

Alge Koseškega bajerja in Sotelskega jezera, dveh evtrofnih jezer v Sloveniji*

Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ

Čušperk 51, SI-1290 Grosuplje, Slovenija

*Raziskava je bila opravljena v okviru podjetja Limnos d.o.o, Podlimbarskega 31, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, e-mail: info@limnos.si

Izveček. V različnih letnih časih v letih 1998, 1999 in 2000 sem vzorčevala perifitonske in planktonske alge v dveh evtrofnih jezerih - Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru. Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo združb. V letih 1999 in 2000 sem ugotavljala tudi nekatere fizikalne in kemijske dejavnike. V obeh jezerih sem določila skupaj 249 različnih vrst in podvrst iz osmih razredov alg. Po številu vrst in podvrst so prevladovali Bacillariophyceae, sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. 51 vrst in podvrst je novih za Slovenijo in največ med njimi jih pripada razredu Bacillariophyceae. To je prva raziskava alg v Koseškem bajerju in v Sotelskem jezeru, ki je trajala daljše obdobje in zajela perifitonske in planktonske alge.

Ključne besede: alge, evtrofna jezera, perifiton, fitoplankton

Abstract. ALGAE OF THE EUTROPHIC LAKES OF KOSEŠKI BAJER AND SOTELSKO JEZERO (SLOVENIA) - In the years 1998, 1999 and 2000, samples were taken seasonally in the eutrophic lakes of Koseški bajer and Sotelsko jezero. The purpose of the investigation was to establish qualitative species structure of the periphyton and the phytoplankton. In the years 1999 and 2000, some physical and chemical parameters were also measured. Altogether, 249 species and subspecies of algae (of eight classis) were determined. Most of them belonged to Bacillariophyceae, followed by Cyanophyceae and Chlorophyceae. 51 species and subspecies are new to Slovenia, most of them belonging to Bacillariophyceae. This is the first research into the Koseški bajer and Sotelsko jezero periphyton and phytoplankton carried out through a longer period of time.

Key words: algae, eutrophic lakes, periphyton, phytoplankton

Uvod

Evtrofikacija je kopičenje hranilnih in organskih snovi v vodi. Posledica tega procesa je povečana biološka proizvodnja. Planktonske alge se tako namnožijo, da je videti, kot da bi bila jezerska gladina prekrita z oljno barvo. Ta pojav imenujemo vodni cvet. Med cianobakterijami

tvorijo vodni cvet predvsem tiste vrste, ki imajo plinske vakuole, kot je *Aphanizomenon flos-aque*, številne vrste iz rodov *Anabaena*, *Microcystis*, *Coelosphaerium* in *Gloeotrichia*. Vodni cvet se pojavlja predvsem v obdobjih s povišano temperaturo in intenzivno osvetljenostjo vode - pozno pomladi ali poleti (Cvijan & Blaženčič 1996).

Od oligotrofnih do hipertrofnih voda se pestrost vrst manjša, v najbolj evtrofni stopnji najdemo v večjem številu le še cianobakterije. Tudi makrofiti počasi izginjajo, z njimi pa mnoge rastlinske in živalske vrste, vezane na to združbo (Sedmak & Kosi 1997).

V Koseškem bajerju so alge raziskovali Bizjak et al. (1996) in Sedmak & Kosi (1997), vendar sta bili obe raziskavi omejeni le na fitoplankton. V Sotelskem jezeru je bila do sedaj opravljena le ena raziskava alg (Vrhovšek et al. 1994), ki pa je zajela le perifitonske alge.

Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo fitoplanktonskih in perifitonskih združb v obeh jezerih v letih 1998, 1999 in 2000 in rezultate primerjati s prejšnjimi raziskavami. V obeh jezerih so bili izmerjeni tudi nekateri fizikalni in kemijski dejavniki, ki vplivajo na sestavo in številčnost algalnih združb.

Za opis vzorčnih mest glej Krivograd Klemenčič (2001).

Material in metode dela

Vzorke perifitona in fitoplanktona sem v jezerih nabirala v različnih letnih časih v letih 1998, 1999 in 2000. V obeh sem opravila po pet vzorčenj; njihovi datumi so prikazani v Tabeli 1. Vzorke perifitona sem nabirala tako, da sem postrgala površino prodnikov, kamnov, skal, makrofitov, potopljenega lesa in drugih potopljenih predmetov (steklenic, pločevink, plasten, železnih palic...). Vzorke fitoplanktona sem nabirala s planktonsko mrežico.

Vzorke sem že na terenu fiksirala s 35 % formalinom v razmerju ena proti devet, tako da je bila končna koncentracija formalina v vzorcih približno 4 %. Da sem lahko določila kremenaste alge, sem vzorce obdelala s koncentrirano HNO_3 .

V laboratoriju sem vzorce alg pregledala pod svetlobnim mikroskopom. Pri pregledovanju vzorcev sem ocenila 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 sem uporabila naslednje določevalne ključne: Lazar (1960), Starmach (1966, 1968, 1972), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Hindak et al. (1978), Hindak (1996), Popovsky & Pfiester (1990), Cvijan & Blaženčič (1996).

V obeh jezerih sem merila tudi temperaturo vode, elektroprevodnost, pH, vsebnost kisika in nasičenost vode s kisikom. Datumi meritev fizikalnih in kemijskih dejavnikov so prikazani v Tabeli 1.

Tabela 1: Datumi vzorčenj in meritev nekaterih fizikalnih in kemijskih dejavnikov v Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru.
Table 1: Dates of sampling and measuring of some physical and chemical parameters in the eutrophic lakes of Koseški bajer and Sotelsko jezero.

vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	Datum / date
Koseški bajer	7.8.1998, 4.5.1999, 1.8.1999*, 17.10.1999*, 19.2.2000*
Sotelsko jezero	26.9.1998, 9.5.1999, 10.8.1999*, 20.10.1999*, 22.2.2000*

*v teh dneh so bili izmerjeni tudi nekateri fizikalni in kemijski dejavniki

*on these days, some physical and chemical parameters were also determined

Rezultati in razprava

Obseg nihanj nekaterih fizikalnih in kemijskih dejavnikov v Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru je prikazan v Tabeli 2. Glede vrednosti fizikalnih in kemijskih dejavnikov v obeh jezerih po posameznih mesecih glej Krivograd Klemenčič (2001). Spremembe v temperaturi vode so na obeh vzorčnih mestih v teku leta sledile spremembam temperature zraka. Najnižja temperatura je bila v obeh jezerih izmerjena meseca februarja, najvišja pa meseca avgusta. Elektroprevodnost v celinskih vodah narašča s povečano slanostjo. 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). Elektroprevodnost je bila v Koseškem bajerju (159,2-169,3 mS/cm) precej nižja od elektroprevodnosti v Sotelskem jezeru (464-685 mS/cm). V obeh jezerih je bila voda rahlo bazična ali bazična. Vsebnosti kisika v vodi so se v Koseškem bajerju gibale od 9,2 do 11,5 mg/l, v Sotelskem jezeru pa od 6,1 do 19,5 mg/l. V Koseškem bajerju je bila v februarjem vzorcu koncentracija raztopljenega kisika pod 10 mg/l, nasičenost vode s kisikom pa pod 100

%. V času meritev je bila gladina bajerja zaledenela in pokrita z nekaj centimetrsko plastjo snega. Pomanjkanje svetlobe se je odsevalo v znižanem vrstnem sestavu in številčnosti združb, posledica tega pa je bila verjetno tudi zmanjšana intenziteta fotosinteze in s tem povezane nižje vrednosti kisika v vodi. V Sotelskem jezeru so bile meseca avgusta koncentracije raztopljenega kisika precej pod 10 mg/l, nasičenost vode s kisikom pa pod 100 %. To je bila verjetno posledica visokih vodnih temperatur, zaradi česar je bilo raztapljanje kisika iz ozračja v vodi počasnejše, razgradnja organskih snovi pa hitrejša.

Tabela 2: Obseg nihanj nekaterih fizikalnih in kemijskih parametrov v Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru v letih 1999 in 2000.

Table 2: Fluctuation of some physical and chemical parameters in Koseški bajer and Sotelsko jezero in the years 1999 and 2000.

vzorčno mesto / sampling point	temperatura (°C) / temperature (°C)	Elektroprevodnost (mS/cm) / conductivity (mS/cm)	pH / pH	Kisik (mg/l) / oxygen (mg/l)	nasičenost s kisikom (%) / saturation (%)
Koseški bajer	1,6 - 25,2	159,2 - 169,3	7,52 - 8,45	9,2 - 11,5	85 - 135
Sotelsko jezero	3,6 - 21,9	464 - 685	7,32 - 7,79	6,1 - 19,5	62 - 116

Skupaj sem v obeh jezerih določila 249 različnih vrst in podvrst (Tab. 3) iz osmih razredov alg. Za prikaz vrstne sestave alg za posamezno jezero v različnih letnih časih z oceno abundance glej Krivograd Klemenčič (2001). Sestava alg po razredih je za obe jezera prikazana na Sliki 1. Po številu vrst in podvrst so v obeh jezerih prevladovali kremenaste alge, sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. V Koseškem bajerju ni bilo alg iz razreda Xanthophyceae.

V Koseškem bajerju sem v vseh petih vzorcih določila skupaj 169 vrst in podvrst iz sedmih različnih razredov alg (Tab. 3). Najnižje število vrst in podvrst (55) je bilo v vzorcu, nabranem februarja leta 2000, ko je bil bajer pokrit z nekaj centimetrsko plastjo ledu in snega. Nizko število vrst in podvrst (73) je bilo tudi v vzorcu, nabranem avgusta leta 1998, kar bi lahko bila posledica množičnega pojavljanja toksične cianobakterije *Microcystis aeruginosa*. Tudi pri drugih raziskavah alg v slovenskih jezerih in ribnikih so ugotovili, da razbohotenje ene same vrste izrine mnoge druge in tako zmanjšuje biotsko pestrost organizmov (Sedmak & Kosi 1997). Cianobakterije iz rodu *Microcystis* so najpogostejše cianobakterije, ki povzročajo obsežna cvetenja tudi v slovenskih vodah (Sedmak & Kosi 1997). V vzorcih, nabranih leta

1999, se je vrsta *M. aeruginosa* pojavljala le posamično, v vzorcu, nabranem leta 2000, pa je ni bilo. Te spremembe so verjetno posledica preureditve bajerja (zvečanje pretoka) zaradi graditve nove stanovanjske soseske Mostec. Kljub spremembam pa Koseški bajer ostaja evtrofen, kar dokazuje vrstna sestava fitoplanktona in perifitona tudi v zadnjih nekaj vzorcih. Pojavljale so se namreč mnoge vrste, značilne za evtrofne vode: *Cladophora petraea*, *Oedogonium* sp., vrste iz rodu *Scenedesmus*, *Coelastrum reticulatum*, *C. astroideum*, *Nitzschia sigmaidea*, *N. acicularis*, *Navicula veneta*, *N. trivialis*, *Gomphonema parvulum*, *Cymbella tumida*, *C. ehrenbergii*, *C. cystula*, *Amphora veneta*, *Euglena* sp. itd. Tudi fizikalno-kemijske analize iz preteklih let (Bizjak et al. 1996) kažejo, da je bila kvaliteta vode v posameznih letnih obdobjih v Koseškem bajerju izredno slaba, vsebnosti fosforja in dušika so bile v razmerjih, ki so značilna za stoječe vode z majhno izmenjavo vode.

V vseh petih vzorcih iz Koseškega bajerja so bile ugotovljene naslednje vrste: *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Aulacoseira granulata*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata*, *Cymbella cystula*, *C. silesiaca*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Navicula capitatoradiata*, *N. cryptocephala*, *N. radiosa*, *Nitzschia palea*, *Coelastrum reticulatum*, *Oedogonium* sp., *Pediastrum clathratum* in *Scenedesmus quadricauda*. *Achnanthes minutissima*, *Coelastrum reticulatum* in *Microcystis aeruginosa* so bile najštevilčnejše.

V okviru naloge Vodnogospodarske strokovne podlage za ureditev območja Agrostroj-Koseze (Bizjak et al. 1996) so raziskovali fitoplankton (avgust 1994, oktober 1995) in določili 34 različnih fitoplanktonskih vrst. Od tega sem 10 vrst v Koseškem bajerju določila tudi sama. Koseški bajer sta v svoje raziskave vključila tudi Sedmak & Kosi (1997), vendar so bile tudi v tem primeru raziskave omejene le na fitoplankton.

V Sotelskem jezeru sem skupno določila 155 vrst in podvrst iz osmih različnih razredov alg (Tab. 3). Največje število vrst in podvrst sem zabeležila v poletnem in jesenskem vzorcu leta 1999, manjša vrstna diverziteta je bila spomladi in pozimi. Vrhovšek et al. (1994) so v limnološki raziskavi reke Sotle pri pregradi Vonarje določili 64 vrst perifitonskih alg (od tega sem jih v Sotelskem jezeru v svoji raziskavi določila 19), med katerimi so prevladovale b- in a-mezosaprobne vrste, vrste iz oligo- in polisaprobne skupine pa so bile zastopane v enaki meri.

Cattaneo (1987) je raziskovala perifiton v evtrofnih jezerih in ugotovila, da je z evtrofikacijo povezana pospešena rast vrst iz rodu *Cladophora*, v manjši meri pa tudi vrst iz rodov *Ulothrix*, *Spirogyra* in *Oedogonium*. Številne vrste, ki sem jih določila v Sotelskem jezeru, kažejo na močno organsko onesnaženje jezera. *Oscillatoria chalybaea* in *Phormidium foveolarum* sta indikatorski vrsti za a-mezosaprobno stopnjo onesnaženja. Med kremenastimi algami je veliko b-a-mezosaprobnih vrst in podvrst: *Gomphonema augur* var. *augur*, *Navicula pygmaea*, *N. mutica*, *Nitzschia sinuata*, *Rhoicosphenia abbreviata* in a-mezosaprobnih vrst in podvrst: *Navicula gregaria*, *N. meniscus*, *Nitzschia hungarica*, *N. acicularis*, *N. constricta*, *N. levidensis* var. *salinarum* ter polisaprobnih vrst: *Navicula goeppertiana*, *N. schroeterii*, *N. veneta*, *Nitzschia capitellata* in *N. sociabilis*. Na evtrofni značaj jezera lahko sklepamo tudi iz pojavljanja vrst iz rodov *Euglena*, *Cladophora*, *Oedogonium* in *Ulothrix* in vrst *Scenedesmus quadricauda*, *Closterium limneticum* in *C. moniliferum*. Močno organsko onesnaženje reke Sotle so pri pregradi Vonarje ugotovili tudi Vrhovšek et al. (1994).

V vseh petih vzorčenjih so se v Sotelskem jezeru pojavljale: *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *lanceolata*, *A. minutissima*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata*, *Fragilaria ulna* var. *ulna*, *Gomphonema angustatum*, *G. olivaceum*, *G. parvulum*, *Hantzschia amphioxys*, *Melosira varians*, *Navicula cuspidata*, *N. gregaria*, *N. lanceolata*, *N. mutica* var. *mutica*, *N. pupula* var. *pupula*, *N. pygmaea*, *N. veneta*, *Nitzschia dissipata*, *N. palea*, *Surirella angusta* in *S. brebissonii*.

Achnanthes minutissima, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata* in *Nitzschia palea* pa so se pojavljale v vseh vzorčenjih tako v Sotelskem jezeru kot v Koseškem bajerju.

V obeh jezerih sem določila skupaj 51 vrst in podvrst, novih za Slovenijo (Tab. 3). V Koseškem bajerju sem ugotovila 25 vrst in podvrst, novih za Slovenijo (Tab. 3), in sicer 6 vrst iz razreda Cyanophyceae, 17 vrst in podvrst iz razreda kremenastih alg, 1 vrsto iz razreda Chlorophyceae in 1 vrsto iz razreda Zygnematophyceae. Največ novih vrst in podvrst (5) pripada rodu *Nitzschia*. V Sotelskem jezeru sem določila 36 vrst in podvrst, novih za Slovenijo (Tab. 3), 4 vrste pripadajo razredu Cyanophyceae in 32 vrst in podvrst razredu kremenastih alg. Največ novih vrst in podvrst je iz rodov *Nitzschia* (12) in *Navicula* (10).

Tabela 3: Vrstna sestava alg v Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru v letih 1998, 1999 in 2000 z označenimi taksoni, ki so novi za Slovenijo.

Table 3: Koseški bajer and Sotelsko jezero algal species list for the years 1998, 1999 and 2000 with marked taxons new to Slovenia.

takson / <i>taxon</i>	vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	
	Koseški bajer	Sotelsko jezero
PROKARYOTA		
CYANOPHYTA		
CYANOPHYCEAE		
<i>Anabaena</i> sp.	•	•
<i>Aphanothece clathrata</i> W. & G.S.West	•	
<i>Aphanothece saxicola</i> Naegeli	•	
<i>Aphanothece stagnina</i> (Spreng.) B.Peter.	•	
<i>Calothrix scytonemicola</i> Tilden	•	
<i>Gloeocapsa dermochroa</i> Naegeli	•	
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Naegeli		•
<i>Gloeocapsa limnetica</i> (Lemm.) Holler.	•	
<i>Gloeocapsa magma</i> (Breb.) Holler.	•	
<i>Gloeocapsa tenax</i> (Kirch.) Holler.	•	
<i>Gloeocapsa turgida</i> (Kuetz.) Holler.	•	
<i>Gloeocapsa varia</i> (A.Braun) Holler.		•
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kuetz.	•	
<i>Gomphosphaeria pusilla</i> (Van Goor) Kom.	•	
✧ <i>Lyngbya hieronymusii</i> Lemm.	•	
<i>Lyngbya</i> sp.	•	
<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun		•
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehren.) Naegeli	•	
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kuetz.	•	•
<i>Microcystis delicatissima</i> (West) Starm.	•	
<i>Microcystis grevillei</i> (Hass.) Elen.	•	
<i>Oscillatoria chalybaea</i> (Mertens) Gomont		•
<i>Oscillatoria granulata</i> Gard.	•	
<i>Oscillatoria sancta</i> (Kuetz.) Gomont		•
<i>Oscillatoria</i> sp.		•
✧ <i>Phormidium dimorphum</i> Lemm.		•
<i>Phormidium foveolarum</i> (Mont.) Gomont		•
<i>Phormidium lucidum</i> (Agardh) Kuetz.		•
<i>Phormidium luridum</i> (Kuetz.) Gomont		•
✧ <i>Phormidium rotheanum</i> Itzig.	•	
✧ <i>Phormidium setchelianum</i> Gomont	•	•
<i>Phormidium</i> sp.	•	•
✧ <i>Plectonema terebrans</i> Bornet & Flahault		•
✧ <i>Pseudospirulina amoena</i> Pankow & Jahnke		•
<i>Schizothrix</i> sp.		•
✧ <i>Spirulina flavovirens</i> Wislouch	•	
<i>Spirulina maior</i> Kuetz.	•	
<i>Spirulina</i> sp.	•	•
<i>Stigonema minutum</i> (Agardh) Hass.		•
✧ <i>Synechocystis septentrionalis</i> Skuja	•	
EUKARYOTA		
HETEROKONTOPHYTA		
CHRYSOPHYCEAE		
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof.	•	
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehren.	•	•
XANTHOPHYCEAE		
<i>Tribonema minus</i> Hazen		•
BACILLARIOPHYCEAE		
✧ <i>Achnanthes catenata</i> Bily in Marvan	•	

takson / taxon	vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	
	Koseški bajer	Sotelsko jezero
<i>Achnanthes exigua</i> var. <i>exigua</i> Grun.	•	
<i>Achnanthes flexella</i> (Kuetz.) Brun.	•	
<i>Achnanthes laevis</i> Oestrup	•	
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun.	•	
✕ <i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> Lan.-Bert.		•
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i> (Breb.) Grun.		•
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetz.	•	•
✕ <i>Achnanthes septata</i> A.Cleve		•
<i>Achnanthes</i> sp.	•	
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kuetz.) Kuetz.	•	
<i>Amphora pediculus</i> (Kuetz.) Grun.		
<i>Amphora libyca</i> Ehren.	•	•
<i>Amphora montana</i> Krass.	•	•
<i>Amphora ovalis</i> (Kuetz.) Kuetz.	•	•
<i>Amphora pediculus</i> (Kuetz.) Grun.	•	•
<i>Amphora veneta</i> Kuetz.	•	
<i>Anomoeoneis vitrea</i> (Grun.) Ross	•	•
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	•	
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehren.) Simon.	•	•
✕ <i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	•	
<i>Caloneis amphisbaena</i> f. <i>amphisbaena</i> (Bory) Cleve		•
<i>Caloneis silicula</i> f. <i>silicula</i> (Ehren.) Cleve	•	•
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehren.	•	•
<i>Cocconeis placentula</i> Ehren.	•	•
<i>Cyclotella</i> sp.	•	•
✕ <i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs	•	•
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>solea</i> (Breb.) W.Smith		•
<i>Cymbella affinis</i> Kuetz.	•	
<i>Cymbella amphicephala</i> var. <i>amphicephala</i> Naegeli	•	
✕ <i>Cymbella caespitosa</i> (Kuetz.) Brun	•	
<i>Cymbella cistula</i> (Ehren.) Kirch.	•	
✕ <i>Cymbella cuspidata</i> Kuetz.	•	
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	•	•
✕ <i>Cymbella descripta</i> (Hust.) Kramm. in Lan.-Bert.	•	
<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kuetz.	•	•
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.	•	
<i>Cymbella prostrata</i> (Berk.) Cleve	•	•
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch	•	•
<i>Cymbella sinuata</i> Greg.		•
<i>Cymbella tumida</i> (Breb.) Van Heurck	•	•
✕ <i>Diatoma moniliformis</i> Kuetz.		•
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	•	•
<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	•	
<i>Epithemia adnata</i> (Kuetz.) Breb.	•	
<i>Eunotia arcus</i> Ehren.		
✕ <i>Eunotia circumborealis</i> Noerpel in Lan.-Bert.	•	
<i>Eunotia exigua</i> (Breb.) Raben.	•	•
✕ <i>Fragilaria biceps</i> (Kuetz.) Lan.-Bert.	•	•
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	•	•
✕ <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rab.) Raben.	•	•
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>construens</i> (Ehren.) Grun.	•	
<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>parasitica</i> (W.Smith) Grun.	•	
✕ <i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grun.	•	•
<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i> Ehren.	•	
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lan.-Bert.	•	
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Kuetz.) Lan.-Bert.	•	
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitzsch) Lan.-Bert.	•	•

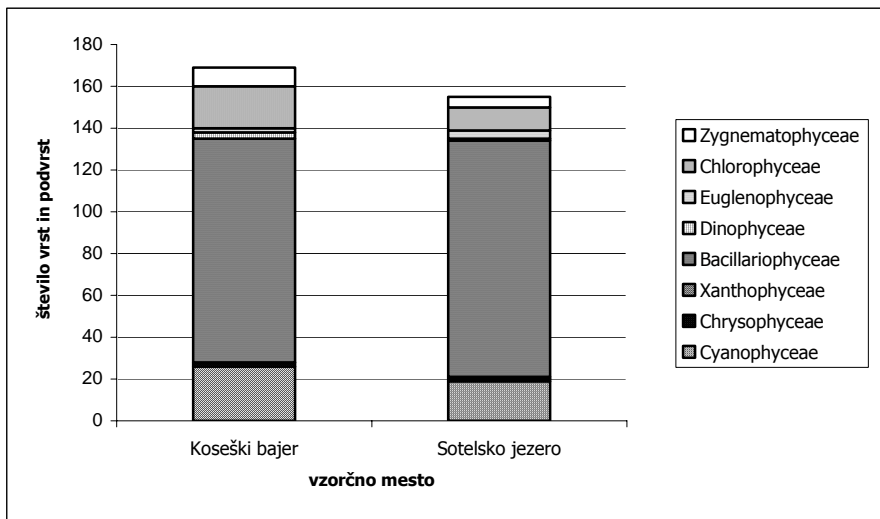
takson / taxon	vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	
	Koseški bajer	Sotelsko jezero
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwait.) De Toni	•	•
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehren.	•	•
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kuetz.) Raben.	•	•
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	•	•
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>augur</i> Ehren.		•
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehren.	•	
<i>Gomphonema gracile</i> Ehren.	•	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Breb.	•	•
<i>Gomphonema parvulum</i> Kuetz.	•	•
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehren.	•	•
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kuetz.) Raben.	•	•
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kuetz.) Raben.	•	
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rab.) Cleve		•
<i>Gyrosigma spencerii</i> (Quekett) Griffith & Henfrey	•	•
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehren.) W. Smith	•	•
<i>Melosira varians</i> Agardh	•	•
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Agardh		•
<i>Navicula bacillum</i> Ehren.	•	
✧ <i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i> Ehren.		•
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	•	•
<i>Navicula cari</i> Ehren.		•
<i>Navicula contenta</i> Grun.	•	•
<i>Navicula cryptocephala</i> Kuetz.	•	•
<i>Navicula cryptotenella</i> Lan.-Bert.		•
<i>Navicula cuspidata</i> Kuetz.	•	•
<i>Navicula elginensis</i> var. <i>elginensis</i> (Greg.) Ralfs & Prit.		•
✧ <i>Navicula erifuga</i> Lan.-Bert.		•
✧ <i>Navicula goeppertiana</i> (Bleisch) H.L. Smith		•
✧ <i>Navicula gregaria</i> Donkin		•
✧ <i>Navicula heufferiana</i> (Grun.) Cleve		•
✧ <i>Navicula integra</i> (W.Smith) Ralfs		•
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehren.		•
<i>Navicula menisculus</i> Schumann		•
<i>Navicula menisculus</i> var. <i>menisculus</i> Schum.		•
✧ <i>Navicula menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i> Grun.	•	
<i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i> Kuetz.		•
✧ <i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i> Cleve & Grun.		•
<i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i> Kuetz.	•	•
<i>Navicula pygmaea</i> Kuetz.		•
<i>Navicula radiosa</i> Kuetz.	•	•
✧ <i>Navicula schroeterii</i> Meister		•
<i>Navicula</i> sp.	•	•
<i>Navicula tripunctata</i> (Mueller) Bory		•
<i>Navicula trivialis</i> Lan.-Bert.	•	•
<i>Navicula veneta</i> Kuetz.	•	•
✧ <i>Navicula viridula</i> var. <i>linearis</i> Hust.		•
✧ <i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kuetz.) Cleve		•
<i>Navicula viridula</i> var. <i>viridula</i> (Kuetz.) Ehren.	•	•
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehren.) Kramm.	•	
<i>Neidium dubium</i> (Ehren.) Cleve		•
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetz.) W. Smith	•	•
<i>Nitzschia amphibia</i> f. <i>amphibia</i> Grun.	•	•
<i>Nitzschia brevissima</i> Grun.		•
✧ <i>Nitzschia calida</i> Grun.		•
✧ <i>Nitzschia capitellata</i> Hust.		•
✧ <i>Nitzschia constricta</i> (Kuetz.) Ralfs		•
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kuetz.) Grun.		•
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i> (Kuetz.) Grun.	•	

takson / taxon	vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	
	Koseški bajer	Sotelsko jezero
» <i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hant.) Grun.	•	
<i>Nitzschia dubia</i> W.Smith		•
<i>Nitzschia flexa</i> Schum.		•
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.	•	•
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kuetz.) Grun.		•
<i>Nitzschia gracilis</i> Hant.	•	•
<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow		•
» <i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i> Grun.		•
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>linearis</i> (Agardh) W.Smith	•	•
» <i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W.Smith) Grun.	•	•
» <i>Nitzschia littoralis</i> Grun.		•
<i>Nitzschia palea</i> (Kuetz.) W. Smith	•	•
<i>Nitzschia recta</i> var. <i>recta</i> Hant.	•	•
» <i>Nitzschia recta</i> var. <i>robusta</i> Hust.		•
» <i>Nitzschia scalpelliformis</i> Grun.		•
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	•	•
» <i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i> (Grun.) Lan.-Bert.		•
» <i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grun.) Grun.	•	•
» <i>Nitzschia sociabilis</i> Hust.		•
<i>Nitzschia</i> sp.	•	
<i>Nitzschia tryblionella</i> Hant.		•
» <i>Nitzschia vermicularis</i> (Kuetz.) Hant.	•	•
» <i>Nitzschia wuellerstorffii</i> Lan.-Bert.	•	
<i>Pinnularia borealis</i> Ehren.		•
» <i>Pinnularia divergens</i> W. Smith	•	
<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>gibba</i> Ehren.	•	•
<i>Pinnularia interrupta</i> W.Smith	•	
<i>Pinnularia maior</i> (Kuetz.) Raben.	•	•
» <i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kuetz.) May.		•
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>microstauron</i> (Ehren.) Cl.	•	•
<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory	•	
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehren.	•	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lan.-Bert.	•	•
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>gibba</i> (Ehren.) O.Muell.	•	
<i>Stauroneis anceps</i> Ehren.	•	•
<i>Stauroneis smithii</i> Grun.		•
<i>Surirella angusta</i> Kuetz.	•	•
<i>Surirella bifrons</i> Ehren.	•	
<i>Surirella biseriata</i> Breb.	•	
» <i>Surirella brebissonii</i> Kramm.& Lan.-Bert.		•
<i>Surirella minuta</i> Breb.		•
<i>Surirella robusta</i> Ehren.	•	
<i>Surirella tenera</i> Greg.	•	
DINOPHYTA		
DINOPHYCEAE		
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Muell.) Dujard.	•	
<i>Peridinium cinctum</i> (Muell.) Ehren.	•	
<i>Peridinium</i> sp.		•
<i>Peridinium umbonatum</i> Stein	•	
EUGLENOPHYTA		
EUGLENOPHYCEAE		
<i>Euglena acus</i> Ehren.		•
<i>Euglena</i> sp.	•	•
<i>Phacus longicauda</i> (Ehren.) Duj.	•	•
<i>Phacus pleuronectes</i> (Ehren.) Duj.		•
CHLOROPHYTA		
CHLOROPHYCEAE		
<i>Bulbochaete</i> sp.	•	

takson / <i>taxon</i>	vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	
	Koseški bajer	Sotelsko jezero
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyer.	•	
<i>Cladophora fracta</i> (Kuetz.) Brand		•
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kuetz.		•
<i>Cladophora petraea</i> (Hansg.) Brand	•	
<i>Coelastrum astroideum</i> De-Not.	•	
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.	•	
<i>Microspora pachyderma</i> (Wille) Lagerh.	•	•
<i>Microspora</i> sp.		•
<i>Microspora tumidula</i> Hazen	•	
<i>Oedogonium</i> sp.	•	•
<i>Oocystis</i> sp.	•	
<i>Pandorina morum</i> (Muell.) Bory	•	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	•	
<i>Pediastrum clathratum</i> (Schroet.) Lemm.	•	•
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen.	•	•
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen.	•	
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> (Agardh) Kuetz.		•
<i>Scenedesmus abundans</i> (Kirch.) Chod.	•	
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> Bohl.	•	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	•	•
<i>Scenedesmus serratus</i> (Corda) Bohl.	•	
✕ <i>Scenedesmus velitaris</i> Kom.	•	
<i>Stigeoclonium tenue</i> (Agardh) Kuetz.		•
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	•	
<i>Ulothrix tenerrima</i> Kuetz.		•
ZYGNEMATOPHYCEAE		
<i>Bambusina brebissonii</i> (Kuetz.)	•	
<i>Closterium closterioides</i> (Ralfs) Louis & Peeters		•
<i>Closterium limneticum</i> Lemm.	•	•
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehren.		•
<i>Closterium strigosum</i> Breb.		•
<i>Cosmarium granatum</i> Breb.	•	
<i>Cosmarium heimerlii</i> West	•	
<i>Mougeotia</i> sp.	•	
<i>Netrium oblongum</i> (De Bary) Luetkem.		•
<i>Penium</i> sp.	•	
<i>Staurastrum anatinum</i> f. <i>paradoxum</i> (Meyen) Brook	•	
✕ <i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schr.) Smith	•	
<i>Staurastrum</i> sp.	•	

✕ novi taksoni za Slovenijo

✕ taxons new to Slovenia



Slika 1: Sestava alg po razredih v Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru v letih 1998, 1999 in 2000.
Figure 1: Koseški bajer and Sotelsko jezero algal structure by classes in the years 1998, 1999 and 2000.

Povzetek

V nalogi sem raziskovala perifitonske in planktonske alge v dveh evtrofni jezerih - Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru. Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo združb v letih 1998, 1999 in 2000. To je prva raziskava alg v Koseškem bajerju in Sotelskem jezeru, v kateri so zajete perifitonske in planktonske alge in je potekala v različnih letnih časih daljše časovno obdobje. V bajerju in jezeru sem opravila po pet vzorčenj. V laboratoriju sem vzorce perifitona in fitoplanktona pregledala pod svetlobnim mikroskopom. Pri pregledovanju vzorcev sem ocenila 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 sem merila tudi nekatere fizikalne in kemijske dejavnike, ki vplivajo na sestavo in številčnost združb.

V obeh jezerih sem določila skupaj 249 različnih vrst in podvrst iz osmih razredov alg, od tega v Koseškem bajerju 169 iz sedmih razredov in v Sotelskem jezeru 155 iz osmih razredov alg. Po številu vrst in podvrst so prevladoval kremenaste alge, sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. V vseh petih vzorcih iz Koseškega bajerja so bile ugotovljene: *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Aulacoseira granulata*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata*, *Cymbella cistula*, *C. silesiaca*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Navicula capitatoradiata*, *N. cryptocephala*, *N. radiosa*, *Nitzschia palea*, *Coelastrum reticulatum*, *Oedogonium* sp., *Pediastrum clathratum* in *Scenedesmus quadricauda*. *Achnanthes minutissima*, *Coelastrum reticulatum* in *Microcystis aeruginosa* so bile najštevilčnejše vrste.

V vseh petih vzorčenjih so se v Sotelskem jezeru pojavljale: *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *lanceolata*, *A. minutissima*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata*, *Fragilaria ulna* var. *ulna*, *Gomphonema angustatum*, *G. olivaceum*, *G. parvulum*, *Hantzschia amphioxys*, *Melosira varians*, *Navicula*

cuspidata, *N. gregaria*, *N. lanceolata*, *N. mutica* var. *mutica*, *N. pupula* var. *pupula*, *N. pygmaea*, *N. veneta*, *Nitzschia dissipata*, *N. palea*, *Surirella angusta* in *S. brebissonii*. Vrste *Achnanthes minutissima*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata* in *Nitzschia palea* pa so se pojavljale v vseh vzorčenjih tako v Sotelskem jezeru kot v Koseškem bajerju.

V obeh jezerih sem določila skupaj 51 vrst in podvrst, novih za Slovenijo, od tega v Koseškem bajerju 25 in v Sotelskem jezeru 36. Največ novih vrst in podvrst (5) v Koseškem bajerju pripada rodu *Nitzschia*, v Sotelskem jezeru pa rodovoma *Nitzschia* (12) in *Navicula* (10).

Zahvala

Zahvaljujem se prof. dr. Danijelu Vrhovšku, dr. Gorazdu Kosiju in dr. Nataši Smolar za strokovno pomoč pri raziskavi, soprogu Gorazdu pa za pomoč pri terenskem delu in moralno podporo.

Summary

Periphyton and phytoplankton studies were carried out in the eutrophic lakes of Koseški bajer and Sotelsko jezero. The purpose of the investigation was to establish qualitative species structure in the years 1998, 1999 and 2000. This is the first research into the Koseški bajer and Sotelsko jezero periphyton and phytoplankton carried out through a longer period of time. Five samples of periphyton and phytoplankton were taken in each lake. Algal species were determined with light microscope. Abundance was estimated with numbers from 1 to 5 (1-single, 2-rare, 3-customary, 4-frequent, 5-dominant). In the years 1999 and 2000, some physical and chemical parameters were measured.

Altogether, 249 species and subspecies of algae (of eight classes) were determined, of these 169 in Koseški bajer and 155 in Sotelsko jezero. Most of them belonged to Bacillariophyceae, followed by Cyanophyceae and Chlorophyceae. In all five Koseški bajer samples the following species were determined: *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Aulacoseira granulata*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata*, *Cymbella cistula*, *C. silesiaca*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Navicula capitatoradiata*, *N. cryptocephala*, *N. radiosa*, *Nitzschia palea*, *Coelastrum reticulatum*, *Oedogonium* sp., *Pediastrum clathratum* and *Scenedesmus quadricauda*. *Achnanthes minutissima*, *Coelastrum reticulatum* and *Microcystis aeruginosa* were the most abundant species.

In all five Sotelsko jezero samples the following species were recorded: *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanceolata* var. *lanceolata*, *A. minutissima*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata*, *Fragilaria ulna* var. *ulna*, *Gomphonema angustatum*, *G. olivaceum*, *G. parvulum*, *Hantzschia amphioxys*, *Melosira varians*, *Navicula cuspidata*, *N. gregaria*, *N. lanceolata*, *N. mutica* var. *mutica*, *N. pupula* var. *pupula*, *N. pygmaea*, *N. veneta*, *Nitzschia dissipata*, *N. palea*, *Surirella angusta* and *S. brebissonii*. *Achnanthes minutissima*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea* var. *apiculata* and *Nitzschia palea* were present in all five samples from both lakes.

In the two eutrophic lakes, 51 species and subspecies new to Slovenia were determined, of these 25 in Koseški bajer and 36 in Sotelsko jezero. In Koseški bajer, most of the new species and subspecies (5)

belonged to the genus *Nitzschia*. In Sotelsko jezero, most of the new species and subspecies belonged to the genera *Nitzschia* (12) and *Navicula* (10).

Literatura

- Bizjak A., Vrhovšek D., Bertok M., Sovinc A., Trontelj P., Burja D., Anzeljc D., Fazarinc R. (1996): Vodnogospodarske strokovne podlage za ureditev območja Agrostroj-Koseški bajer. Ljubljanski urbanistični zavod, Ljubljana.
- Cattaneo A. (1987): Periphyton in lakes of different trophy. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 296-303.
- Cvijan M., Blaženčič J. (1996): Flora algi Srbije. Cyanophyta. Naučna knjiga, Beograd, 290 pp.
- Hindak F., Marvan P., Komarek J., Rosa K., Popovsky J., Lhotsky O. (1978): Sladkovodne riasy. Slovenske pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava, 724 pp.
- Hindak F. (1996): Kluč na určovanie nerozkonarených vlaknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Slovenska botanická spoločnosť pri SAV, Bratislava, 73 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1986): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 1Teil: 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. BF, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 160 pp.
- Lazar J. (1960): Alge Slovenije, Seznam sladkovodnih vrst in ključ za določanje. SAZU Ljubljana, 279 pp.
- Popovsky J., Pfiester L.A. (1990): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Dinophyceae, Band 6. Fischer, Stuttgart, 272 pp.
- Rejic M. (1988): Sladkovodni ekosistemi in varstvo voda. VTOZD za gozdarstvo, BF, Ljubljana, 225 pp.
- Sedmak B., Kosi G. (1997): Cvetenje cianobakterij v ribnikih Republike Slovenije in njihova toksičnost. *Ichthyos* 14: 9-19.
- Starmach K. (1966): Flora sladkovodna polski, Cyanophyta-Sinice, Glauciphyta - Glaukofity, Tom 2. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 808 pp.

- Starmach K. (1968): Flora słodkowodna polski, Xanthophyceae - Roznowiciowe. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 393 pp.
- Starmach K. (1972): Flora słodkowodna polski, Chlorophyta III, Zielenice Nitkovate: Ulotrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales, Tom 2. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 750 pp.
- Vrhovšek D., Kosi G., Smolar N. (1994): Limnološka istraživanja Sotle u odnosu na branu u Podčetrtku. Hrvatske vode 2, 5: 293-301.