

Ewa JACHNIAK

University of Bielsko-Biala, Department of Environmental Protection and Engineering, Willowa 2,
43-309 Bielsko-Biala, Poland

ORCID / e-mail:

0000-0002-2444-8999 / ejachniak@ath.bielsko.pl

Zmienność sezonowa glonów planktonowych rozwijających się w wodach stawów zlokalizowanych w Parku Habsburgów w Żywcu

Słowa kluczowe:

glony planktonowe, stawy parkowe

Seasonal variability of planktonic algae developing in water of ponds located in the Habsburg Park in Żywiec

Keywords:

planktonic algae, park ponds

Abstract

The aim of this research was to characterize the species structure and biomass of planktonic algae in the ponds of the Habsburg Park in Żywiec. This research was conducted in the 2018 vegetation season. The water samples for research were taken from two research points. The first research point was located in the north-west part of the park, in a sunny place, while the second research point was located in the south-eastern part of the park, in a shaded place. The phytoplankton biomass (given in wet mass) was calculated by comparing the phytoplankton organisms to geometric figures, and then measuring their volume. A special converter was used to convert volume to mass. Algae keys were used to identify planktonic algae species.

The results of the conducted analyzes showed the variability of the phytoplankton biomass in the research season. The highest values of total planktonic algae biomass were recorded in the summer period, in turn, the lowest values were recorded in the spring and autumn periods at both research points. The following groups of planktonic algae were found on both research points: *Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cryptophyceae* and *Euglenophyceae*. The conducted research showed that diatoms (59.6% share) and green algae (22.5% share) had the highest average percentage share in the total phytoplankton biomass on the first research point, whereas on the second research point the diatoms (66% share) and euglenins (15.3% share) had the highest average percentage share in the total phytoplankton biomass. The greatest species diversity was found among diatoms and green algae, in the remaining algae groups only two or three species of algae dominated. During the research, algae that prefer low fertile water were observed (e.g. *Encyonema minutum* (Hilse) D.G. Mann, *Pinnularia* sp.) and that prefer more fertile environments (e.g. *Coelastrum astroideum* De-Not., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen. Some of them belonged to ubiquitous algae, typical for various environments, e.g. *Cryptomonas erosa* and *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Ehrenberg.

1. WSTĘP

Stawy pełnią wiele różnorodnych funkcji zarówno w przyrodzie, jak i gospodarce człowieka. Przede wszystkim kształtują stosunki wodne na danym terenie oraz zwiększają walory krajobrazowe i estetyczne, zapewniając miejsce do bytowania dla wielu gatunków zwierząt (m.in. ptaków wodnych i błotnych) oraz roślin. Odgrywają także rolę retencyjną, ponieważ ograniczają spływ powierzchniowy. Stanowią również odstożniki zanieczyszczeń, przede wszystkim związków biogenych, które kumulowane są w ich osadach dennych, a także w tkankach roślin i zwierząt oraz w komórkach glonów [Bukacińska i in. 1995]. Stawy stanowią też element ochładzający, co ma znaczenie zwłaszcza w warunkach miejskiej wyspy ciepła [Iwaszuk i in. 2019]. Często są wykorzystywane do celów rekreacyjnych oraz hodowlanych. Stawy wchodzące w skład kompleksów pałacowych i zamkowych pełniły najczęściej funkcję hodowli ryb, a także zwiększały walory estetyczne i rekreacyjne takiego parku [Cieśla i in. 2008].

Głony planktonowe w stawach kompleksów parkowych i zamkowych do tej pory nie były obiektem badań wielu naukowców. W literaturze bardziej rozpowszechnione są badania glonów rozwijających się w zbiornikach zaporowych, jeziorach, a także stawach rybnych. Ze względu na zdolność glonów oraz sinic do tworzenia zakwitów i związanych z tym różnych problemów środowiskowych, sanitarnych i ekonomicznych (zwłaszcza w zbiornikach wodociągowych, gdzie ważny jest koszt uzdatniania wody), takie badania mają większe znaczenie i uzasadnienie [Starmach i Mazurkiewicz-Boroń 2000, Wilk-Woźniak i Ligęza 2003, Sipaúba-Tavares i in. 2011, Wilk-Woźniak i in. 2011, Mukhutdinov i Butakova 2012, Fernández i in. 2015, Nishino i in. 2015].

W Polsce analizy glonów prowadzono m.in. w stawach Parku Sołackiego w Poznaniu [Messyasz i Jurgońska 2003] oraz w zespole zbiorników miejskich Arturówek w Łodzi [Jurczak i in. 2018], a także w stawach kompleksu parkowo-pałacowego w Żywcu w 2016 r. [Jachniak i Młyniuk 2019]. Badania glonów w stawach parków miejskich prowadzono również w innych krajach, m.in. w Wellesley w Massachusetts w USA [Water Resource Services INC. 2017] oraz w stawach miejskich w mieście Bankura w Indiach [Surajit i in. 2019], a także w Brukseli w stawach przepływowych [Peretyatko i in. 2007]. Częściej badano też parametry fizykochemiczne wraz z chlorofilem *a* oraz makrofity i makrobezkręgowce [Caffrey i in. 2008, Gąbka i Dołata 2010, Saha i in. 2017, Bubíková i Hrivnák 2018].

Celem badań było określenie zmienności sezonowej struktury gatunkowej oraz biomasy glonów planktonowych rozwijających się w stawach kompleksu pałacowo-parkowego Habsburgów w Żywcu. Analizowane stawy należą do stawów sztucznych, utworzonych przez człowieka i pełnią funkcje krajobrazowe oraz rekreacyjno-estetyczne, dzięki którym zwiększa się atrakcyjność Parku Habsburgów zarówno dla mieszkańców, jak i turystów.

2. METODY BADAŃ

2.1. Teren badań

Badania glonów planktonowych prowadzono w stawach znajdujących się na terenie kompleksu pałacowo-parkowego Habsburgów w Żywcu (Polska południowa, województwo śląskie). Poniżej miasta, od strony północnej, znajduje się zbiornik zaporowy Tresna, do którego dopływa rzeka Soła, która z rzeką Koszarawą łączy się w Żywcu. Miasto otaczają szczyty gór Beskidu Żywieckiego i Śląskiego co sprawia, że jest miastem atrakcyjnym turystycznie [Słomka 2007, Starostwo Powiatowe w Żywcu 2013]. Teren ten przyciąga wczasowiczów, żeglarzy, cyklistów, narciarzy oraz osoby wędrujące po górach. Żywiec jest miastem atrakcyjnym także dla przedsiębiorców – znajdują się tu duże i znane firmy, m.in. Grupa Ży-

wiec S.A. z browarem w Żywcu, ŻYWIEC ZDRÓJ S.A., Hutchinson Poland Sp. z o.o., Famed Żywiec Sp. z o.o., ALPLA Opakowania z Tworzyw Sztucznych Sp. z o.o. [Słomka 2007, Starostwo Powiatowe w Żywcu 2013].

Park Habsburgów w Żywcu należy do jednych z największych miejskich parków w Europie i zajmuje powierzchnię ponad 28 ha. Stawy parkowe powstały pod koniec XVIII wieku i stanowią wraz z licznymi kamiennymi mostkami ozdobę parku (Rys. 1) [Żywotko 2000, Miodoński 2012].

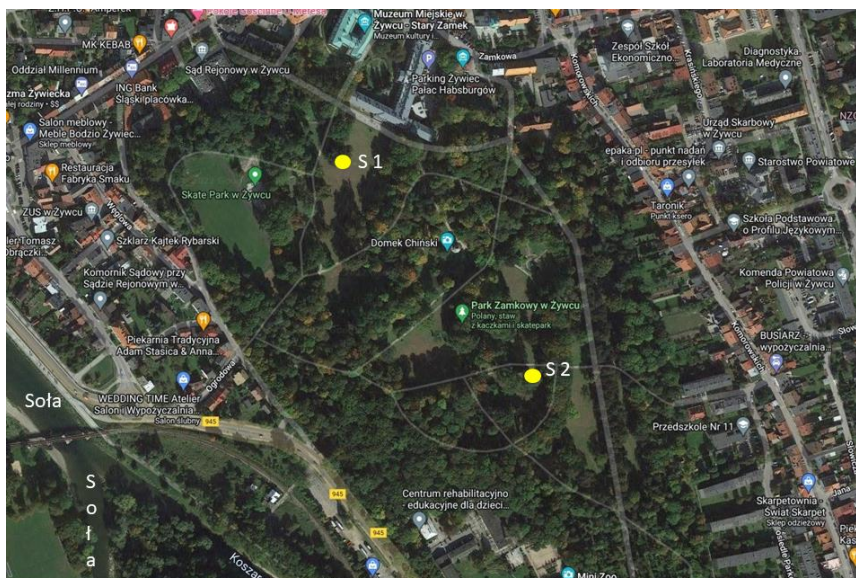


Rys. 1. Park Habsburgów w Żywcu – po lewej rzeźba Księżnej Alicji Habsburg, po prawej mały wodospad (fot. E. Jachniak).

Fig. 1. The Habsburg Park in Żywiec: on the left side – the sculpture of Princess Alicja Habsburg, on the right side – a small waterfall (photo by E. Jachniak).

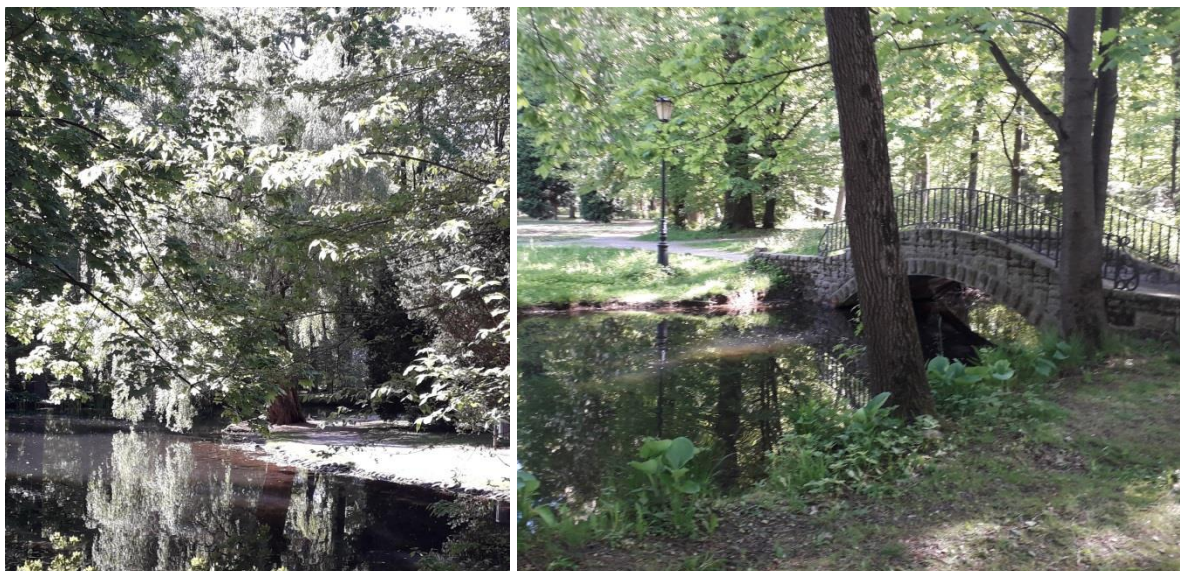
2.2. Metodyka

Badania glonów planktonowych w stawach Parku Habsburgów w Żywcu prowadzono w sezonie wegetacyjnym 2018 r. Próby do badań pobierano dwa razy w miesiącu od maja do października z dwóch punktów badawczych. Pierwsze stanowisko badawcze (S1) zlokalizowane było w północno-zachodniej części parku, w miejscu nasłonecznionym, a drugie (S2) w południowo-wschodniej części parku, w miejscu zacienionym (Rys. 2 i 3).



Rys. 2. Lokalizacja stanowisk badawczych (S1, S2) w stawach Parku Habsburgów w Żywcu na podkładzie obrazu www.google.maps (dostęp 30 IV 2022 r.).

Fig. 2. Location of research points (S1, S2) in the ponds of Habsburg Park in Żywiec (source: www.google.maps, accessed April 30, 2022, modified).



Rys. 3. Lokalizacja stanowisk badawczych w stawach Parku Habsburgów w Żywcu – po lewej stanowisko S1, po prawej stanowisko S2 (fot. E. Jachniak).

Fig. 3. Location of research points in the ponds of Habsburg Park in Żywiec: on the left side – the research point S1, on the right side – the research point S2 (photo by E. Jachniak).

Badania struktury gatunkowej oraz biomasy glonów planktonowych były prowadzone w laboratorium Katedry Ochrony i Inżynierii Środowiska Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Pobrane próby wody poddano konserwacji płynem Lugola i pozostawiono w ciemnym miejscu w szklanych butelkach do czasu oznaczania, zgodnie z Polskimi Normami PN-EN ISO 5667-1:2008, PN-ISO 5667-4:2017-10, PN-EN ISO 5667-3:2018-08 [Hutorowicz i Pasztaleniec 2020].

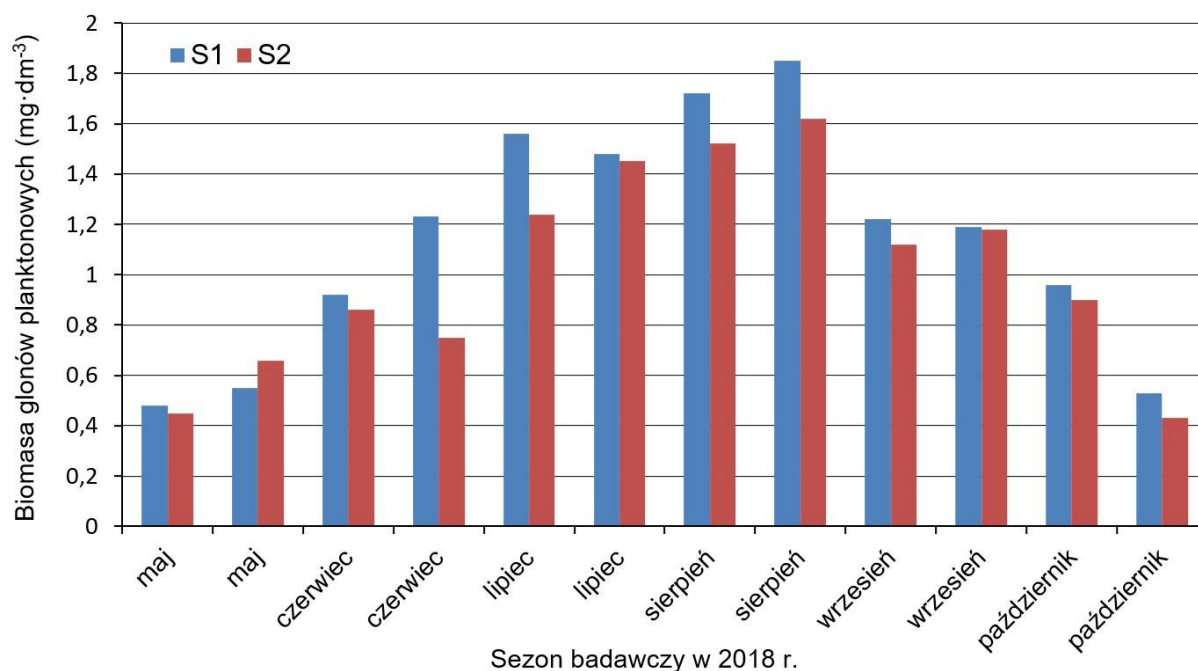
Analizę składu gatunkowego oraz oznaczanie biomasy glonów prowadzono przy pomocy mikroskopu świetlnego Nikon Eclipse 200. Do badań wykorzystywano komorę o wysokości 0,4 mm i średnicy 20 mm. Glony zliczano w 17 polach widzenia w trzech powtórzeniach. Zagęszczenie poszczególnych osobników obliczano według Lunda i in. [1958]. Biomasa fitoplanktonu (w mokrej masie) oznaczano poprzez przyrównywanie kształtu komórek glonów do figur geometrycznych, a następnie pomiarze ich objętości – jest to metoda bezpośrednia obliczania biomasy [Rott 1981]. W celu zmiany objętości komórek glonów na biomasa komórek posłużono się następującym przelicznikiem [Rott 1981]:

$$1 \mu\text{m}^3 = 1/1 \cdot 10^9 \text{mm}^3 = 1/1 \cdot 10^9 \text{mg}$$

Do zidentyfikowania gatunków glonów planktonowych wykorzystano klucze z następujących prac: Starmach [1989], Hindak [1996], Cox [1999], Picińska-Fałtynowicz i Błachuta [2012].

3. WYNIKI BADAŃ

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazały na zmienność wielkości biomasy fitoplanktonu w sezonie badawczym. Największe wartości biomasy ogólnej glonów planktonowych odnotowano w okresie letnim, najmniejsze w okresach wiosennym i jesiennym na obu stanowiskach badawczych (Rys. 4).



Rys. 4. Zmienność wielkości biomasy glonów planktonowych na stanowiskach badawczych S1 i S2.
Fig. 4. The variability of the planktonic algae biomass greatness at research sites S1 and S2.

Najwyższe wartości biomasy glonów planktonowych stwierdzono pod koniec sierpnia na obu stanowiskach badawczych i wyniosły one $1,85 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (stanowisko S1) oraz $1,62 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (stanowisko S2). Okresy, w których stwierdzono najniższe biomasy różniły się pomiędzy stanowiskami. Najniższą biomasę zanotowano na początku maja na stanowisku S1 ($0,48 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) i na końcu października na stanowisku S2 ($0,43 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Na stanowisku S1 biomasa glonów osiągnęła wyższe wartości niż na stanowisku S2 – stanowisko S1 znajduje się w północnej części parku, gdzie dociera więcej ludzi, jest też bardziej nasłonecznione. W stawie również pływają kaczki i łabędzie. To powoduje większy dopływ biogenów do wód stawowych, które stanowią składnik pokarmowy dla glonów. Stanowisko pierwsze cechowało się również większym zróżnicowaniem zmienności wielkości biomasy niż stanowisko 2, na co wskazywały wartości wariancji i odchylenia standardowego: odpowiednio 0,19 i 0,44 – stanowisko S1 oraz 0,14 i 0,38 – stanowisko S2 (Tab. 1).

Tab. 1. Zmienność biomasy glonów planktonowych w wodach stawów parkowych na obu stanowiskach badawczych (S1 i S2).

Tab. 1. Variability of planktonic algae biomass in the water of the park ponds at both research points (S1 and S2).

Stanowisko badawcze	Biomasa glonów planktonowych				
	Wartość średnia ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	Wartość minimalna ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	Wartość maksymalna ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	SD	Wariancja
S1	1,14	0,48	1,85	0,44	0,19
S2	1,015	0,43	1,62	0,38	0,14

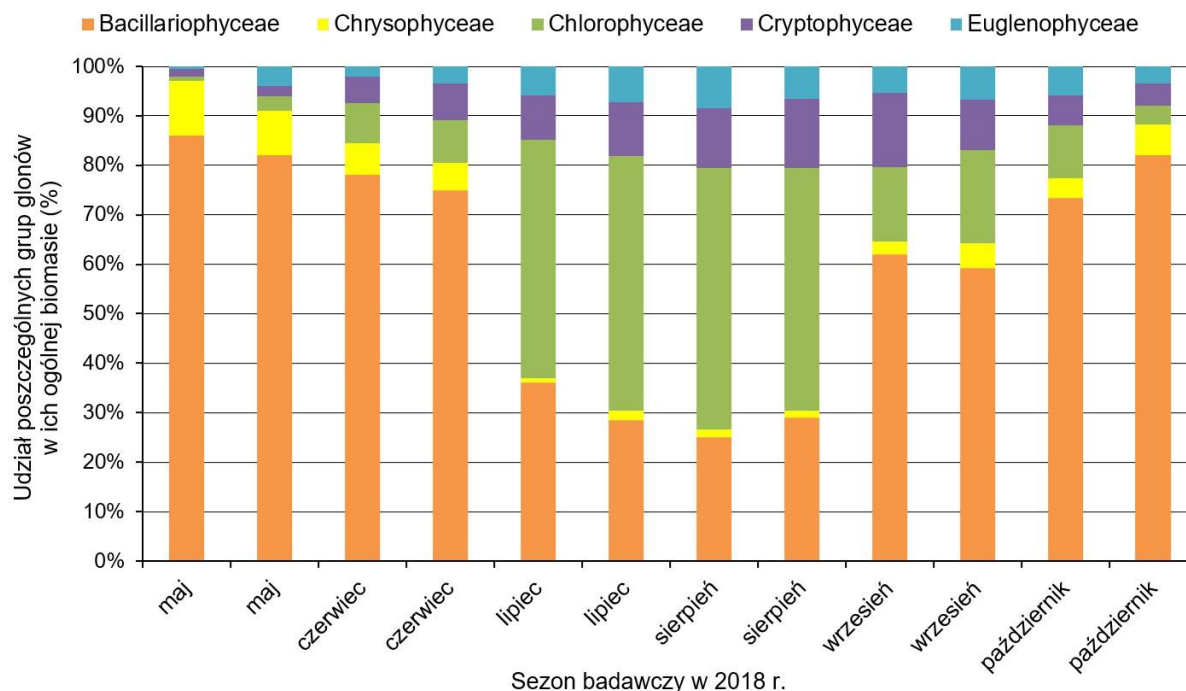
Na obu stanowiskach badawczych stwierdzono następujące grupy glonów (Rys. 5 i 6, Tab. 2): okrzemki (*Bacillariophyceae*), złotowiciowce (*Chrysophyceae*), zielenice (*Chlorophyceae*), kryptofity (*Cryptophyceae*), eugleniny (*Euglenophyceae*).

Przeprowadzone analizy wykazały, że na pierwszym stanowisku badawczym (S1) największym średnim udziałem procentowym w ogólnej biomacie fitoplanktonu cechowały się okrzemki (59,6%) i zielenice (22,5%), natomiast najmniejszy średni udział w ogólnej bio-

masie glonów miały złotowiciowce (4,6%) i eugleniny (4,9%) (Rys. 5). Stanowisko to, bardziej nasłonecznione i znajdujące się w północno-zachodniej części parku, obfitowało w okrzemki i złotowiciowce w okresie wiosny i jesieni (za wiosnę przyjęto miesiące maj i czerwiec, za jesień – wrzesień i październik, a za lato – lipiec i sierpień). Udział procentowy okrzemek oscylował pomiędzy 75% i 86% wiosną oraz 59,3% i 82% jesienią, z kolei udział procentowy złotowiciowców wynosił od 5,5 do 11% wiosną i od 2,6 do 6,3% jesienią. W sezonie letnim na tym stanowisku dominowały zielenice oraz kryptofity. Ich procentowy udział w tym okresie wahał się odpowiednio od 48,2 do 49% oraz od 9 do 14%.

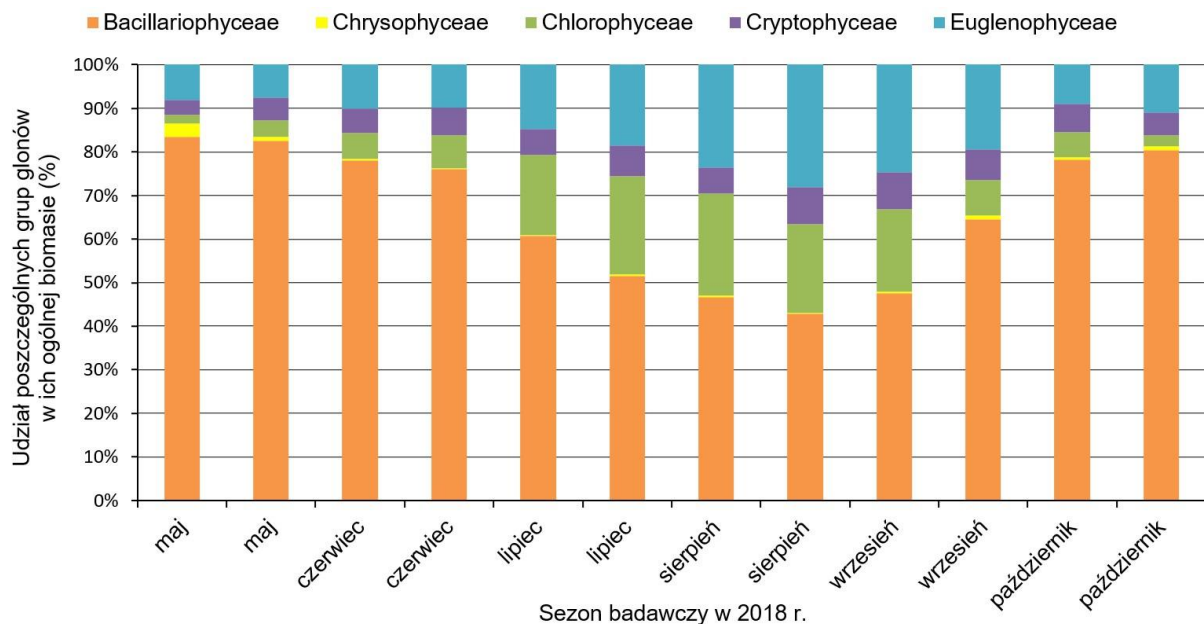
Na stanowisku S2 największy średni procentowy udział miały również okrzemki (66%) oraz eugleniny (15,3%) (Rys. 6). Okrzemki, podobnie jak na stanowisku S1, najwyższą biomasę osiągnęły wiosną i jesienią, ich procentowy udział w ogólnej biomacie glonów wahał się pomiędzy 76 i 83,5% wiosną oraz 47,6 i 80,4% jesienią. Eugleniny osiągnęły największą biomasę w okresie sierpnia i września (ich procentowy udział wahał się pomiędzy 19,5% – koniec września i 28% – koniec sierpnia). Najmniejszym średnim udziałem procentowym cechowały się kryptofity (6,2%) oraz złotowiciowce (0,7%). Duży udział procentowy euglenin na stanowisku S2 może wskazywać na zanieczyszczenie wody materią organiczną, ponieważ glony te preferują takie wody. Wynika to przypuszczalnie z bliskości Mini Zoo, które znajduje się w południowej części parku. Obecność zwierząt (teren wybiegów dla nich) powoduje, że z tego rejonu spływają związki biogenne do wód stawu oraz zanieczyszczenia organiczne.

Wariancja oraz odchylenie standardowe wykazały, że największymi różnicami w zmienności biomasy poszczególnych grup glonów na obu stanowiskach badawczych cechowały się okrzemki i zielenice (Tab. 2).



Rys. 5. Udział procentowy poszczególnych grup glonów w ogólnej biomacie fitoplanktonu w sezonie badawczym na stanowisku S1.

Fig. 5. Percentage share of individual groups of algae in the total phytoplankton biomass in the research season at the S1 point.



Rys. 6. Udział procentowy poszczególnych grup glonów w ogólnej biomacie fitoplanktonu w sezonie badawczym na stanowisku S2.

Fig. 6. Percentage share of individual groups of algae in the total phytoplankton biomass in the research season at the S2 point.

Tab. 2. Zmienność biomasy poszczególnych grup glonów planktonowych w wodach stawów parkowych na obu stanowiskach badawczych (S1 i S2).

Tab. 2. Variability of planktonic algae biomass in the water of the park ponds at both research points (S1 and S2).

Poszczególne grupy glonów	Udział procentowy poszczególnych grup glonów w ogólnej biomacie fitoplanktonu				
	Wartość średnia (%)	Wartość minimalna (%)	Wartość maksymalna (%)	SD	Wariancja
Stanowisko S1					
<i>Bacillariophyceae</i>	59,68	25	86	22,6	510,8
<i>Chrysophyceae</i>	4,63	1	11	3,06	9,3
<i>Chlorophyceae</i>	22,52	1	53	20,3	412,1
<i>Cryptophyceae</i>	8,2	1,5	15	4,2	17,9
<i>Euglenophyceae</i>	4,97	0,5	8,5	2,2	4,9
Stanowisko S2					
<i>Bacillariophyceae</i>	66,02	42,8	83,5	14,9	222,7
<i>Chrysophyceae</i>	0,7	0,2	3	0,7	0,5
<i>Chlorophyceae</i>	11,64	2	23,5	7,9	63,8
<i>Cryptophyceae</i>	6,26	3,5	8,5	1,3	1,7
<i>Euglenophyceae</i>	15,36	7,5	28	6,9	47,9

W składzie gatunkowym stwierdzono największą różnorodność gatunkową wśród okrzemek (18 taksonów, w tym tylko dwa taksony okrzemek centrycznych) i zielenic (12 taksonów), w pozostałych grupach przeważały dwa lub trzy gatunki glonów (Tab. 3). Były wśród nich gatunki preferujące wody czyste, mało zasobne w składniki pokarmowe, m.in. *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann, *Pinnularia* sp., a także preferujące bardziej żyzne środowiska, m.in. *Coelastrum astroideum* De-Not., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen.

Część z nich należała do ubikwistów typowych dla różnych środowisk, m.in. *Cryptomonas erosa* oraz *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Ehrenberg.

Wśród okrzemek dominowały okrzemki pierzaste, głównie: *Diatoma vulgare* Bory, *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz., *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Ehrenberg, *Asterionella formosa* Hass., *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann, *Gomphonema* sp., *Rhoicosphaenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Gyrosigma* sp., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. in Cl. & Grun., *Pinnularia* sp., *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Smith, *Ulnaria acus* Kütz., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen, *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *Hipodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot et al., *Navicula cryptocephala* Kütz.

Wśród zielenic przeważały gatunki o większych rozmiarach, m.in.: *Pediastrum boryanum* (Turp.) Meneg., *Pediastrum duplex* Meyen, *Coelastrum astroideum* De-Not., *Coelastrum microporum* Nägeli in A. Braun, *Sphaerocystis planctonica* (Korshikov) Bourrelly. Spotykano też zielenice o mniejszych rozmiarach: *Oocystis borgei* Snow, *Monoraphidium* sp., *Scenedesmus acutus* Meyen, *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod., *Crucigeniella* sp., *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hans., *Shroederia* sp.

Kryptofity były reprezentowane przez *Cryptomonas erosa* Ehrenberg i *Chroomonas* sp., złotowiciowce przez *Dinobryon* sp. oraz *Kephyrion* sp. i *Pseudokephyrion* sp., a eugleniny przez *Euglena* sp., *Phacus* sp. oraz *Trachelomonas* sp.

Tab. 3. Skład taksonomiczny glonów planktonowych w wodach stawów Parku Habsburgów w Żywcu.
Tab. 3. The taxonomic composition of planktonic algae in water of Habsburg Park ponds in Żywiec.

Grupa glonów	Takson	Okres badań					
		okres wiosenny		okres letni		okres jesienny	
		S1	S2	S1	S2	S1	S2
Okrzemki	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	+++	+	+++	+	+++	-
	<i>Pinnularia</i> sp.	+++	-	++	+	+++	-
	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen*	+	+	-	+++	++	+++
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	++	+++	+	+	++	+
	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	++	+++	+	++	++	+++
	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	+++	++	++	-	+++	++
	<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+++	++	-	+	+++	++
	<i>Gomphonema</i> sp.	+++	+++	-	-	+++	++
	<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	+++	+	-	-	+++	+
	<i>Melosira varians</i> Agardh.*	+	+++	+	++	++	+++
	<i>Gyrosigma</i> sp.	++	++	-	-	++	++
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	+	++	+	++	++	+++
	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun. in Cl. & Grun.	+++	+	-	-	+++	-

Okrzemki	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Smith,	++	++	+	++	+++	+++
	<i>Ulnaria acus</i> Kütz.	++	++	-	-	+++	++
	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	+++	+	-	-	++	-
	<i>Hipodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot et al.	++	+++	+	+	++	+++
	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	++	+++	+	++	+++	+++
Złotowiciowce	<i>Dinobryon</i> sp.	+++	+	-	-	+++	+
	<i>Kephyrion</i> sp.	+++	+	+	+	+++	+
	<i>Pseudokephyrion</i> sp.	++	-	-	-	+++	+
Zielenice	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Meneg.**	+	+++	+++	+++	++	+++
	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen**	++	++	+++	+++	+	++
	<i>Coelastrum astroideum</i> De-Not.**	-	+	+++	+++	+	++
	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A. Braun**	+	++	+++	+++	++	+++
	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly**	-	-	+++	+++	-	+
	<i>Oocystis borgei</i> Snow***	+	+	++	+++	++	++
	<i>Monoraphidium</i> sp.***	++	+	++	++	+	+
	<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen***	+	+	++	+++	+	++
	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.***	++	++	+++	+++	+	+
	<i>Crucigeniella</i> sp.***	-	-	++	+++	+	++
	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hans.***	-	-	++	+++	-	+
	<i>Shroederia</i> sp.***	+	-	++	++	-	-
Kryptofity	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	+	+	+++	+++	++	+++
	<i>Chroomonas</i> sp.	-	+	++	+++	+++	+++
Eugleniny	<i>Euglena</i> sp.	-	-	++	+++	++	+++
	<i>Phacus</i> sp.	+	++	+++	+++	+	+++
	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	++	++	+++	++	+++

Objaśnienia: S1, S2 – stanowiska badawcze, *okrzemki centryczne, **zielenice o dużych rozmiarach, ***zielenice o małych rozmiarach, + gatunki oraz rodzaje glonów występujące w próbach sporadycznie (co piąte pole widzenia w mikroskopie), ++ gatunki oraz rodzaje glonów występujące w próbach często (w każdym polu widzenia mikroskopu), +++ gatunki oraz rodzaje glonów dominujące w próbach (po kilka w każdym polu widzenia), - gatunki oraz rodzaje glonów nieobecne w próbach.

4. DYSKUSJA

Różnorodność gatunkowa i biomasa glonów planktonowych w badanych stawach odznaczała się znaczną zmiennością w ciągu sezonu badawczego. Stanowisko pierwsze zlokalizowane było w miejscu bardziej nasłonecznionym, stąd wody stawowe miały wyższą temperaturę, dlatego też biomasa glonów planktonowych na tym stanowisku była wyższa. Z kolei drugie stanowisko badawcze zlokalizowane było w miejscu bardziej zacienionym przez liczne szpalery drzew rosnących w parku. Ponadto usytuowane było bliżej Mini Zoo, co również prawdopodobnie miało wpływ na strukturę gatunkową glonów. W tym miejscu obserwowano znaczny udział euglenin, które preferują zanieczyszczenie wody materią organiczną. Opadłe i rozkładające się liście obserwowane podczas poboru prób późnym latem i wczesną jesienią zwiększyły dopływ materii organicznej do wody stawów, powodowany również przypuszczalnie odchodami zwierząt i resztkami karmy z terenu Mini Zoo.

Skład gatunkowy glonów występujących w analizowanych stawach w Parku Habsburgów był zbliżony do struktury gatunków fitoplanktonu występujących w stawach Parku Sołackiego w Poznaniu. W stawach parkowych w Żywcu dominowały okrzemki i zielenice, zwłaszcza na stanowisku S1, gdzie miały największy średni procentowy udział w ogólnej biomacie glonów. Na stanowisku S2 w strukturze grup glonów oprócz okrzemek dominowały również eugleniny, a zielenice znalazły się na trzecim miejscu. W stawach Parku Sołackiego również dominowała fykoflora zielenicowo-okrzemkowa [Messyasz i Jurgońska 2003]. Podobne obserwacje odnotowano dla zespołu zbiorników miejskich Arturówek w Łodzi [Jurczak i in. 2018], w których po rekultywacji odnotowano największy udział w biomacie zielenic i okrzemek. Przed przeprowadzoną w tych zbiornikach rekultywacją największy udział miały sinice [Jurczak i in. 2018], podczas gdy w badanych stawach w Żywcu w ogóle nie stwierdzono obecności tej grupy organizmów.

Zmienność sezonowa glonów w analizowanych stawach jest charakterystyczna dla tego typu zbiorników. Wiosną i jesienią dominowały okrzemki, stwierdzono również obecność złotowiciowców, zwłaszcza na stanowisku S1, co jest charakterystyczne dla tych grup glonów [Messyasz i Jurgońska 2003]. Podobną zmienność w sezonowej dominacji grup glonów z przewagą okrzemek wiosną i jesienią, a latem zielenic, obserwowano w stawach Parku Sołackiego oraz stawach Borusa i Grundela w Poznaniu [Messyasz i Jurgońska 2003, Burchardt i in. 2006].

W całym sezonie badawczym największym udziałem procentowym w ogólnej biomacie glonów cechowały się okrzemki, co wynika z delikatnego ruchu wody stawów, które są zasilane wodami rzeki Soły. Okrzemki preferują warunki turbulenty, a także okresy cyrkulacji wody ze względu na to, że ich ciężkie pancerzyki krzemionkowe w stabilnych warunkach sedymentują na dno [Kawecka i Eloranta 1994, Wilk-Woźniak i Ligęza 2003, Wang i in. 2018]. Dominację okrzemek stwierdzono również w brukselskich stawach miejskich, które zasilane były wodą rzeczną (były to stawy przepływowe) [Peretyatko i in. 2007]. Turbulentne warunki również zwiększyły ich udział w ogólnej biomacie glonów w stawie Grundela w Poznaniu [Burchardt i in. 2006].

W analizowanych stawach, w przeciwieństwie do stawów miejskich i rybnych, gdzie często spotykane są sinice – m.in. zbiorniki Arturówek w Poznaniu [Jurczak i in. 2018], nie stwierdzono ich obecności. *Cyanobacteria* często stanowią istotny problem w małych i płytkich zbiornikach wodnych, ponieważ wydzielają toksyny groźne dla zwierząt i ludzi, wskazując również na pogłębiające się procesy eutrofizacyjne [Pajchrowska i Szpakowska 2014]. Brak sinic w wodach analizowanych stawów parkowych w Żywcu może wskazywać, że nie są one zeutrofizowane, co zwiększa walory estetyczne, krajobrazowe oraz rekreacyjne terenu.

5. WNIOSKI

1. Najwyższe wartości biomasy ogólnej glonów planktonowych odnotowano w okresie letnim, najniższe z kolei w okresach wiosennym i jesiennym na obu stanowiskach badawczych.
2. Największym średnim udziałem procentowym w ogólnej biomacie fitoplanktonu cechowały się okrzemki (59,6% udziału) i zielonice (22,5% udziału) na pierwszym stanowisku badawczym, natomiast na drugim stanowisku badawczym największy średni procentowy udział miały okrzemki (66%) oraz eugleniny (15,3%).
3. Wśród glonów obserwowano gatunki preferujące wody czyste, mało zasobne w składniki pokarmowe (m.in. *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann, *Pinnularia* sp.) oraz preferujące środowiska bardziej żyzne (m.in. *Coelastrum astroideum* De-Not., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen). Część z nich należała również do ubikwistów.

LITERATURA

- Bubíková K., Hrivnák R. 2018. Comparative macrophyte diversity of waterbodies in the Central European landscape. *Wetlands*, 38, 451–459.
- Bukacińska M., Bukaciński D., Cygan J.P., Dobrowolski K.A., Kaczmarek W. 1995. Przyrodniczo-ekonomiczna waloryzacja stawów rybnych w Polsce. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- Burchardt L., Messyasz B., Stępnik A. 2006. Diversity of phytoplankton community in Borsusa and Grundela ponds. *Teka Komisji Ochrony Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*, 3, 35–40.
- Caffrey J.M., Coyne J., Gallagher T. 2008. Ponds of the Phoenix Park. Current ecological status and future management. Central Fisheries Board. Witryna internetowa <https://phoenixpark.ie/wp-content/uploads/2019/06/ponds-of-the-phoenix-park-current-ecological-status-and-future-management.pdf>
- Cieśla M., Śliwiński J., Wojda R. 2008. Opracowanie szczegółowych założeń programu działań wodnośrodowiskowych w gospodarce rybackiej. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa.
- Cox E.J. 1999. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman and Hall, London.
- Fernández C., Estrada V., Parodi E.R. 2015. Factors triggering Cyanobacteria dominance and succession during blooms in a hypereutrophic drinking water supply reservoir. *Water, Air & Soil Pollution*, 226, 73, 1–13.
- Gąbka M., Dolata P.T. 2010. Rare and endangered communities of the hydrophyte in fish ponds in southern Wielkopolska. *Physiographic Research, ser. B – Bot.*, 01, B59, 75–96.
- Hindák F. 1996. Key to the unbranched filamentous green algae (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). *Bulletin Slovenskej Botanickéj Spoločnosti Pri Sav, Supplement 1*. Slovenska Botanická Spoločnosť Pri Sav, Bratislava.
- Hutorowicz A., Pasztaleniec A. 2020. Fitoplankton w jeziorach. [W:] Podręcznik do monitoringu elementów biologicznych i klasyfikacji stanu ekologicznego wód powierzchniowych. Aktualizacja metod (red. A. Kolada). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 221–241.
- Iwaszuk E., Rudik G., Duin L., Mederake L., Davis M.K., Naumann S., Wagner I. 2019. Błękitnozielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach – katalog techniczny. Ecologic Institute, Fundacja Sendzimira, Berlin – Kraków.
- Jachniak E., Młyniuk A. 2019. The variability of the planktonic algae biomass and their species structure in the ponds of the Park and Palace Complex in Żywiec. *Journal of Ecological Engineering*, 20, 7, 53–60.
- Jurczak T., Wojtal-Frankiewicz A., Kaczkowski Z., Oleksińska Z., Bednarek A., Zalewski M. 2018. Restoration of a shady urban pond – The pros and cons. *Journal of Environmental Management*, 217, 919–928.
- Kawecka B., Eloranta P.V. 1994. Zarys ekologii glonów wód słodkich I środowisk lądowych. PWN, Warszawa.
- Lund J.W.G., Kipling C., Le Gren E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia*, 1, 144–170.
- Messyasz B., Jurgońska M. 2003. Species structure of the phytoplankton in the annual cycle in large and small ponds (Park Sołacki, Poznań). *Annals of the Agricultural Academy in Poznań – CCCLIV Bot.*, 6, 131–145.

- Miodoński M. 2012. Three days in Żywiec: a guide for a walking tourist. *Żywiec, Żywiec*.
- Mukhutdinov V.F., Butakova E.A. 2012. Production characteristics of phytoplankton in early years of the existence of Yumaguzin Reservoir. *Inland Water Biology*, 5, 4, 317–321.
- Nishino H., Hodoki Y., Thottathil S.D., Ohbayashi K., Takao Y., Nakano S. 2015. Identification of species and genotypic compositions of *Cryptomonas* (*Cryptophyceae*) populations in the eutrophic Lake Hira, Japan, using single-cell PCR. *Aquatic Ecology*, 49, 263–272.
- Pajchrowska M., Szpakowska B. 2014. Assessment of occurrence microphytes and trophic status of a small water body in the Wielkopolska Region (Western Poland). *Polish Journal of Natural Sciences*, 29, 1, 17–33.
- Peretyatko A., Teissier S., Symoens J.-J., Triest L. 2007. Phytoplankton biomass and environmental factors over a gradient of clear to turbid peri-urban ponds. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 17, 584–601.
- Picińska-Fałtynowicz J., Błachuta J. 2012. Klucz do identyfikacji organizmów fitoplanktonowych z rzek i jezior dla celów badań monitoringowych części wód powierzchniowych w Polsce. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Rott E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie*, 43, 1, 34–62.
- Saha S., Saha T., Basul P. 2017. Seasonal changes in zooplankton and macro-fauna populations of the East Calcutta Wetland Fish Ponds. *Proceedings of the Zoological Society*, 70, 2, 156–164.
- Sipaúba-Tavares L.H., Donadon A.R.V., Milan R.N. 2011. Water quality and plankton populations in an earthen polyculture pond. *Brazilian Journal of Biology*, 71, 4, 845–855.
- Słomka T., Słomka E. 2007. Geotouristic and tourist attractions of Żywiec. *Geotourism*, 4, 11, 13–22.
- Starmach J., Mazurkiewicz-Boroń G. 2000. Zbiornik Dobczycki. Ekologia – Eutrofizacja – Ochrona. Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN, Kraków.
- Starmach K. 1989. Plankton roślinny wód słodkich. Metody badania i klucze do oznaczania gatunków występujących w wodach Europy Środkowej. PWN, Warszawa – Kraków.
- Starostwo Powiatowe w Żywcu 2013. Strategia zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego Powiatu Żywieckiego na lata 2006–2020. Aktualizacja.
- Surajit M., Monij P., Sulogna B., Sunirmal K., Dipankar S. 2019. A study of plankton diversity of some ponds of Bankura Town, West Bengal, India. *Environment and Ecology*, 37, 4, 1115–1123.
- Wang Q., Yang X., Kattel G.R. 2018. Within-lake spatio-temporal dynamics of cladoceran and diatom communities in a deep subtropical mountain lake (Lugu Lake) in southwest China. *Hydrobiologia*, 820, 91–113.
- Water Resource Services INC. 2017. Comprehensive pond management plan for eight ponds in Wellesley, Massachusetts.
- Wilk-Woźniak E., Ligęza S. 2003. Phytoplankton – nutrient relationships during the early spring and the late autumn in a shallow and polluted reservoir. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 32, 1, 75–87.
- Wilk-Woźniak E., Pocięcha A., Ciszewski D., Aleksander-Kwaterczak U., Walusiak E. 2011. Phyto- and zooplankton in fishponds contaminated with heavy metal runoff from a lead-zinc mine. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 40, 4, 77–85.
- Żywotko H. 2000. Guide: the trees of the historic Habsburg Park in Żywiec. Publishing House Henryk Żywotko, Żywiec.