring aspect was characterized exclusively by diatoms species: *Fragilaria capucina* with its varieties, *Synedra* acus and *Cyclotella* sp. div. (Fig. 9). The spring-summer aspect was characterized aside from diatoms (*Fragilaria crotonensis*), by some species of blue-green algae (*Anabaena* sp. div., *Microcystis aeruginosa*), *Dinophyceae* (*Ceratium hirundinella, Peridinium* sp. div.), *Chrysophyceae* (*Dinobryon* sp. div.), *Chlorophyceae* (*Pandorina morum*), and *Cladocera* (*Leptodora kindti*).

For the plankton community of the distrophic Smolak lake a name was proposed expressing constant or frequent and abundant occurrence of two species of high diagnostic value: *Arthrodesmus Ralfsii* + *Cyclops strenuus* var. *landei.*

Three seasonal aspects were distinguished in this community: spring, summer, and autumn aspects respectively. The spring aspect was characterized by *Chrysophyceae* (*Dinobryon pediforme*), *Bacillariophyceae* (*Tabellaria flocculosa*), *Dinophyceae* (*Peridinium inconspicuum*), *Euglenophyceae,* and *Eudiaptomus graciloides* within animal organisms (Fig. 9). The summer aspect was characterized by the presence of *Conjugales* (*Micrasterias* sp. div., *Staurastrum dejectum*), *Chlorococcales* (*Gloeocystis bacillus*), and out of zooplankton — *Diaphanosoma brachyurum.* The autumn aspect was distinguished by the presence of *Conjugales* (*Micrasterias* sp. div., *Staurastrum brachiatum*), and *Chrysophyceae* (*Dinobryon pediforme*).

Basing on the existence of *Distigma proteus, Astasia breviciliata* and *Astasia* sp. mainly in bottom water layers, it seems justified to distinguish in metalimnion a separate facies of the community in question during periods of thermal stratification.

According to systematics by Symoens (1951 b) the community distinguished in the mesotrophic Harsz lake should be classified to association *Bacillariophycion planctonicum oligo-* and *mesotrophicum;* in the eutrophic Lemięt lake — to the association *Cyano-Bacillariophycion planctonicum eutrophicum;* and in the distrophic Smolak lake — to the association *Desmidion planctonicum oligotrophicum.*

Common features of the investigated lakes

Apart from the above mentioned factors pointing to limnological and biological diversity of the lakes in question, they showed several common features out of which the most important are:

1. *Chlorophyceae* attained the greatest number of species and varieties in all lakes, *Chlorococcales* in particular. Second place belonged to *Bacillariophyceae*. Within zooplankton most numerous were *Cladocera* (Table 5).

2. Mean annual value of total coefficient of covering (*P*) was always larger for plants than for animals, and the greatest differences (3.5×) were encountered in Harsz lake, the smallest (1.2 ×) in Smolak lake (Table 9).

3. During periods of summer thermal stratification in all lakes the upper water-layers had usually richer flora of algae both qualitatively and quantitatively than the lower layers. During reverse (winter) thermal stratification the differences in abundance of algae between the upper and lower water-layers diminished, although the specific composition of phytoplankton was also more diversified in the former layers (Tables 10, 12 and 14).

4. Adominants i.e. species represented in 1 - 20 per cent of records formed most abundant group within phytoplankton in all lakes (Table 9), showing everywhere the lowest mean annual value of total coefficient of covering (*P*).

Also during the particular seasons they comprised usually the largest number of components, the total coefficient of covering of which was the lowest as a rule. Dominants attained the highest mean annual value of total coefficient of covering (*P*) in all lakes, both within the phyto- and zooplankton. In the Harsz and Lemięt lakes they formed larger group than subdominants i.e. species found in 21 - 60 per cent of records. The highest values of total coefficient of covering (*P*) were represented always by plant dominants and most frequently by animal dominants also during particular seasons in all lakes.

5. Analysed interdependence between the number of taxonomic units of algae and the surface-water temperature showed always a simple correlation (Fig. 8). It was particularly distinct in the mesotrophic Harsz lake.

6. A reversed correlation exists in all lakes between the abundance of diatoms (evaluated as number of individuals per litre), and quantity of silicium in water determined as SiO_2 (Fig. 2).

Comparison of investigations of phytoplankton by sociological method with results obtained using other methods

Taking the sociological method introduced in Poland by K. Starmach as the main method of evaluation of quantity of phyto- and zooplankton, the results were compared with those obtained by calculation of quantity of organisms per one litre of water and by chlorophyll measurements. Seasonal changes in the total amount of phytoplankton, as well as of its particular groups, evaluated by sociological method, exhibit large discordance of results in all lakes as compared to those obtained by determination of the quantity of organisms per litre of water and by chlorophyll measurements, whereas considerable similarity was observed between the last mentioned methods.

According to evaluation of the number of individuals per litre of water and to chlorophyll measurements, the period of intensive development of phytoplankton lasted continuously in Harsz lake from the second decade of September till the final date of sampling i.e. to April of the next year and was caused first of all by the development of *Cyanophyceae* — mass appearance of *Oscillatoria rubescens*. *Cyanophyceae* were most important in the plankton of the mesotrophic

lake Harsz. In the first year of research in early spring *Bacillariophyceae* were more abundant than other groups, and occupied second place after *Cyanophyceae*. Minimum of phytoplankton was in the period from May till July (Figs. 10 and 13).

Two maxima of abundance of algae coinciding with the chlorophyll maxima appeared in the eutrophic lake Lemięt: early spring diatomic, and summer with *Cyanophyceae* and *Dinophyceae*. *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* and *Dinophyceae* decided about the qualitative character of the phytoplankton. Minimum of algae accompanied by distinct minimum of chlorophyll appeared during winter months from January till April, i.e. during a period of ice cover (Figs. 13 and 14).

In the distrophic lake Smolak a maximum of occurrence of phytoplankton connected with the development of *Conjugales* and confirmed by usually highest quantities of chlorophyll, was noted in autumn — from October to November. Two smaller increases of the number of algae, caused mainly by appearance of *Chlorophyceae* from the order *Chlorococcales*, took place in May and August. In the last mentioned month also the chlorophyll content increased considerably. *Chlorophyceae* were most important in the distrophic lake Smolak, first of all *Conjugales*, and to less extent — *Chlorococcales*. The poorest algal flora was found in this lake during winter in early spring (April) just prior to disappearance of ice cover (Figs. 13 and 17).

Number of determined taxonomic units

410 taxonomic units of phyto- and zooplankton were identified in the investigated lakes. Algae were represented by 384 taxonomic units (296 species), fungi by one species and zooplankton by 25 taxonomic units representing 23 species (Tables 5 and 6).

Chlorophyceae prevailed among the algae (48.4 per cent). In the second place were *Bacillariophyceae* (25 per cent). In the zooplankton *Cladocera* revealed the highest diversity (Tabl. 5, Fig. 7).

During her research the author has found some species of algae not known in Poland up to the present, as well as new localities of many rare species; moreover, she has enriched the algal flora of the Mazurian lakes, so far very inadequately known in this respect, by 95 species and 69 varieties and forms new for this area (Table 6).

Classification of the investigated lakes

The results of physico-chemical and biological investigations of the lakes in question were compared with the criterions of lake subdivision into limnological types (Table 16) which was compiled after Stangenberg (1936), Lityński (1952) and Welch (1952). This comparison proved the correctness of the classification of Lemięt lake to the eutrophic type (Olszewski, 1953a, Patalas, 1960d), and Smolak lake — to the distrophic type. On the other hand, however, the classification of Harsz lake to the a-mesotrophic lakes by Olszewski (op. cit.) seems incorrect, chiefly because of oxygen quantities, which were smaller than 20 per cent of saturation, as stated several times near the bottom of this lake, as well as because of dominant importance of *Cyanophyceae* (Fig. 13), and the water-bloom made by them. Basing on Stangenberg's classification (op. cit.) Harsz lake should be classified to the type of b-mesotrophic lakes.

Inland Fisheries Institute
Olsztyn-Kortowo

LITERATURA

Bernatowicz S., 1960, Charakterystyka jezior na podstawie roślin naczyniowych, Rocz. Nauk rol. Ser. B 77(1): 79 - 103.

Bohr R., 1960, Nowe stanowisko *Aphanizomenon Elenkinii* Kisel., Acta hydrob. 2(1) : 63 - 65.

Bohr R., Giziński A., 1960, Wstępne studia hydrobiologiczne nad niektórymi elementami flory i fauny Brdy oraz jeziora Stoczek jako terenu przyszłego zbiornika zaporowego pod Koronowem, Przyr. Pol. zach. R. 4. (3 - 4): 47 - 67.

Bohr R., 1962, Socjologiczne badania perifitonu roślinnego w jeziorze Mamry, Stud. Soc. Sc. Tor. Sect. D. Bot. 6(1): 1 - 44.

Bohr R., 1965, Plankton roślinny jeziora Kortowskiego w latach 1952 - 1953, Zesz. nauk. WSR Olszt. 19(389): 113 - 119.

Bohr R., 1967, Zbiorowiska glonów perifitonowych jezior Polski północnej, Zesz. nauk. UMK Nauki Mat.-Przyr., 17, Biologia 10: 33 - 100.

Bombówna M., Krzeczkowska Ł., Klimczyk M., 1962, Czynniki chemiczne, fito- i zooplankton przesadkowych stawów karpiowych rozmaicie nawożonych, Acta hydrob. 4: 345 - 384.

Brook A. J., 1965, Planktonic algae as indicators of lake types, with special reference to the *Desmidiaceae*, Limnol. and Oceanog. 10(3): 403 - 411.

Bucka H., 1966, Plankton communities in the Ochaby complex of experimental fishery farms, Acta hydrob. 8 Suppl. 1: 13 - 46.

Chudybowa D., 1964, Glony osiadłe potoku Lepietnica, Acta hydrob. 6(3): 171 - 181.

Conrad W., 1941, Sur les association d'une source, à Auderghem, Biull. du Museé royal d'Histoire naturelle de Belgique 17(64): 1 - 14.

Czeczuga B., 1958, Badania ilości chlorofilu w fitoplanktonie jezior Rajgrodzkich, Acta Soc. Bot. Pol. 27(4): 541 - 561.

Czeczuga B., 1964, Pionowe rozmieszczenie chlorofilu w niektórych jeziorach mazurskich, Pol. Arch. hydrob. 12(25), 1: 17 - 45.

Czeczuga B., 1965, Zawartość chlorofilu w fitoplanktonie jezior Legińskich, Zesz. nauk. WSR Olszt. 20(433): 161 - 174.

Donat A., 1927, Über die geographische Verbreitung der Süsswasseralgen in Europa, Repertorium Specierum Nov. Regni Vegetabilis 46 : 18 - 29.

Elenkin A. A., 1949, Siniezielenyje wodorosli SSSR. 2, Moskwa - Leningrad.

Fetzmann E., 1956, Beiträge zur Algensoziologie, Sitzber. d. österr. Ak. d. Wiss. Math.-Natur. Kl. Abt. 1(9 - 10): 709 - 783.

Fott B., 1948, Ekologia řas, sinic a jejich společenstv [in:] Klika J. Rostlinná socjologie (Fytocoenologie), 251 - 260, Praha, Melantrich.

Gessner F., 1944, Der Chlorophyllgehalt der Seen als Ausdruck ihrer Produktivität, Arch. hydrob. 11(3): 687 - 732.

Hadač E., 1948, Společenstva řas. [in:] Klika J. Rostlinná socjologie (Fytocoenologie), 289 - 292, Praha, Melantrich.

Harvey H. H., 1934, Measurement of phytoplankton population, J. Mar. biol. Ass. UK 19: 761 - 773.

Huber-Pestalozzi G., 1938, Das Phytoplankton des Süsswassers 1, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi G., 1942, Das Phytoplankton des Süsswassers 2, 2, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi G., 1955, Das Phytoplankton des Süsswassers 4, Stuttgart.

Hutchinson G. E., 1967, A treatise on limnology. 2, New York.

Jørgensen E., 1948, Diatom communities in some Danish lakes and ponds, Kong. Danske Vid. Selsk. 5, 1.

Just J., Hermanowicz W., 1955, Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarczych, PZWL, Warszawa.

Kadłubowska J., 1951, *Desmidiaceae* torfowiska na Marysinie. III (Łódź) 21(3): 425 - 434.

Kawecka B., 1964, Communities of algae in the lower part of the Rogoźnik stream, Acta hydrob. 6(2): 119 - 128.

Kisielew I. A., 1954, Pirofitowyje wodorosli. Opriedielitiel priesnowodnych wodoroslej SSSR., 6, Moskwa.

Kondracki J., Szostak M., 1960, Zarys geomorfologiczny i hydrograficzny jezior okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 77(1): 7 - 59.

Korschikoff A. A., 1953, Wyznacznyk prisnowodnych wodorostej URSR. V. Protococcineae, Kyjiw.

Korycka A., 1969, Seasonal changes in water chemical composition in seven lakes, Pol. Arch. hydrob. 16(29), 1: 1 - 29.

Kowalczyk Cz., Radwan St., 1962, Wyniki dotychczasowych badań nad zooplanktonem (*Rotatoria, Cladocera, Copepoda*) Jezior Duszatyńskich, Ekol. pol. 8(4): 307 - 312.

Koźmiński Z., 1938, O rozmieszczeniu chlorofilu w niektórych jeziorach Stanu Wisconsin w Ameryce Północnej, Arch. hydrob. i Ryb. 11: 120 - 163.

Krawiecowa A., 1954, Bielawskie Błoto — ginące torfowisko atlantyckie Pomorza, Ochr. Przyr. 22: 67 - 159.

Krawiecowa A., 1957, Zmiany we florze glonów dystroficznego jeziora Skrzynka w Wielkopolskim Parku Narodowym 1929 - 1954, Poznańskie Tow. Przyj. Nauk. Wydz. Mat.-Przyr., Prace Mon. nad przyrodą WPN pod Poznaniem 3: 21 - 55.

Kreps F., Verbinskaja N., 1930, Seasonal changes in the phosphate and nitrate content and in hydrogen ion concentration in the Barents sea. I. Cons. int. Expl. Mer 5: 329 - 346.

Krzeczkowska-Wołoszyn Ł., 1966, Plankton nowych stawów przesadkowych gospodarstwa Gołysz, Acta hydrob. 8 Suppl. 1: 47 - 109.

Kulmatycki W., 1925, Kwitnięcie wody na jeziorze Cichym wywołane przez masowy pojaw *Oscillatoria rubescens* D.C., Rocz. Nauk rol. 14: 1 - 14.

Kyselowa K., 1966, Plankton niektórych stawów dorzecza Górnej Wisły, Acta hydrob. 8(3 - 4): 247 - 273.

Lityński A., 1952, Hydrobiologia ogólna, PWN, Warszawa, 545 ss.

Margalef R., 1947, Limnosociologia. Monografias de Ciencias Modernas 10: 1 - 93.

Margalef R., 1948, A new limnological method for the investigation of thin-layered epilithic communities, Trans. Amer. Micr. Soc. 67: 153 - 154.

Margalef R., 1949, Las asociaciones de algas en las aquas dulces de pequeño volumen del Noreste de España, Vegetatio 1 : 258 - 284.

Maucha R., 1932, Hydrochemische Methoden in der Limnologie, Die Binnengewässer 12.

Messikommer E., 1942, Beitrag zur Kenntnis der Algenflora und Algenvegetation des Hochgebirges um Davos, Beitr. zur geobot. Landesaufnahme der Schweiz 24: 1 - 452, Bern.

Nilsson S., 1964, Freshwater *Hyphomycetes*, Symbolae Botanicae Upsalienses 18(2): 1 - 130.

Nováková M., 1965, Über den richtigen Namen für *Gemellicystis* neglecta Teiling 1946, Rev. Algol. (Paris) 1965: 63 - 64.

Nováková M., 1968, *Pseudosphaerocystis lacustris* (Lemm.) Nováková — The correct name for *Gemellicystis neglecta* Teil., Acta Univ. Carolinae — Biologica 1967: 241 - 249.

Nygaard G., 1949, Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes, Part II, Kong. Danske Vidensk. Selskab. Biol. Skrifter 7: 1 - 293.

Nygaard G., 1955, On the productivity of five Danish waters, Verh. Int. Verein. Theor. Angev. Limnol. 12: 123 - 133.

Olszewski P., 1951, Dotychczasowe wiadomości z zakresu chemizmu jezior na Mazurach, Kosmos, Ser. A. 66: 411 - 459.

Olszewski P., 1953 a, Kilka przekrojów chemicznych z jezior Pojezierza Mazurskiego, Ekol. pol. Ser. A. 1: 29 - 47.

Olszewski P., 1953 b, Obserwacje chemiczne z jeziora Tajty, Rocz. Nauk rol. Ser. D 67 : 23 - 65.

Olszewski P. i Paschalski J., 1959, Wstępna charakterystyka limnologiczna niektórych jezior Pojezierza Mazurskiego, Zesz. nauk. WSR Olszt. 4: 1 - 109.

Operaty Zagospodarowania Jezior: Harsz, Lemięt, Smolak. Opracowania nie publ. Inst. Ryb. Śródl. w Olsztynie.

Panknin W., 1945, Zur Entwicklungsgeschichte der Algensoziologie und zum Problem der „echten" und „zugehörigen" Algensellschaften, Arch. f. Hydrobiol. 41 : 92 - 111.

Patalas K., 1960 a, Stosunki termiczne i tlenowe oraz przezroczystość wody w 44 jeziorach okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 77(1): 105 - 222.

Patalas K., 1960 b, Mieszanie wody jako czynnik określający intensywność krążenia materii w różnych morfologicznie jeziorach okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 77(1): 223 - 242.

Patalas K., 1960 c, Charakterystyka składu chemicznego wody 48 jezior okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 77(1): 243 - 297.

Patalas K., 1960 d, Punktowa ocena pierwotnej produktywności jezior okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 77(1): 299 - 326.

Patalas K., 1963 a, Pionowe rozmieszczenie skorupiaków planktonowych w morfologicznie różnych jeziorach okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 82(2): 195 - 207.

Patalas K., 1963 b, Sezonowe zmiany w pelagicznym planktonie skorupiakowym sześciu jezior okolic Węgorzewa, Rocz. Nauk rol. Ser. B 82(2): 209 - 234.

Patalas J., Patalas K., 1966, The crustacean plankton communities in Polish lakes, Verh. Internat. Verein. Limnol. 16: 204 - 215.

Pavoni M., 1963, Die Bedeutung des Nannoplanktons im Vergleich zum Netzplankton, Schweizer. Zeitschr. für Hydrol. 25(2): 219 - 341.

Popowa T. G., 1955, Euglenowyje wodorosli. Opriedielitiel priesnowodnych wodoroslej SSSR. 7, Moskwa.

Półtoracka J., 1962, Sezonowe zmiany planktonu roślinnego pięciu jezior okolic Węgorzewa, Acta Soc. Bot. Pol. 31: 667 - 681.

Półtoracka J., 1963 a, Plankton roślinny jezior okolic Węgorzewa na tle ich właściwości środowiskowych, Pol. Arch. hydrob. 11 (24) (2): 189 - 217.

Półtoracka J., 1963 b, Gdy lód na jeziorach staje się czerwony, Gosp. ryb. 8: 11 - 12.

Półtoracka J., 1966, Plankton roślinny jeziora Sukiel, Zesz. nauk. WSR Olszt. 21(511): 711 - 731.

Półtoracka J., 1968, Skład gatunkowy fitoplanktonu w jeziorze podgrzewanym przez elektrownię cieplną oraz w jeziorach o normalnej temperaturze, Acta Soc. Bot. Pol. 37(2): 297 - 325.

Praca zbiorowa, 1955, Standard Methods for the examination of water, sewage and industrial wastes, APHA, FSIWA, New York.

Prát S., Cyrus Z., 1948, *Oscillatorietum,* Věstn. Král. Čes. Spol. Nauk 7: 1 - 22.

Rawson D. S., 1956, Algal indicators of trophic lake types, Limnol. and Oceanog. 1: 18 - 25.

Ryppowa H., 1927, Glony jeziorek torfowcowych tzw. „Sucharów" w okolicach Wigier, Arch. Hydrob. Ryb. 2 : 41 - 66.

Ryłow W. M., 1948, Fauna SSSR. Rakoobraznyje — Cyclopoida priesnych wod 3, 3, Moskwa - Leningrad.

Schlüter M., 1961, Die Diatomeen-Gesellschaften des Naturschutzgebietes Strausberg bei Berlin. Versuch einer limnosoziologischen Analyse von Kleinalgen-Standorten eines Niedermoorgebietes, Intern. Rev. d. Ges. Hydrobiol. 46: 562 - 609.

Schröder B., 1900, Das Pflanzenplankton preussischer Seeen, Untersuchungen in den Stuhmer Seeen von Seligo A., Danzig 71 - 85.

Siemińska A., Siemińska J., 1967, Flora i fauna w rejonie Zespołu Gospodarstw Doświadczalnych PAN i Zbiornika Goczałkowickiego na Śląsku, Acta hydrob. 9(1 - 2): 1 - 109.

Skuja H., 1948, Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden, Symb. Bot. Upsalienses 9(3): 1 - 399.

Smith G. M., 1924, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin. II. *Desmidiaceae,* Wiscons. Geolog. Nat. Hist. Surv. Bull. 57: 1 - 227.

Solski A., 1962, Chlorofil w sestonie jako wskaźnik produkcyjności jezior, Pol. Arch. Hydrob. 10(23) : 111 - 165.

Sosnowska J., 1956, Zielenice w planktonie stawów rybnych gospodarstwa doświadczalnego PAN w Landeku, Acta Soc. Bot. Pol. 25: 203 - 244.

Spodniewska I., 1955, Plankton jeziora Tajty, Ekol. pol. Ser. A 3: 181 - 228.

Stangenberg M., 1936, Szkic limnologiczny na tle stosunków hydrochemicznych Pojezierza Suwalskiego, Rozpr. Sprawozd. Inst. Badaw. Lasów Państw. w Warszawie Ser. A 19 : 1 - 85.

Starmach K., 1955, Metody badania planktonu, PWRiL., Warszawa, 133 ss.

Starmach K., 1961, Zbiorowisko glonów w potoku Piekielnik koło Jabłonki, Acta hydrob. 3(2 - 3): 143 - 150.

Starmach K., 1962 a, New and rare blue-green algae in the plankton of a fish pond, Acta hydrob. 4(3 - 4): 229 - 244.

Starmach K., 1962 b, Badania zbiorowisk organizmów wodnych (nie publ.).

Starmach K., 1966, *Cyanophyta* — sinice, *Glaucophyta* — glaukofity, Flora Słodkowodna Polski 2, Warszawa.

Symoens J. J., 1951 a, A propos d'une *Desmidies sphagnophiles,* Intern. Ver. Limnol. 11: 392 - 394.

Symoens J. J., 1951 b, Esquisse d'un systemè des associations algales d'eau douce, Intern. Ver. Limnol. 11: 395 - 408.

Symoens J. J., 1954, Les principales associations algales des eaux courantes de l'Ardenne et des régions voisines, 8 - Congrès Intern. de Botanique, Paris.

Szklarczyk-Gazdowa C., 1965, Plankton wybranych stawów dorzecza Górnej Wisły ze szczególnym uwzględnieniem zielenic, Monogr. bot. 19: 85 - 147.

Teiling E., 1955, Some mesotrophic phytoplankton indicators, Intern. Ver. Limnol. 12: 212 - 215.

Thunmark S., 1945, Zur Soziologie des Süsswasserplanktons, Folia Limnol. Scandinav. 3: 1 - 66.

Uherkovich G., 1965, Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation der Natron — BZW. Soda- (Szik-) Gewässer Ungarns. I, Acta Botanica Hung. 11: 263 - 279.

Van der Werff A., Huls H., 1959, Diatomeeënflora van Nederland, 3.

Wasylik K., 1961 a, Glony torfowisk wysokich Kotliny Nowotarskiej, ze szczególnym uwzględnieniem desmidii, Fragm. florist. et geobot. 7(1): 215 - 288.

Wasylik K., 1961 b, Desmidiaceen der Moore in der Umgebung von Korvanen in Sodankylä, Finnisch-Lappland, Soc. Scient. Fennica, Commentationes Biologicae 23(10): 3 - 46.

Wasylik K., 1965, Communities of algae from the Soła river and its tributaries, Acta hydrob. 7 Suppl. 1: 9 - 60.

Welch P. S., 1952, Limnology, 2nd ed. ix, New York, McGraw-Hill Book Co., 538 pp.

Willén T., 1958, Conidia of aquatic *Hyphomycetes* amongst plankton algae, Botaniska Notiser 111(2): 431 - 435.

Willén T., 1960, Phytoplankton algae from three Spanish lakes, Svensk Botanisk Tidskrift. 54(4): 533 - 549.

Winberg G. G., Siwko T. N., 1953, Opriedielenije sodierżanija chłorofiłła w płanktonie, Izw. AN. BSSR 3: 61 - 74.

Wojciechowski I., 1967, VII Zjazd Hydrobiologów Polskich w Świnoujściu, Streszczenia referatów. Pol. Tow. Hydrobiol., Warszawa.

Wojciechowski I., 1971, Die Plankton-Flora der Seen in der Umgebung von Sosnowica (Ostpolen), Ann. UMCS Sect. C. 26(20): 233 - 263.

Wysocka H., 1934, Materiały do flory desmidyj z okolic Warszawy, Acta Soc. Bot. Pol. 11: 119 - 137.

SPIS ROZDZIAŁÓW

Wstęp 3
Ogólna charakterystyka badanych jezior 4
Metoda pobierania i opracowania materiału 9
Skład chemiczny oraz fizyczne właściwości wody 15
Zawartość chlorofilu w planktonie roślinnym 21
Ogólna charakterystyka planktonu 32
Zbiorowiska planktonowe 51
A. Mezotroficzne jezioro Harsz 54
1. Charakterystyka dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników planktonu 54
2. Sezonowe zmiany ilościowe i jakościowe 65
3. Rozmieszczenie pionowe 73
B. Eutroficzne jezioro Lemięt 76
1. Charakterystyka dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników planktonu 76
2. Sezonowe zmiany ilościowe i jakościowe 86
3. Rozmieszczenie pionowe 94
C. Dystroficzne jezioro Smolak 97
1. Charakterystyka dominujących, towarzyszących i przypadkowych składników planktonu 97
2. Sezonowe zmiany ilościowe i jakościowe 107
3. Rozmieszczenie pionowe 113
Uwagi o ciekawszych i rzadko spotykanych gatunkach 116
Podsumowanie wyników 130
Summary 140
Literatura 147