

Alge v velikem ali priobalnem jezeru v Fiesi, Slovenija

Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ

Čušperk 51, SI-1290 Grosuplje, Slovenija

Izvleček. V različnih letnih časih med letoma 1998 in 2000 smo vzorčevali perifitonske in planktonske alge v priobalnem jezeru v Fiesi - edinem brakičnem jezeru v Sloveniji. Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo in relativno abundanco algnih združb. V letih 1999 in 2000 smo merili tudi nekatere fizikalne in kemijske parametre. Skupno smo določili 85 različnih vrst in podvrst iz šestih razredov alg. Po številu vrst in podvrst so prevladovali Bacillariophyceae, sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. 19 vrst in podvrst je novih za Slovenijo, od tega pripada 15 vrst in podvrst razredu Bacillariophyceae, 4 vrste pa razredu Cyanophyceae. Največ novih vrst in podvrst pripada rodu *Navicula*. To je prva raziskava alg v priobalnem jezeru v Fiesi, ki je trajala daljše časovno obdobje in je zajela perifitonske in planktonske alge.

Ključne besede: alge, perifiton, fitoplankton, brakična jezera, Fiesa

Abstract. ALGAE OF THE FIESA COASTAL LAKE, SLOVENIA - In the years 1998, 1999 and 2000, samples were taken seasonally in the Fiesa lake situated next to the sea - the only brackish lake in Slovenia. The purpose of the investigation was to establish qualitative species structure and relative abundance of the periphyton and the phytoplankton. In the years 1999 and 2000, some physical and chemical parameters were also measured. Altogether, 85 species and subspecies of algae (of six classes) were determined. Most of them belonged to Bacillariophyceae, followed by Cyanophyceae and Chlorophyceae. 19 species and subspecies are new to Slovenia, 15 of which belong to Bacillariophyceae and 4 to Cyanophyceae. Most of the new species and subspecies belonging to the genus *Navicula*. This is the first research into the Fiesa coastal lake's periphyton and phytoplankton carried out through a longer period of time.

Key words: algae, periphyton, phytoplankton, brackish lakes, Fiesa

Uvod

V Fiesi ležita dve jezera (manjše gornje in večje priobalno), ki sta od leta 1989 zavarovani kot naravni spomenik. Jezeri sta umetnega izvora, nastali sta z izkopavanjem gline za opekarno, ki je stala na mestu današnjega hotela. Zaradi ilovnatih tal slana podtalnica kljub bližini morja ni mogla do spodnjega večjega jezera, dokler niso leta 1963 izkopali kanal od

spodnjega jezera do morja, tako da se ob plimah sladka voda meša z morsko. Je edino brakično jezero v Sloveniji, slanost z globino narašča.

Alge v priobalnem jezeru v Fiesi so bile v preteklosti zajete v okviru dveh raziskav. V ekološki študiji pri projektu Fiesa-Piran (1989) so raziskovali tako perifiton kot fitoplankton, vendar so bili vzorci odvzeti samo enkrat. Raziskava, ki jo je opravil Vrhovšek (1994), pa je bila omejena na fitoplankton. Več avtorjev se je posvetilo gornjemu sladkovodnemu jezeru v Fiesi (Lazar 1975, ekološka študija pri projektu Fiesa-Piran 1989, Vrhovšek 1994).

Opisana raziskava je prva te vrste v priobalnem jezeru v Fiesi, v kateri so bile zajete perifitonske in planktonske alge in je potekala v različnih letnih časih daljše časovno obdobje. Njen namen je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo in relativno abundanco perifitonskih in planktonskih algnih združb v priobalnem jezeru v Fiesi v letih 1998, 1999 in 2000. V letih 1999 in 2000 so bili merjeni tudi nekateri fizikalni in kemijski dejavniki, ki vplivajo na sestavo in številčnost algnih združb.

Opis vzorčnega mesta

Jezero je kotanjasto in plitvo, največja globina znaša 8,5 metra. Je precej izpostavljeno vetru, štiti pa ga samo pas trstičja (*Phragmites communis* Trin.), ki sega do globine 0,5 metra. Jezerski litoral je dobro razvit, dno se počasi spušča proti sredini jezera. Dno je mehko in zamuljeno, kar omogoča naselitev trsta, ni pa primerno za uspevanje pravih submerznih makrofitov. Brežine porašča pas trstičja (*Phragmites communis*), ki je različno širok in na posameznih mestih umetno prekinjen zaradi lažjega dostopa do jezera. Na dveh zatišnih mestih se je obdržal manjši sestojevič dlistavca (*Potamogeton polygonifolius* Pourr.), v globini 1 do 2 m pa je precej gost pas močvirske vodopivke (*Zannichellia palustris* L.). Med lesnimi rastlinami, ki poraščajo breg, prevladujejo robinija (*Robinia pseudacacia* L.), črni bezeg (*Sambucus nigra* L.) in navadni lovor (*Laurus nobilis* L.). Voda v jezeru je slabo prezračena, njena prosojnost je slaba.

Material in metode dela

Perifiton in fitoplankton smo vzorčili v različnih letnih časih od leta 1998 do 2000. Skupno smo opravili pet vzorčenj (23.8.1998, 7.4.1999, 29.7.1999, 18.10.1999, 17.1.2000). Perifiton za kvalitativno analizo smo vzorčili tako, da smo postrgali površino prodnikov, kamnov, skal, makrofitov, potopljenega lesa in drugih potopljenih predmetov (steklenic, pločevink, plastenk, železnih palic...). Fitoplankton smo vzorčili s planktonsko mrežico z velikostjo odprtin 25 mm.

Vzorce perifitona in fitoplanktona smo že na terenu fiksirali s 35 % formalinom v razmerju ena proti devet, tako da je bila končna koncentracija formalina v vzorcih približno 4 %. Da smo lahko določili kremenaste alge, smo vzorce obdelali s koncentrirano HNO₃.

V laboratoriju smo vzorce perifitona in fitoplanktona pregledali pod svetlobnim mikroskopom. Pri pregledovanju vzorcev smo ocenili pogostost posameznih vrst in podvrst alg s števili od 1 do 5: 1-posamična, 2-redka, 3-običajna, 4-pogosta, 5-prevladujoča. Pri določevanju alg smo uporabili naslednje določevalne ključe: Lazar (1960), Starmach (1966, 1972), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Hindak et al. (1978), Hindak (1996), Popovsky & Pfiester (1990), Cvijan & Blaženčič (1996).

Nove vrste za Slovenijo so v tabeli vrstnega sestava (Tabela 2) označene z zvezdico.

29.7.1999, 18.10.1999 in 17.1.2000 smo merili tudi temperaturo vode, elektroprevodnost, pH, vsebnost kisika in nasičenost vode s kisikom.

Rezultati in razprava

Fizikalni in kemijski parametri

Vrednosti fizikalnih in kemijskih parametrov v priobalnem jezeru v Fiesi so prikazane v Tabeli 1. Spremembe v temperaturi vode so v teku leta sledile spremembam temperature zraka. Najvišjo temperaturo smo izmerili meseca julija (24,2 °C), najnižjo pa meseca januarja (4,5°C). Elektroprevodnost v celinskih vodah narašča z naraščanjem slanosti. Na slanost vplivajo tla s sestavo kamnin in njihovo topnostjo, podnebje, temperatura, preperevanje, prah,

padavine, izhlapevanje, vetrovi, oddaljenost od morja, rastlinstvo in živalstvo (Rejic 1988). V času meritev je bila elektroprevodnost v priobalnem jezeru v Fiesi visoka (3220-3990 mS/cm), saj je voda zaradi mešanja sladke in slane vode brakična. Voda je bila rahlo bazična ali bazična (pH 7,71-8,16). Koncentracije raztopljenega kisika in nasičenosti vode s kisikom so bile v mesecu juliju in januarju visoke. V mesecu oktobru pa je bila koncentracija kisika v vodi le 5,3 mg/l, nasičenost s kisikom pa le 53 %. To bi lahko bila posledica intenzivne razgradnje organskih snovi v vodi. Fizikalne in kemijske analize, ki jih je v priobalnem jezeru v Fiesi opravil Vrhovšek (1994), so pokazale visoke vrednosti hranilnih snovi. Še posebno zanimive so bile vrednosti fosfatov.

Biološki parametri

V raziskavi, ki jo je izvedel Vrhovšek (1994), je bila vrstna sestava fitoplanktona v priobalnem jezeru v Fiesi izredno skromna, saj je v letih od 1991 do 1993 v jezeru določil le 5 različnih vrst alg. Tam uspevajoča evglena (*Phacus longicauda*) je pokazala, da je bila kakovost vode v jezeru slaba. To je potrdila tudi tam rastoča kremenasta alga *Nitzschia palea*, ki je po saprobni pripadnosti a mezosaprobna. Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani je izvedel ekološko študijo pri projektu Fiesa-Piran (1989), v okviru katere so raziskali tudi perifiton in fitoplankton v priobalnem jezeru v Fiesi. Vzorčenje je bilo opravljeno novembra 1989. leta. Določili so 4 planktonske in 12 perifitonskih vrst alg. Poleg kozmopolitskih vrst so našli tudi nekatere vrste, značilne za okolja s povišano slanostjo: *Synedra tabulata*, *Nitzschia apiculata* in *Mastogloia braunii*. Glede na meritve klorofila a so priobalno jezero uvrstili med hiperevtrofna jezera.

Moss (1994) je primerjal združbi alg v sladkovodnem in brakičnem jezeru v Angliji in ugotovil, da obstajajo značilne razlike med obema jezeroma. V brakičnem jezeru sta bila zabeležena rod *Chaetoceros* in morska vrsta *Prymnesium parvum*. Značilne cianobakterije so bile kolonijske vrste iz rodov *Aphanothece* in *Anabaenopsis*. V sladkovodnem jezeru sta bili pogosti *Oscillatoria limnetica* in *O. agardhii*, prevladujoče pa so bile vrste iz rodu *Anabaena*. V brakičnem jezeru so bile spomladi prevladujoče penatne kremenastne alge, v sladkovodnem pa centrične.

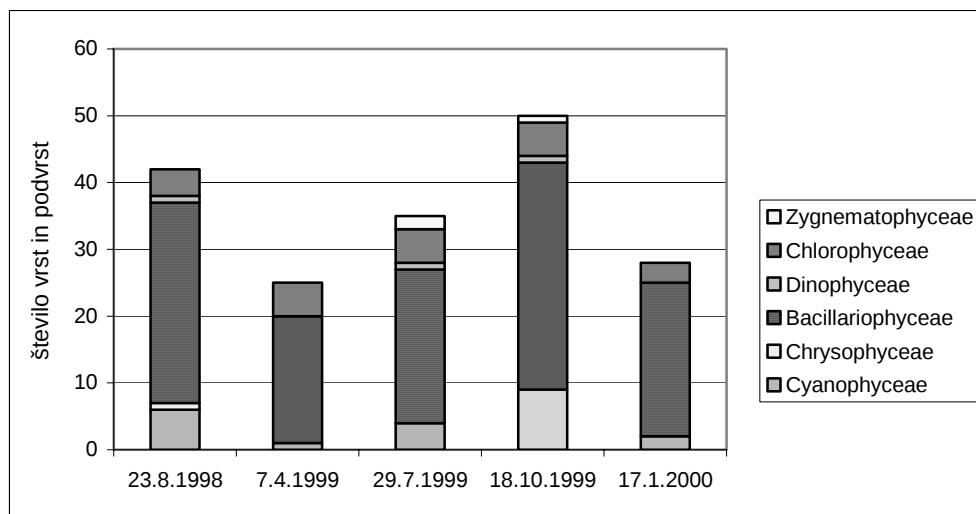
V priobalnem jezeru v Fiesi smo skupaj določili 85 različnih vrst in podvrst iz šestih razredov alg (Tabela 2). Sestava alg po razredih je prikazana na Sliki 1. Po številu vrst in podvrst so prevladovala kremenaste alge, sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. Tudi v raziskavah drugih avtorjev so v priobalnem jezeru v Fiesi prevladovala kremenaste alge (ekološka študija pri projektu Fiesa-Piran 1989, Vrhovšek 1994). Največje število vrst in podvrst (50) smo določili oktobra, najmanjše (25) pa aprila. V aprilskem vzorcu smo določili tudi najmanjše število vrst in podvrst kremenastih alg in cianobakterij. Kremenaste alge so v vseh vzorcih sestavljale nad 65 %, v januarskem vzorcu pa kar 81 % vseh določenih vrst in podvrst alg. Razred Zygnematomyceae je bil zabeležen le v julijskem in oktobrskem vzorcu, razred Chrysophyceae pa le v avgustovskem vzorcu. Številčno najbolj zastopani so bili rodovi *Navicula* in *Nitzschia*, vsak z desetimi vrstami in podvrstami in *Phormidium* s petimi vrstami (Tabela 2).

V vseh petih vzorčenjih so bile zabeležene naslednje vrste: *Achnanthes minutissima*, *Amphora pediculus*, *Fragilaria fasciculata*, *Gomphonema truncatum*, *Nitzschia constricta*, *Oedogonium* sp., *Rhizoclonium hieroglyphicum* in *Rhoicosphenia abbreviata*. *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria fasciculata* in *Rhoicosphenia abbreviata* so bile hkrati tudi številčno najbolj zastopane. *Achnanthes minutissima* in *Fragilaria fasciculata* sta bili prevladujoči (5) vrsti v perifitonu aprilskega vzorca, *Rhoicosphenia abbreviata* pa v perifitonu avgustovskega vzorca. Vse tri vrste so se v perifitonu pojavljale v precej večjem številu kot v planktonu. Edini predstavnik razreda Dinophyceae *Peridinium bipes* je bil prevladujoča (5) vrsta v fitoplanktonu obeh poletnih in jesenskega vzorca. Med cianobakterijami sta se najbolj množično pojavljali vrsti *Microcystis aeruginosa* (plankton avgustovskega vzorca) in *Phormidium dimorphum* (perifiton oktobrskega vzorca) z oceno običajna. V razredu Chlorophyceae pa se je najbolj množično pojavljala vrsta *Oedogonium* sp. v perifitonu avgustovskega vzorca z oceno pogosta (4). Edini predstavnik razreda Dinophyceae *Dinobryon* sp. je bil ugotovljen le v perifitonu avgustovskega vzorca z oceno posamičen.

Poleg sladkovodnih vrst smo v priobalnem jezeru v Fiesi določili morsko vrsto *Amphora angusta* ter mnoge slanoljubne brakične vrste: *Achnanthes amoena*, *Nitzschia commutoides*, *N. dubia*, *N. tryblionella*, *N. filiformis*, *Mastogloia smithii*, *Navicula crucicula* var. *crucicula*, *N. salinarum*, *Surirella striatula* in *Phormidium dimorphum*. Pojavljanje mnogih vrst, ki so značilne

takson/taxon	datum vzorčenja/date of sampling									
	23.8.98		7.4.99		29.7.99		18.10.99		17.1.00	
	PR	PL	PR	PL	PR	PL	PR	PL	PR	PL
<i>Dinobryon</i> sp.	1									
BACILLARIOPHYCEAE										
* <i>Achnanthes amoena</i> Hust.							1	1		
* <i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> Lan.-Bert.	1									
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun.								1		
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetz.	4	2	5	1	2	1	3	1	3	1
* <i>Amphora angusta</i> (Greg.) Cleve					1		2	1		
<i>Amphora coffeaeformis</i> (Agardh) Kuetz.					1		2	1	1	1
<i>Amphora pediculus</i> (Kuetz.) Grun.	2	1	1		1			1		1
<i>Cocconeis placentula</i> Ehren.	2	1			1			1		
<i>Cyclotella</i> sp.	1						1	1	1	
* <i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs								1		
<i>Cymbella affinis</i> Kuetz.	1									
<i>Cymbella cesatii</i> (Raben.) Grun.		1								
<i>Cymbella delicatula</i> Kuetz.				1						
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.	1		1		1		1	1		
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch	3									
<i>Diploneis elliptica</i> (Kuetz.) Cleve	3		1		3		2			
<i>Eunotia exigua</i> (Breb.) Raben.					1					1
* <i>Fragilaria biceps</i> (Kuetz.) Lan.-Bert.			1	1		1		1		
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	1									
<i>Fragilaria fasciculata</i> (Agardh) Lan.-Bert.	3	1	5	1	2	1	1	1	3	1
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Kuetz.) Lan.-Bert.								1		
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitzsch.) Lan.-Bert.		1	1			1				
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehren.) De Toni								1		
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwait.) De Toni								1		
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh						1				
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehren.	1		1				1	1	1	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Breb.										1
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehren.	1		1	1	1			1	1	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kuetz.) Raben.	1		1					1		1
<i>Mastogloia smithii</i> Thwait.	2				1		1			
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	1		1							
* <i>Navicula cincta</i> (Ehren.) Ralfs & Prit.	3						1			
<i>Navicula crucicula</i> var. <i>crucicula</i> (W.Smith) Donkin			1					1	1	1
<i>Navicula cuspidata</i> Kuetz.	1									
* <i>Navicula erifuga</i> Lan.-Bert.							1	1		
* <i>Navicula salinarum</i> Grun.									1	1
<i>Navicula</i> sp.	1									
<i>Navicula tripunctata</i> (Muell.) Bory									1	
<i>Navicula veneta</i> Kuetz.	1		1	1			1	1	1	1
* <i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kuetz.) Cleve			1						1	
<i>Neidium affine</i> (Ehren.) Pfitzer						1				
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grun.						1				
* <i>Nitzschia commutata</i> Lan.-Bert.	1							1		
* <i>Nitzschia constricta</i> (Kuetz.) Ralfs	1		1		1		1		1	
<i>Nitzschia dubia</i> W.Smith					1				1	1
* <i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i> (Rich.) Lan.-Bert.							2			
<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>filiformis</i> (W.Smith) Van Heurck							3		1	1
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.	3									
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kuetz.) Grun.			1		1		1		3	1
<i>Nitzschia palea</i> (Kuetz.) W.Smith	1					1				1
<i>Nitzschia tryblionella</i> Hant.								1		
<i>Pinnularia subrostrata</i> (A.Cleve) Cleve-Euler	1							1	1	
* <i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L.Smith	1				1					

takson/taxon	datum vzorčenja/date of sampling									
	23.8.98		7.4.99		29.7.99		18.10.99		17.1.00	
	PR	PL	PR	PL	PR	PL	PR	PL	PR	PL
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lan.-Bert.	5	1	3	1	3	1	3	1	3	1
<i>Stauroneis tackei</i> (Hust.) Kramm. & Lan.-Bert.	1									
<i>*Surirella brebissonii</i> Kramm.& Lan.-Bert.			2		1			1	1	1
<i>*Surirella striatula</i> Turpin								1		
DINOPHYTA										
DINOPHYCEAE										
<i>Peridinium bipes</i> Stein	1	5			1	5	1	5		
CHLOROPHYTA										
CHLOROPHYCEAE										
<i>Chaetophora incrassata</i> (Hudson) Hazen			1							
<i>Cladophora fracta</i> Kuetz.	2									
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kuetz.			1		1		1			
<i>Enteromorpha</i> sp.					1					
<i>Microspora amoena</i> (Kuetz.) Raben.				1		1				
<i>Oedogonium</i> sp.	4	1	2	2	1	1	1	1	1	1
<i>Oocystis</i> sp.								1		
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen.		1								
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> (Agardh) Kuetz.	1		1		1		2		2	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.								1		
<i>Ulothrix tenerrima</i> Kuetz.									3	
ZYGNEMATOPHYCEAE										
<i>Mougeotia</i> sp.					1					
<i>Spirogyra</i> sp.					1		1	1		



Slika 1: Sestava alg po razredih v priobalnem jezeru v Fiesi v letih 1998, 1999 in 2000
 Figure 1: Algal structure by classes in coastal Fiesa lake in the years 1998, 1999 and 2000

Povzetek

V nalogi smo raziskovali perifitonske in planktonske alge v priobalnem jezeru v Fiesi. Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo in relativno abundanco združb v letih 1998, 1999 in 2000. To je prva raziskava alg v priobalnem jezeru v Fiesi, v kateri so zajete perifitonske in planktonske alge in je potekala v različnih letnih časih daljše časovno obdobje. Skupaj smo opravili pet vzorčenj. V laboratoriju smo vzorce perifitona in fitoplanktona pregledali pod svetlobnim mikroskopom. Pri pregledovanju vzorcev smo ocenili pogostost posameznih vrst in podvrst s števili od 1 do 5 (1-posamična, 2-redka, 3-običajna, 4-pogosta, 5-prevladujoča). V letih 1999 in 2000 smo merili tudi nekatere fizikalne in kemijske dejavnike, ki vplivajo na sestavo in številčnost algnih združb.

Skupaj smo določili 85 različnih vrst in podvrst iz šestih razredov alg. Prevladovala so kremenaste alge, sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. Številčno najbolj zastopani so bili rodovi *Navicula* in *Nitzschia*, vsak z desetimi vrstami in podvrstami, in *Phormidium* s petimi vrstami. Poleg sladkovodnih vrst smo v priobalnem jezeru v Fiesi določili morsko vrsto *Amphora angusta* ter mnoge slanljubne brakične vrste: *Achnanthes amoena*, *Nitzschia commutatoides*, *N. dubia*, *N. tryblionella*, *N. filiformis*, *Mastogloia smithii*, *Navicula crucicula* var. *crucicula*, *N. salinarum*, *Surirella striatula*, *Phormidium dimorphum*. V vseh petih vzorčenjih so bile ugotovljene naslednje vrste: *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria fasciculata* in *Rhoicosphenia abbreviata* (to so bile hkrati tudi najbolj številčne vrste) ter *Amphora pediculus*, *Gomphonema truncatum*, *Nitzschia constricta*, *Oedogonium* sp. in *Rhizoclonium hieroglyphicum*.

V priobalnem jezeru v Fiesi smo določili 19 vrst in podvrst, novih za Slovenijo. 4 vrste pripadajo razredu Cyanophyceae, 15 vrst in podvrst pa razredu Bacillariophyceae. Največ novih vrst in podvrst (4) pripada rodu *Navicula*.

Summary

Periphyton and phytoplankton studies were carried out in the Fiesia coastal lake. The purpose of the investigation was to establish qualitative species structure and relative abundance in the years 1998, 1999 and 2000. This is the first research into the Fiesia lake's periphyton and phytoplankton carried out through a longer period of time. Five samples of periphyton and phytoplankton were taken. Algal species were determined with light microscope. Abundance was estimated with numbers from 1 to 5 (1-single, 2-rare, 3-customary, 4-frequently, 5-dominate). In the years 1999 and 2000, some physical and chemical parameters were measured.

Altogether, 85 species and subspecies of algae (of six classes) were determined. Most of them belonged to Bacillariophyceae, followed by Cyanophyceae and Chlorophyceae. Most of the species and subspecies belonged to the genera *Navicula* (10), *Nitzschia* (10) and *Phormidium* (5). Beside freshwater species, a single sea species *Amphora angusta* and the following brackish species were recorded: *Achnanthes amoena*, *Nitzschia commutatoides*, *N. dubia*, *N. tryblionella*, *N. filiformis*, *Mastogloia smithii*, *Navicula crucicula* var. *crucicula*, *N. salinarum*, *Surirella striatula*, *Phormidium dimorphum*. In all five samples of the Fiesia lake the following species were determined: *Achnanthes minutissima*, *Amphora pediculus*, *Fragilaria fasciculata*, *Gomphonema truncatum*, *Nitzschia constricta*, *Oedogonium* sp., *Rhizoclonium hieroglyphicum* and *Rhoicosphenia abbreviata*. *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria fasciculata* and *Rhoicosphenia abbreviata* were the most abundant species.

In the coastal Fiesa lake, 19 species and subspecies new to Slovenia were determined, 15 of which belonged to Bacillariophyceae and 4 to Cyanophyceae. Most of the new species and subspecies (4) belonged to the genus *Navicula*.

Zahvala

Zahvaljujem se prof. dr. Danijelu Vrhovšku, ki mi je omogočil izvedbo naloge. Dr. Gorazdu Kosiju se zahvaljujem za strokovno pomoč, možu Gorazdu pa za pomoč pri nabiranju vzorcev.

Literatura

- Cvijan M., Blaženčič J. (1996): Flora algi Srbije, Cyanophyta. Naučna knjiga, Beograd, 290 pp.
- Ekološka študija pri projektu Fiesa-Piran, Študijska naloga (1989): Inštitut za Biologijo Univerze v Ljubljani, Ljubljana.
- Hindak F., Marvan P., Komarek J., Rosa K., Popovsky J., Lhotsky O. (1978): Sladkovodne riasy. Slovenske pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava, 724 pp.
- Hindak F. (1996): Kľuč na určovanie nerozkonarených vláknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Slovenska botanická spoločnosť pri SAV, Bratislava, 73 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1986): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 1 Teil: Naviculaceae, Band 2/1. Fischer, Stuttgart, 876 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1988): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Band 2/2. Fischer, Stuttgart, 596 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1991a): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Band 2/3. Fischer, Stuttgart, 576 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1991b): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 4 Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema, Band 2/4. Fischer, Stuttgart, 436 pp.
- Krivograd Klemenčič A. (2001): Alge posebnih okolij v Sloveniji, Magistrska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 160 pp.
- Lazar J. (1960): Alge Slovenije, Seznam sladkovodnih vrst in ključ za določanje. SAZU Ljubljana, 279 pp.
- Lazar J. (1975): Razširjenost sladkovodnih alg v Sloveniji. SAZU, Ljubljana, 81 pp.
- Moss B. (1994): Brackish and freshwater shallow lakes-different systems or variations on the same theme? Hydrobiologia 275/276: 1-14.

- Popovsky J., Pfister L.A. (1990): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Dinophyceae, Band 6. Fischer, Stuttgart, 272 pp.
- Rejic M. (1988): Sladkovodni ekosistemi in varstvo voda. VTOZD za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana 225 pp.
- Starmach K. (1966): Flora sladkovodna polski, Cyanophyta-Sinice, Glauciphyta - Glaukofity, Tom 2. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 808 pp.
- Starmach K. (1972): Flora sladkovodna polski, Chlorophyta III, Zielenice Nitkovate: Ulotrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales, Tom 2. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 750 pp.
- Vrhovšek D. (1994): Ugotovitev stanja stoječih voda z enotnimi limnološkimi metodami, kot osnova za preventivne in kurativne ukrepe, Poročilo. Vodnogospodarski inštitut Ljubljana.