

ACTA UNIVERSITATIS LODZIENSIS FOLIA BOTANICA (Acta Univ. Lodz., Folia bot.)	16	241–251	2001
---	----	---------	------

*Wanda Galicka, Joanna Matusiak, Bogumił Rzerzycha, Helena Grabowska,
Elżbieta Kwiatkowska*

**CHARAKTERYSTYKA FITOPLANKTONU
W SULEJOWSKIM ZBIORNIKU ZAPOROWYM
W LATACH 1996–1997**

**PHYTOPLANKTON COMMUNITIES
IN THE SULEJÓW RESERVOIR IN 1996–1997**

ABSTRACT: The phytoplankton in the Sulejów Reservoir in 1996–1997 was dominant in spring and autumn by diatoms. The cyanobacteria were high only in several months in summer and early autumn. Biomass values was of 0.3 to 63.4 mg dm⁻³. The most abundant were *Stephanodiscus hantzschii* (Grun.), *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen, *Asterionella formosa* (Hass.), *Cyclotella comta* (Ehr.) Kutz of diatoms, *Trachelomonas volvocina* Ehr of euglenids, *Pediastrum boryanum* (Turp.) Meenegh., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. *Staurastrum* sp. of green algae and *Microcystis aeruginosa* Kutz and *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. of cyanobacteria. Correlations between the biomass of phytoplankton and temperature, pH, concentration of nitrate nitrogen and phosphorus in water were determined.

Treść

1. Wstęp
2. Teren badań, metody
3. Wyniki
4. Dyskusja
5. Piśmiennictwo
6. Summary

1. WSTĘP

Rozwój fitoplanktonu w zbiornikach zaporowych zależy od wielu czynników, głównie jednak od żyzności, jak i od czasu retencji wód (Bucka 1989, Galicka 1996; Górniak, Grabowska 1996). Efektem masowych

pojawów fitoplanktonu, szczególnie sinic, jest obniżenie jakości wody, ograniczające jej funkcje gospodarcze i rekreacyjne (Tarczyńska, Zalewski 1994).

Opracowanie to jest kontynuacją wcześniej rozpoczętych badań planktonu Zbiornika Sulejowskiego (Rakowski 1983; Galicka i in. 1990, 1992, 1996, 1999; Rakowska, Rakowski 1992; Galicka 1996). Jego celem jest charakterystyka fitoplanktonu zbiornika pod względem składu gatunkowego i stosunków ilościowych na tle wybranych parametrów fizykochemicznych wody.

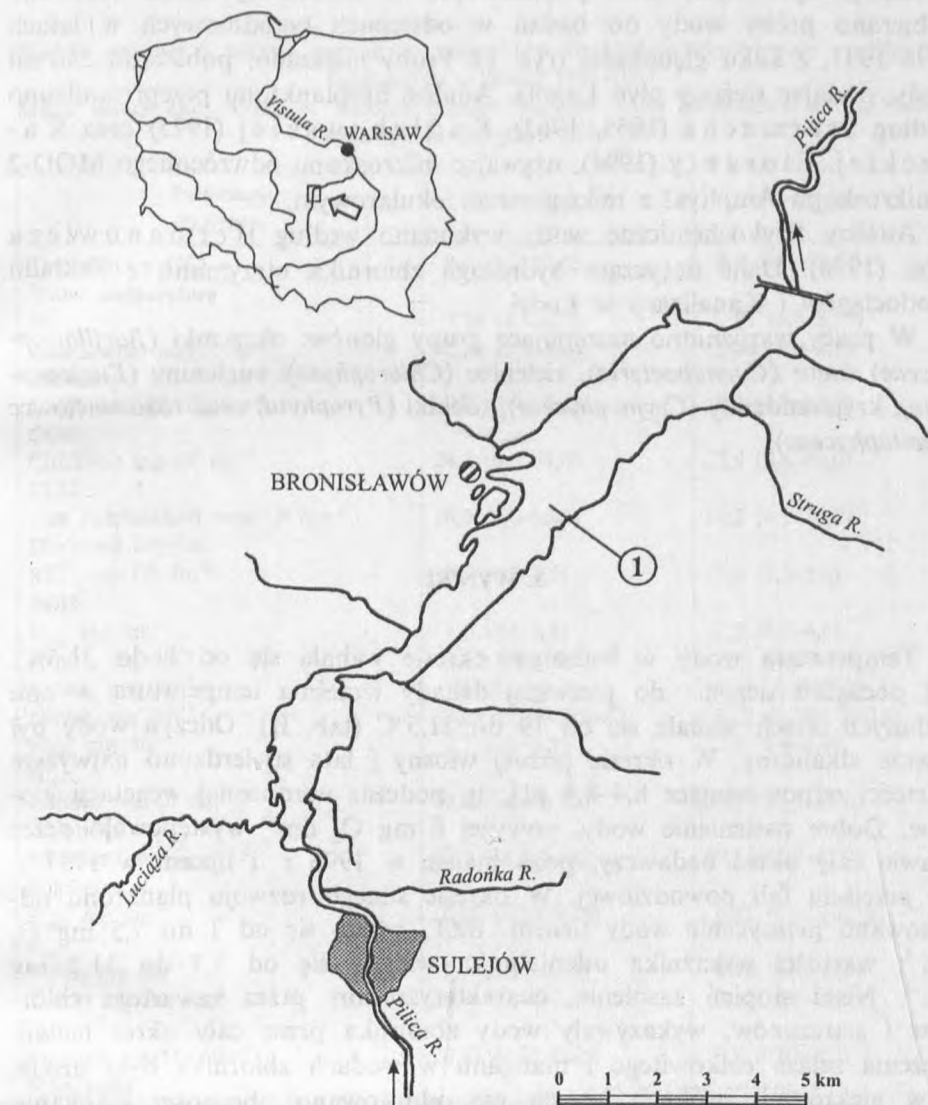
2. TEREN BADAŃ, METODY

Zbiornik Sulejowski został utworzony w 1973 r. przez przegrodzenie rzeki Pilicy tamą na 139 km jej biegu. W 1996 i 1997 r. średnia pojemność zbiornika wynosiła ok. 66 mln m³ (maksymalne wartości odnotowano w maju 1996 r. i w lipcu 1977 r. podczas powodzi – 75 mln m³). Woda wymieniana była w badanych latach 16 razy, a czas zatrzymywania (retencji) wynosił 22–23 dni (tab. I).

Tabela I

Charakterystyka parametrów morfometrycznych i hydrologicznych
Zbiornika Sulejowskiego w latach 1996–1997
Morphometric and hydrological data of the Sulejów Reservoir in
the years 1996–1997

Parametry Variables	1996	1997
Objętość (10 ⁶ m ³) Volume	66,6	65,8
Rzędna piętrzenia (m n.p.m.) Water level	165,9	166,3
Wymiana wody (rok ⁻¹) Flushing rate	16,0	16,2
Czas retencji (dni) Water residence time	23	22
Powierzchnia zbiornika (km ²) Surface	19,8	19,8
Średnia głębokość (m) Mean depth	3,1	3,2



Rys. 1. Teren badań z zaznaczonym miejscem poboru prób
Fig. 1. Study area with the marked sampling site

Na jednym stanowisku pomiarowym w środkowej części zbiornika pobierano próby wody do badań w odstępach tygodniowych w latach 1996–1997, z kilku głębokości (rys. 1). Próby mieszano, pobierano 250 ml wody, dodając stężony płyn Lugola. Analizę fitoplanktonu przeprowadzono według Starmacha (1955, 1963), Kadłubowskiej (1975) oraz Kaweckiej, Eloranty (1994), używając mikroskopu odwróconego MOD-2 i mikroskopu Amplival z mikrometrem okularowym.

Analizy fizykochemiczne wody wykonano według Hermanowicza i in. (1976). Dane dotyczące hydrologii zbiornika otrzymano z Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi.

W pracy wyróżniono następujące grupy glonów: okrzemki (*Bacillariophyceae*) sinice (*Cyanobacteria*), zielonice (*Chlorophyta*), eugleniny (*Euglenophyta*), kryptomonady (*Cryptophyceae*), tobołki (*Pyrophyta*) oraz różnowiciowce (*Xanthophyceae*).

3. WYNIKI

Temperatura wody w badanym okresie wahała się od 1 do 21,5°C. Od początku sierpnia do pierwszej dekady września temperatura w obu badanych latach wahała się od 19 do 21,5°C (tab. II). Odczyn wody był zawsze alkaliczny. W okresie późnej wiosny i lata stwierdzono najwyższe wartości odpowiadające 8,4–8,8 pH, tj. podczas wzmoczonej vegetacji glonów. Dobre natlenienie wody, powyżej 6 mg O₂ dm⁻³ występowało przez prawie cały okres badawczy, poza majem w 1996 r. i lipcem w 1997 r. po przejściu fali powodziowej. W okresie silnego rozwoju planktonu odnotowano przesylenie wody tlenem. BZT₅ wahało się od 1 do 7,5 mg O₂ dm⁻³; wartości wskaźnika utlenialności wahały się od 3,5 do 31,2 mg dm⁻³. Niski stopień zasolenia, charakteryzowany przez zawartość chlorków i siarczanów, wykazywały wody zbiornika przez cały okres badań. Stężenia żelaza całkowitego i manganu w wodach zbiornika było niskie, a w niektórych próbach letnich nie odnotowano obecności manganu. Najniższe stężenia azotu amonowego notowano w lipcu i sierpniu, maksymalne wiosną i jesienią. W cyklu rocznym azotanów wyróżniono maksimum wiosenne i jesienne, a w okresie lata odnotowano znaczne wyczerpanie tej formy azotu w wodzie zbiornika. Wyższe stężenia azotu organicznego notowano w okresach wzmoczonego rozwoju planktonu. Zwiększone stężenia fosforanów notowano w miesiącach jesiennych, niższe wiosną i latem.

Tabela II

Srednie wartości i zakresy wybranych parametrów fizykochemicznych wody w Zbiorniku Sulejowskim w latach 1996–1997
 Mean values and ranges of selected physico-chemical water parameters in the Sulejów Reservoir in the years 1996–1997

Parametry Variables	1996	1997
Temperatura (°C) Water temperature	9,7 (1,2–21,5)	9,9 (1,0–22,0)
PH	7,74 (6,5–8,7)	7,81 (6,8–8,75)
Zasadowość mval dm ⁻³ Alcalinity	2,59 (1,8–3,4)	2,64 (1,9–3,2)
ChZT–Mn mg O ² dm ⁻³ COD	9,5 (3,5–17,4)	9,4 (4,0–31,2)
ChZT–Cr mg O ² dm ⁻³ COD	24,4 (6,0–54,0)	22,9 (8,8–46,0)
Tlen rozpuszczony mg O ² dm ⁻³ Dissolved oxygen	10,0 (3,6–15,8)	10,2 (4,1–14,8)
BZT ₅ mg O ² dm ⁻³ BOD	3,7 (0,6–7,5)	3,6 (1,2–5,6)
N _{org.} mg dm ⁻³	1,5 (0,6–2,4)	1,5 (0,9–4,6)
N-NH ₄ mg dm ⁻³	0,15 (0,02–1,2)	0,11 (0,02–0,4)
N-NO ₃ mg dm ⁻³	1,1 (0,02–2,4)	1,15 (0,08–2,2)
N-NO ₂ mg dm ⁻³	0,02 (0,003–0,065)	0,02 (0,005–0,035)
N _{ogól.} mg dm ⁻³	2,7 (1,6–4,7)	2,8 (1,4–5,9)
N _{tot.} Chlorki mg Cl dm ⁻³ Chlorides	13,6 (12,0–15,0)	13,5 (11,0–15,0)
Siarczany mg Cl dm ⁻³ Sulphates	27,5 (18,5–43,2)	29,5 (18,5–48,7)
P _{ogól.} mg dm ⁻³	0,08 (0,03–0,16)	0,21 (0,065–0,39)
P _{tot.} P-PO ₄ mg dm ⁻³	0,1 (0,05–0,25)	0,16 (0,05–0,5)
Żelazo mg Fe dm ⁻³ Iron	0,41 (0,06–1,5)	0,35 (0,1–1,1)
Mangan mg Mn dm ⁻³ Manganese	0,13 (0,05–0,85)	0,1 (0,03–0,3)
Zawiesina mg dm ⁻³ Seston	7,4 (2,0–23,0)	5,85 (3,0–13,6)

Liczebność fitoplanktonu w Zbiorniku Sulejowskim w badanym okresie wahała się od 296 (17 czerwca 1997 r.) do 427 700 komórek (4 września 1996 r.) w 1 cm³ wody. Najmniejszą liczebność fitoplanktonu notowano w obu badanych latach od października do grudnia oraz w czerwcu 1996 r. i w lipcu 1997 r. tj. w okresie znacznego powodziowego przyboru wody w zbiorniku. Maksymalne liczebności fitoplanktonu odnotowano w 1996 r.

w maju (średnio 22 896 komórek w 1 cm³), a w 1997 r. we wrześniu (średnio 70 765 komórek w 1 cm³) podczas dominacji sinic. Także znaczne ilości fitoplanktonu odnotowano w obu badanych latach w lutym podczas dominacji wiciowców.

Pod względem jakościowym zdecydowanie dominowały okrzemki i wiciowce, a w 1996 r. dodatkowo zielenice. Następną grupę stanowiły sinice. Udział pozostałych grup był niewielki, poza kryptomonadami, które w czerwcu 1997 r. stanowiły 41,7% całkowitej biomasy fitoplanktonu (rys. 2).

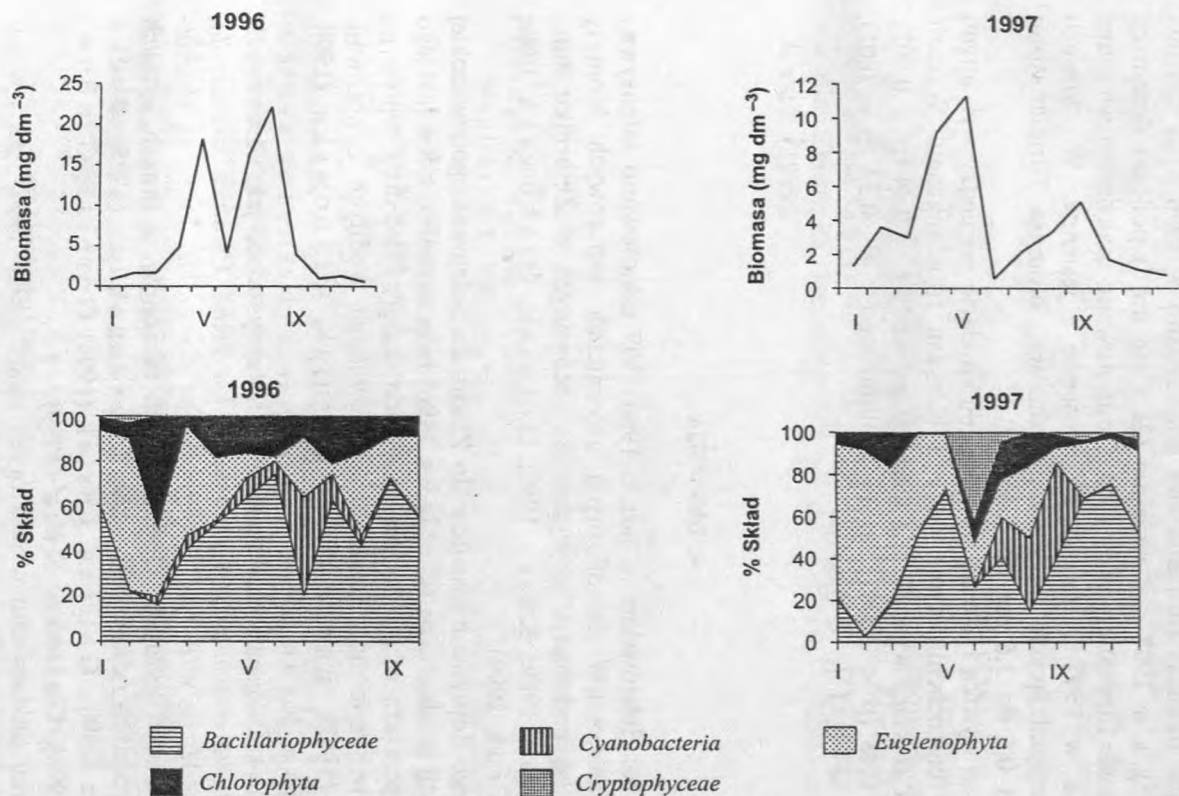
Intensywny rozwój okrzemek obserwowano wiosną i jesienią. Szczyt rozwojowy wiosenny odnotowano w 1996 r. od maja do lipca i stanowił od 64 do 74 %, a w 1997 r. szczyt ten utrzymywał się od kwietnia do maja i stanowił od 41 do 72% ogólnej biomasy fitoplanktonu. Szczyt rozwojowy jesienny w obu latach przypadł na listopad i stanowił odpowiednio: 72 i 75% biomasy fitoplanktonu. W obu okresach gatunkami dominującymi były: *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simons, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Asterionella formosa* Hass., *Cyclotella comta* (Ehr.) Kutz., *Nitzschia acicularis* W.Sm., *N. palea* (Kutz.) W.Sm., *Stephanodiscus astrea* (Ehr.) Grun., *Synedra acus* Kutz., *Rhizosolenia* sp.

Następną pod względem dominacji grupą w fitoplanktonie Zbiornika Sulejowskiego były wiciowce (rys. 2). Ich intensywny rozwój obserwowano w okresach spadku liczebności okrzemek, a więc w najchłodniejszych miesiącach roku (styczeń–marzec). Stanowiły one wówczas od 34 do 89% biomasy. W okresach tych gatunkami dominującymi były: *Trachelomonas volvocina* Ehr., *Rhodomonas minima* (Matv.), *Phacus* sp.

Podczas całego okresu badań odnotowano obecność sinic, a ich udział był zróżnicowany zarówno w ciągu roku, jak i w poszczególnych latach. Największe ich ilości notowano w 1996 r. w sierpniu, gdy ich średni udział w biomacie stanowił 44%. W 1997 r. nastąpiło przesunięcie zakwitów sinicowych na koniec sierpnia i początek września, tj. po przejściu fali powodziowej. Ich udział w ogólnej biomacie fitoplanktonu wahał się od 35 do 45%. Podczas zakwitów wody temperatura wahała się od 21 do 21,5°C. Wśród sinic dominowały *Microcystis aeruginosa* Kutz. oraz *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.

Udział zielenic w 1996 r. był znaczny, a w marcu osiągnął aż 49% biomasy fitoplanktonu, natomiast w 1997 r. był niewielki i nie przekraczał 18% biomasy fitoplanktonu (rys. 2).

Na uwagę zasługuje fakt, iż w Zbiorniku Sulejowskim we wszystkich miesiącach stwierdzono występowanie *Stephanodiscus hantzschii* Grun., którego liczebność jak i udział w biomacie były duże w miesiącach wiosennych i późnojesiennych (październik, listopad). W miesiącach zimowych (grudzień–luty) zanotowano liczne występowanie *Trachelomonas volvocina* Ehr. Od stycznia do marca 1997 r. obserwowano masowy rozwój gatunków



Rys. 2. Biomasa oraz skład procentowy fitoplanktonu w Zbiorniku Sulejowskim w latach 1996–1997
 Fig. 2. Biomass and percentage composition of phytoplankton in the Sulejów Reservoir in 1996–1997

z rodzaju *Peridinium*. Natomiast w lipcu i sierpniu 1996 i 1997 r. oraz we wrześniu 1997 r. występował gatunek *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Berg., gdy temperatury wody wahały się od 18 do 21,5°C.

Maksymalne biomasy fitoplanktonu odnotowano w 1996 r. 12 sierpnia (63,4 mg dm⁻³), a w 1997 r. 4 września (26,5 mg dm⁻³) podczas dominacji sinic. W biomase fitoplanktonu w 1996 r. odnotowano maksimum wiosenne oraz letnie, a w 1997 r. maksimum wiosenne i jesienne. W okresach minimów, przypadających na miesiące zimowe, biomasa fitoplanktonu wahała się od 0,5 do 3,6 mg dm⁻³ (rys. 2).

Zanotowano wysoką i istotną statystycznie korelację pomiędzy wybranymi parametrami fizykochemicznymi wody a biomasą fitoplanktonu. Wartość współczynnika korelacji wynosiła dla temperatury wody $r = 0,44$ ($p < 0,001$), odczynu $r = 0,48$ ($p < 0,0001$), azotu azotanowego $r = -0,33$ ($p = 0,01$), fosforanów $r = -0,41$ ($p < 0,003$).

4. DYSKUSJA

W Zbiorniku Sulejowskim w latach 1996–1997 odnotowano intensywny rozwój fitoplanktonu. W eutroficznych zbiornikach zaporowych biomasy fitoplanktonu są podobne albo wyższe od notowanych w Zbiorniku Sulejowskim (Bucka 1989; Kasza 1992; Górniak, Grabowska 1998; Galicka, Kruk 1999).

Obok stałego dopływu nutrientów do Zbiornika Sulejowskiego i wysokiej ich koncentracji w zbiorniku (Galicka 1996) inne czynniki, takie jak jego płytkość, temperatura wody, penetracja światła, mogły mieć duży wpływ na rozwój glonów. Podobne zależności w zbiornikach wodnych odnotowali: Reynolds (1982), Bucka (1989), Górniak, Grabowska (1998, 1999), Galicka, Kruk (1999).

W Zbiorniku Sulejowskim dominowały taksony takie, jak: *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Ceratium hirundinella*, *Fragilaria* sp., *Microcystis* sp., *Aphanizomenon flos-aquae*, które są charakterystyczne dla wód żywnych. Obecność tych taksonów w innych żywnych zbiornikach wodnych odnotowali także: Krzyżanek i in. (1986), Bucka (1989), Simm (1990), Galicka, Lesiak (1996) Górniak, Grabowska (1996, 1998), Galicka, Kruk (1999).

W Zbiorniku Sulejowskim w niektórych latach (1996–1997), jak i w badaniach wcześniejszych (Galicka i in. 1992, 1996, 1999; Rakowska, Rakowski 1992) odnotowano masowe pojawy sinic, głównie z rodzaju *Microcystis* i *Aphanizomenon* (Dusoge i in. 1985; Giziński i in. 1989). Często w jeziorach i zbiornikach eutroficznych o podobnej do Zbiornika

Sulejowskiego koncentracji różnych form azotu i fosforu, o pH wyraźnie zasadowym, spotyka się masowe pojawy sinic, a w skrajnym wypadku monokultury *Aphanizomenon flos-aquae* (Krzyżanek i in. 1986; Bucka 1989; Grabowska 1998; Górniak, Grabowska 1999; Galicka, Kruk 1999). Raz rozprzestrzeniona populacja sinic w zbiornikach jest trudna do zlikwidowania. Stosując jednak pewne zabiegi, zarówno w obrębie zbiornika, jak i jego zlewni, można ograniczyć wielkość zakwitów tych glonów (Zalewski 1998).

Badając zależność pomiędzy biomasa fitoplanktonu a koncentracją badanych parametrów fizykochemicznych wody, dodatnią korelację odnotowano dla temperatury wody, pH, azotu azotanowego oraz fosforanów. Podobną zależność we wcześniejszych badaniach Zbiornika Sulejowskiego odnotowała Galicka (1996), dla Zbiornika Zegrzyńskiego Simm (1990), a dla Zbiornika Jeziorsko Galicka, Lesiak (1996) oraz Galicka, Kruk (1999).

5. PIŚMIENNICTWO

- Bucka H. 1989. *Ecology of selected planktonic algae causing water blooms*. Acta Hydrobiol., 31: 207–258.
- Dusoge K., Bownik-Dylińska L., Ejsmond-Karabin J., Spodniewska T., Węglińska T. 1985. *Plankton and benthos of man-made Lake Zegrzyńskie*. Ekol. Pol., 33: 455–479.
- Galicka W. 1996. *Limnologiczna charakterystyka nizinnego zbiornika zaporowego na Pilicy w latach 1981–1993*. Wyd. Uniw. Łódz.: 1–142.
- Galicka W., Lesiak T., Rzerzycha E. 1990. *Ogólna charakterystyka fitoplanktonu Zbiornika Sulejowskiego w latach 1982–1987*. [W:] Kajak Z. (red.). *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja*. 50. SGGWAR, Warszawa: 246–253.
- Galicka W., Lesiak T., Rzerzycha E. 1992. *Dynamics of phytoplankton development in the Sulejów Reservoir (central Poland), as related to nutrient and zooplankton pressure*. Acta Hydrobiol., 34: 315–337.
- Galicka W., Lesiak T. 1996. *Wpływ zbiornika Jeziorsko na fitoplankton środkowego odcinka rzeki Warty*. Acta Univ. Lodz., Folia bot., 11: 161–173.
- Galicka W., Rzerzycha E., Rzerzycha B. 1996. *Charakterystyka fitoplanktonu w Sulejowskim zbiorniku zaporowym w latach 1991–1993*. Acta Univ. Lodz., Folia bot., 11: 185–194.
- Galicka W., Lesiak T., Rakowska B. 1998. *Dynamics of blue algae development in Sulejów Dam Reservoir*. Oceanol. Stud., 1: 21–26.
- Galicka W., Kruk A. 1999. *Structure of phytoplankton of the Jeziorsko Reservoir (central Poland) in the spring-autumn period of 1996*. Acta Hydrobiol., 41: 17–35.
- Giziński A., Błędzki L., Kentzer A., Wiśniewski R., Żytkowicz R. 1989. *Hydrobiological characteristic of the lowland reolimnic Włocławek reservoir on the Vistula river*. Ekol. Pol., 37: 359–403.

- Górniak A., Grabowska M. 1996. *Limnology of the Siemianówka Dam reservoir (eastern Poland)*. 3. *Formation of phytoplankton communities in the first years after filling*. Acta Hydrobiol., 38: 99–108.
- Górniak A., Grabowska M. 1998. *Primary production of phytoplankton in newly constructed lowland reservoir in eastern Poland*. Int. Rev. Hydrobiol., 83: 307–310.
- Górniak A., Grabowska M. 1999. *Zakwity wody w zbiorniku Siemianówka. Konferencja naukowo-techniczna: Eksploatacja i oddziaływanie dużych zbiorników nizinnych (na przykładzie zbiornika Jezioro)*. AR, Poznań: 364–377.
- Grabowska M., 1998. *Blooms of cyanophyta in Siemianówka Dam reservoir in the first years after filling*. Oceanol. Stud. 1: 27–31.
- Hermanowicz W., Dożańska W., Dojlido J., Koziarowska B. 1976. *Fizykochemiczne badania wody i ścieków*. Arkady, Warszawa: 1–846.
- Kadłubowska J.Z. 1975. *Zarys algologii*. PWN, Warszawa: 1–502.
- Kasza H. 1992. *Changes in the aquatic environment over many years in three dam reservoir in Silesia (southern Poland) from benning of their existence-cause and effect*. Acta Hydrobiol., 34: 65–114.
- Kawecka B., Eloranta P.V. 1994. *Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych*. PWN, Warszawa: 1–252.
- Krzyżanek E., Kasza H., Krzanowski W., Kuflikowski T., Pająk G. 1986. *Succession of communitisin the Goczalkowice Dam Reservoir, in period 1955–1982*. Arch. Hydrobiol., 106: 21–43.
- Rakowska B., Rakowski M. 1992. *Phytoplankton of the Sulejów Reservoir (central Poland)*. Acta Hydrobiol., 34: 329–340.
- Rakowski M. 1983. *Fitoplankton Zbiornika Sulejowskiego. XII Zjazd Hydrobiologów Polskich*. Lublin: 139–140.
- Reynolds C.S. 1982. *Phytoplankton periodicity: its motivation, mechanism and manipulation*. Rep. of FBA, 50: 60–75.
- Simm A. 1990. *Przestrzenne zróżnicowanie fitoplanktonu w zbiorniku Zegrzyńskim na tle wybranych parametrów fizykochemicznych*. [W:] Kajak, Z. (red.). *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja*. 50. SGGWAR, Warszawa: 21–28.
- Starmach K. 1955. *Metody badania planktonu*. PWRiL, Warszawa: 21–28.
- Starmach K. 1963. *Roliny słodkowodne. Wstęp ogólny i zarys metod badania*. [W:] *Flora słodkowodna Polski*. PWN, Warszawa: 1–271.
- Tarczyńska M., Zalewski M. 1994. *Toksyczność glonów sinicowych w eutroficznych zbiornikach*. [W:] Zalewski M. (red.). *Zintegrowana strategia ochrony i zagospodarowania ekosystemów wodnych*. Bibl. Monit. Środ., Łódź 1994: 79–90.
- Zalewski M. 1998. *Ekotechnologia i biotechnologie ekosystemowe jako rozwinięcie dotychczasowej strategii i metod w gospodarce wodnej*. Gosp. Wod., 12: 447–452.

6. SUMMARY

The present study a characterization of phytoplankton incommunities one site located in the middle part of Sulejów Reservoir in 1991–1993 (fig. 1).

Two peaks of phytoplankton were recorded in spring and autumn season of them was dominant by diatoms (fig. 2). The subdominant were phytoflagellates. The blue-green algae (*Cyanophyta*) were high only in several months in summer and early autumn (fig. 2).

In all months *Stephanodiscus hantzschii* was observed, its numbers and biomass being high in spring and late autumn. In winter months was observed *Trachelomonas volvocina*, in the summer months *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* and *Ceratium hirundinella*.

Table II present physico-chemical water parameters in investigated localities. While investigating the dependence of phytoplankton biomass on values on investigated water parameters a positive correlation was recorded for water temperature, nitrate nitrogen and phosphates.

Wanda Galicka
Joanna Matusiak
Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Wpłynęło do Redakcji
Folia botanica
17.05.2000

Bogumił Rzerzycha
Helena Grabowska
Elżbieta Kwiatkowska
Zakład Wodociągów i Kanalizacji
ul. Wierzbowa 52, 90-133 Łódź