



ZVEZA ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE

NATURA SLOVENIAE

Revija za terensko biologijo • Journal of Field Biology

Letnik • Volume 4

Številka • Number 2

Ljubljana
2002

NATURA SLOVENIAE

Revija za terensko biologijo • Journal of Field Biology

Izdaja • Published by

Zveza za tehnično kulturo Slovenije

Lepi pot 6, SI-1111 Ljubljana

Številka žiro računa: 50101-678-51259

Tel.: (01) 251 37 43, 425 07 69; Telefax: (01) 252 24 87

Glavna in odgovorna urednika • Editors in Chief

Rok Kostanjšek, Aleksandra Lešnik

Uredniški odbor • Editorial Board

Matjaž Bedjanič (Slovenia), Nicola Bressi (Italy), Marjan Govedič (Slovenia), Nejc Jogan (Slovenia), Toni Nikolić (Croatia), Katja Pobiljšaj (Slovenia), Chris Wan Swaay (Netherland), Peter Trontelj (Slovenia), Rudi Verovnik (Slovenia)

Naslov uredništva • Address of the Editorial Office

NATURA SLOVENIAE, Večna pot 111, SI-1111 Ljubljana, Slovenija

Izvečki prispevkov so zavedeni v zbirkah ASFA, AGRIS in COBBIS.

ISSN: 1580-0814

UDK: 57/59(051)=863=20

Lektorji • Language Editors

za angleščino (for English): Henrik Ciglič

za slovenščino (for Slovene): Henrik Ciglič

Oblikovanje naslovnice • Layout

Daša Simčič akad. slikarka, Atelje T

Natisnjeno • Printed in

2002

Tisk • Print

Solidarnost d.d., Murska Sobota

Naklada • Circulation

500 izvodov/copies

Kazalo vsebine

Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ: Alge Koseškega bajerja in Sotelskega jezera, dveh evtrofnih jezer v Sloveniji / ALGAE OF THE EUTROPHIC LAKES OF KOSEŠKI BAJER AND SOTELSKO JEZERO (SLOVENIA)	5
Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ: Kopenske alge na betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (<i>Tilia platyphyllos</i>) v Sloveniji / AERIAL ALGAE FROM A CONCRETE WALL, STONY WALL, LIMESTONE ROCK AND TRUNK OF THE LIME TREE (<i>TILIA PLATYPHYLLOS</i>) IN SLOVENIA.	21
Ignac SIVEC & Wolfram GRAF: <i>Perla carantana</i> - new species of genus <i>Perla</i> (Plecoptera: Perlidae) from Austria and Slovenia / <i>PERLA CARANTANA</i> - NOVA VRSTA RODU <i>PERLA</i> (PLECOPTERA: PERLIDAE) IZ AVSTRIJE IN SLOVENIJE.....	31
Primož PRESETNIK & Martina BERGANT: Kolonija velikega podkovnjaka <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774) v jami Lobašgrote blizu Kočevja / OBSERVATIONS OF THE GREATER HORSESHOE BAT <i>RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM</i> MATERNITY COLONY IN THE LOBAŠGROTE CAVE NEAR KOČEVJE (SOUTH SLOVENIA).	39

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

Izvleček. 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 prevladovala 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 classes) 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 algnih 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, plastenk, 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 / <i>date</i>
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 prevladovale 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 sigmoidea*, *N. acicularis*, *Navicula veneta*, *N. trivialis*, *Gomphonema parvulum*, *Cymbella tumida*, *C. ehrenbergii*, *C. cistula*, *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 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.

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 diverziteteta 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 prevladovala b- in a-mezosaprobne vrste, vrste iz oligo- in polisaprobne skupine pa so bile zastopane v enaki meri.

Cattaneo (1987) je raziskovala perifiton v eutrofnih jezerih in ugotovila, da je z eutrofikacijo 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. menisculus*, *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 eutrofni 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		
CHRYSTOPHYCEAE		
<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 / <i>taxon</i>	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 amphi-cephala</i> var. <i>amphi-cephala</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.	•	•

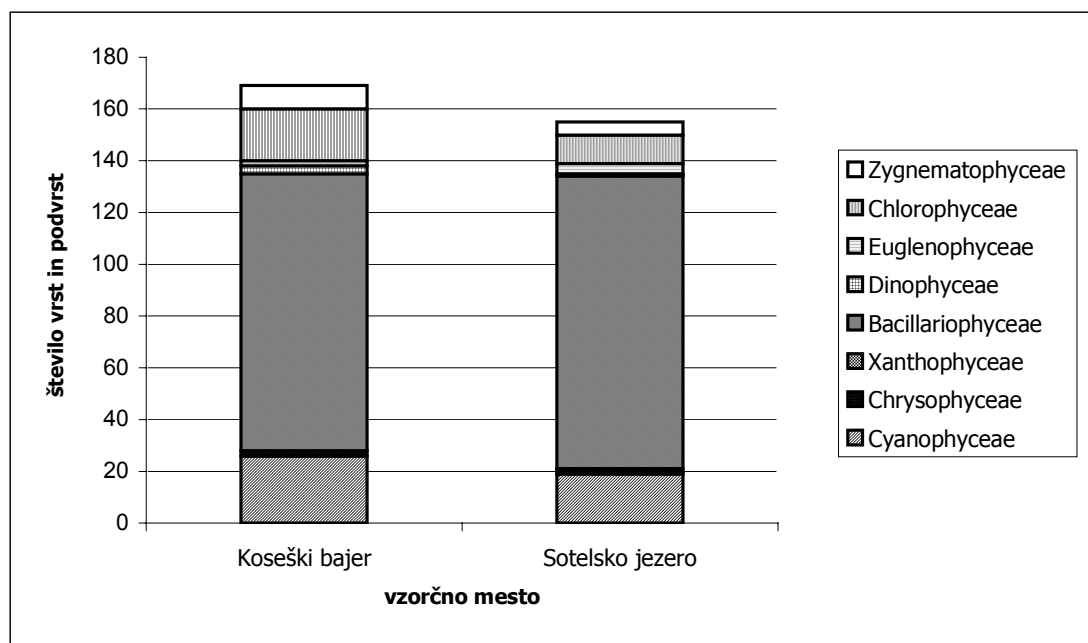
takson / <i>taxon</i>	vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	
	Koseški bajer	Sotelsko jezero
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwait.) De Toni	•	•
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehren.	•	•
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kuetz.) Raben.	•	•
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	•	•
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>augur</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 heufleriana</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 ampliatus</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 / <i>taxon</i>	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 / taxon	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.		•
ZYGNETOPHYCEAE		
<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 eutrofnih 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): 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. 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. Państwowe 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, Zielonice Nitkowate: 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.

Kopenske alge na betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (*Tilia platyphyllos*) 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

Izvleček. V različnih letnih časih v letih 1999 in 2000 sem nabirala alge na štirih različnih kopenskih vzorčnih mestih: betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (*Tilia platyphyllos*). Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 58 različnih vrst in podvrst iz treh razredov alg. Na betonskem zidu in deblu lipe so po številu vrst prevladovali Cyanophyceae, na kamnitem zidu in apnenčasti skali pa Bacillariophyceae. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu je bila prevladujoča vrsta *Pleurococcus vulgaris*. *Gloeocapsa bituminosa*, *Microcystis hansgirgiana*, *Phormidium lignicola*, *P. valderiae*, *Cymbella gaeumannii*, *Navicula aerophila*, *N. nivalis* in *N. suecorum* var. *dismutica* so nove vrste in podvrste za Slovenijo.

Ključne besede: kopenske alge, betonski zid, kamniti zid, apnenčasta skala, deblo

Abstract. Aerial algae from a concrete wall, stony wall, limestone rock and trunk of the lime tree (*Tilia platyphyllos*) in Slovenia - Samples were taken seasonally at four aerial sampling sites – a concrete wall, stony wall, limestone rock and trunk of the lime tree (*Tilia platyphyllos*) in the years 1999 and 2000. Altogether, 58 species and subspecies of algae (of three classes) were determined. On the concrete wall and the lime tree trunk, most of the species and subspecies belonged to Cyanophyceae, while on the stony wall and limestone rock those belonging to Bacillariophyceae were predominant. On the concrete wall, stony wall and the lime tree trunk, the species *Pleurococcus vulgaris* was prevalent. *Gloeocapsa bituminosa*, *Microcystis hansgirgiana*, *Phormidium lignicola*, *P. valderiae*, *Cymbella gaeumannii*, *Navicula aerophila*, *N. nivalis* and *N. suecorum* var. *dismutica* are new species and subspecies to Slovenia.

Keywords: aerial algae, concrete wall, stony wall, limestone rock, tree trunk

Uvod

Kopenske (aerofitske) alge so tiste, ki uspevajo na čvrsti podlagi zunaj vode in jih ves čas obkroža zrak (Cvijan & Blaženčič 1996). So ekološko pomembna skupina organizmov, ker se jim je kot tipičnim vodnim organizmom uspelo prilagoditi življenju na kopnem (Vrhovšek 1985). Glavni omejujoči dejavniki za njihovo uspevanje so: suša, ekstremne temperature, visoka elektroprevodnost in pomanjkanje hranil (Johansen 1999). Glavna vodna vira za zračne epifitske alge sta deževnica in zračna vlaga. Hranilne snovi dobivajo s padavinami, vir hranilnih snovi pa so tudi prah in druge snovi na gostiteljevem organizmu. Takšnim življenjskim razmeram je prilagojeno razmeroma majhno število alg, le okoli 200 vrst, ki so večinoma pripadnice razredov Cyanophyceae in Chlorophyceae, manj zastopan je razred Bacillariophyceae (Cvijan & Blaženčič 1996). Kopenske epilitske alge najdemo na površini skal in kamnov, ki niso izpostavljeni mehanskemu premikanju. Na kamnih in skalah, katerih edini vir vlage je atmosferska voda, je flora podobna kot na lubju dreves, kjer so pogoste vrste iz rodov *Pleurococcus*, *Trentepohlia*, *Mesotaenium* in *Cylindrocystis* (Round 1973). Johansen (1999) poleg pomanjkanja vlage izpostavlja, kot pomembna omejujoča dejavnika, ki vplivata na razporeditev vrst v zračnih bivališčih, še temperaturo in pH. Zračna bivališča so v primerjavi z vodnimi izpostavljena veliko večjim nihanjem temperature, kar je lahko omejujoč dejavnik za nekatere vrste alg. Združbe alg na kopnem so večinoma sestavljene iz vrst, ki lahko uspevajo le na kopnem. Izpostavljenost suši, visokim koncentracijam kisika in pomanjkanju hranil izključuje vodne vrste alg iz zračnih bivališč.

Namen raziskave v letih 1999 in 2000 je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo združb na štirih različnih kopenskih vzorčnih mestih: betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali. Kopenske vrste alg je raziskoval tudi Lazar (1975), čeprav je bilo njegovo delo osredotočeno na sladkovodne alge v Sloveniji.

Opis vzorčnih mest

Betonski zid: Stoji pri izhodu iz garažne hiše v Štepanjskem naselju v Ljubljani, približno dvajset metrov desno od vhoda v trgovino Emono. Zid je debel deset centimetrov

in prebarvan z barvo za beton, ki se na posameznih mestih kruši. Večji del dneva je v senci.

Kamniti zid: Stoji pred vhodom v Krško jamo. Vhod zapira železna rešetka, na obeh straneh pred rešetko je zid iz apnenčastih skal. Vzorce sem nabirala dva do tri metre pred rešetko na obeh straneh zidu, ki je večji del dneva v senci.

Deblo: Lipa (*Tilia platyphyllos*), na kateri sem vzorčila, raste ob Ljubljani nasproti Srednje šole za gostinstvo in turizem v Fužinah.

Apnenčasta skala: Leži v gozdu v vasi Čušperk, ki je približno 8 kilometrov oddaljena od Grosuplja. Dolga je približno dva in visoka pol metra in je popolnoma prerasla z mahom.

Za natančnejši opis vzorčnih mest glej Krivograd Klemenčič (2001).

Material in metode dela

Vzorce alg sem na vseh štirih vzorčnih mestih nabirala v različnih letnih obdobjih v letih 1999 in 2000. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu sem opravila štiri vzorčenja, na apnenčasti skali pa pet. Datumi vzorčenj so prikazani v Tabeli 1. Vzorce sem nabirala tako, da sem postrgala površino kamnitega in betonskega zidu, debla in skale. Na apnenčasti skali sem poleg tega ožela tudi mahove, ki so skalo poraščali. Vzorce 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 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, 1972), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Hindak et al. (1978) in Hindak (1996).

Tabela 1: Datumi vzorčenj na betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali.

Table 1: Dates of sampling carried out on concrete wall, stony wall, tree trunk and limestone rock.

vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	Datum / <i>date</i>
betonski zid	4.5.1999, 5.9.1999, 21.2.2000, 20.5.2000
kamniti zid	24.4.1999, 12.9.1999, 13.2.2000, 1.7.2000
deblo	3.5.1999, 5.9.1999, 28.2.2000, 29.5.2000
apnenčasta skala	24.4.1999, 15.8.1999, 23.10.1999, 22.2.2000, 9.5.2000

Rezultati in razprava

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 58 različnih vrst in podvrst iz treh razredov alg (Tab. 2). Po številu določenih vrst in podvrst so prevladovale Cyanophyceae (27), sledile so Bacillariophyceae (25) in Chlorophyceae (6).

Za prikaz vrstne sestave alg za posamezno vzorčno mesto v različnih letnih obdobjih z oceno številčnosti glej Krivograd Klemenčič (2001). Na betonskem zidu sem določila skupaj 14, na kamnitem zidu 12, na deblu 9 in na apnenčasti skali 37 različnih vrst in podvrst alg (Tab. 2). Sestava alg po razredih je za vsa vzorčna mesta prikazana na Sliki 1. Na betonskem zidu in deblu so po številu vrst prevladovale Cyanophyceae, na kamnitem zidu in apnenčasti skali pa Bacillariophyceae. Tudi v raziskavi alg na vlažnih skalah v nacionalnem parku Zion v Utahu, ZDA, ki so jo opravili Johansen et al. (1983), so po številu vrst močno prevladovale kremenaste alge. Sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. Vrstni sestav alg na kopnem je odvisen predvsem od stopnje vlažnosti. Na bolj sušnih mestih se pojavljajo kremenaste alge, kot so *Pinnularia borealis*, *Navicula mutica* in *Hantzschia amphioxys*. Na bolj vlažnih mestih pa število kremenastih alg in cianobakterij (*Aphanocapsa*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Oscillatoria*) naraste, pojavijo se zelene alge (Round 1973).

Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu je bilo število določenih vrst in podvrst nizko, glavna omejujoča dejavnika sta bila najverjetneje pomanjkanje vlage in hranil. Round (1973) je ugotovil, da je poleg suše prav pomanjkanje hranil glavni razlog, da je zračna epifitska flora

omejena le na nekaj vrst. Na nižano diverzitetu v urbanem okolju pa lahko vplivajo tudi onesnaženost ozračja in betonski premazi, ki vsebujejo snovi proti razvoju gliv in alg na stavbah. Na vseh treh vzorčnih mestih je v vseh vzorcih prevladovala vrsta *Pleurococcus vulgaris*, ki je pri nas splošno razširjena kopenska alga (Lazar 1960). Najpogosteje jo najdemo na drevesnem lubju in vlažnih skalah, v zmernih klimatih pa lahko prenese celo popolno izsušitev. Na apnenčasti skali sem določila bistveno večje število vrst in podvrst kot na drugih treh vzorčnih mestih. Iz tega lahko sklepamo, da so bile na skali boljše razmere za rast. Skala leži sredi gozda, kjer je višja zračna vlaga, porašča jo mah, pod katerim je tanka plast zemlje. Dodaten vir hranil je tudi odpadlo listje z dreves, pod katerimi leži skala. Johansen et al. (1983) so na skalah, ki so bile bolj vlažne, določili višje število vrst. Na apnenčasti skali *Pleurococcus vulgaris* ni bil več prevladujoč, odkrit je bil le še posamično v enem samem vzorcu. Poleg epilitskih alg so bile tu ugotovljene tudi epifitske (pritrjene na mahu) vrste in vrste, značilne za prst, kar je še dodatno vplivalo na večjo vrstno pestrost.

Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu se je v vseh vzorcih pojavljala vrsta *Pleurococcus vulgaris*, ki je bila tudi prevladujoča. Na kamnitem zidu sta bili v vseh vzorcih ugotovljeni še *Navicula contenta* in *Navicula suecorum* var. *dismutica*. Na apnenčasti skali pa sta se v vseh vzorcih pojavljali vrsti *Navicula contenta* in *Trentepohlia aurea*. *Navicula contenta* je splošno razširjena vrsta z ekološkim težiščem na meji zrak/voda, pogosta je v biotopih z močno zmanjšano svetlobno intenziteto, kjer pogosto nastopa skupaj z vrsto *Navicula gallica*. Tudi *Navicula suecorum* var. *dismutica* je aerofit, najdemo jo tako v barjih kot na apnenčastih skalah (Krammer & Lange-Bertalot 1986). *Trentepohlia aurea* je najbolj razširjena kopenska alga pri nas, najdemo jo na mnogih vlažnih mestih, predvsem na vlažnih skalah (Lazar 1960).

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 8 novih vrst in podvrst alg za Slovenijo (Tab. 2), od tega na betonskem zidu in deblu lipe po 1, na kamnitem zidu 3 in na apnenčasti skali 6 novih vrst in podvrst.

Tabela 2: Vrstna sestava alg na betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali v letih 1999 in 2000 z označenimi taksoni, ki so novi za Slovenijo.

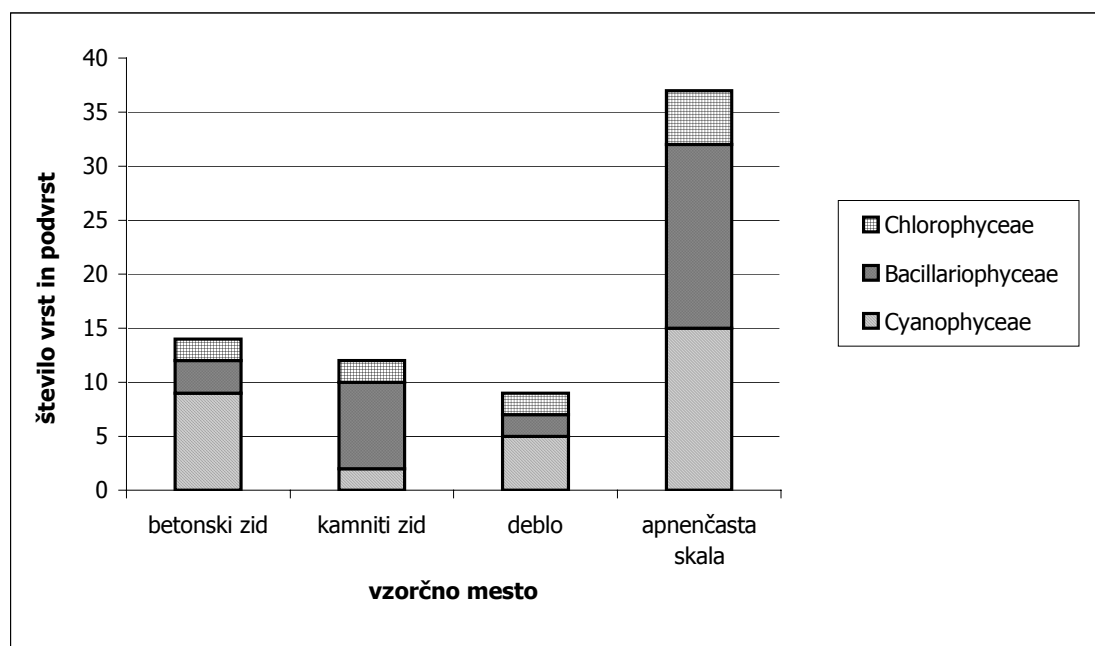
Table 2: Algal species list from concrete wall, stony wall, tree trunk and limestone rock in the years 1999 and 2000 with marked taxons new to Slovenia.

takson / taxon	vzorčno mesto / sampling post			
	betonski zid / concrete wall	kamniti zid / stony wall	deblo / tree trunk	apnenčasta skala / limestone rock
PROKARYOTA				
CYANOPHYCEAE				
<i>Aphanothece saxicola</i> Naegeli	•			
<i>Calothrix braunii</i> Bornet & Flahault	•			
<i>Calothrix elenkinii</i> Kossinskaja	•			
<i>Chroococcopsis gigantea</i> Geitler				•
<i>Gloeocapsa alpina</i> Naegeli	•			
» <i>Gloeocapsa bituminosa</i> (Bory) Kuetz.				•
<i>Gloeocapsa cohaerens</i> (Breb.) Holler.	•		•	•
<i>Gloeocapsa dermochroa</i> Naegeli	•			•
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Naegeli		•		•
<i>Gloeocapsa magma</i> (Breb.) Holler.	•			
<i>Gloeocapsa montana</i> Kuetz.			•	
<i>Microcystis anodonta</i> (Hansg.) Elen.	•			
» <i>Microcystis hansgirgiana</i> (Hansgirg) Elenkin			•	
<i>Microcystis muscicola</i> (Menegh.) Elenkin			•	
<i>Nostoc microscopicum</i> Carmichael				•
<i>Nostoc paludosum</i> Kuetz.				•
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.				•
<i>Phormidium autumnale</i> (Agardh) Gomont				•
<i>Phormidium foveolarum</i> (Mont.) Gomont				•
» <i>Phormidium lignicola</i> Frey				•
<i>Phormidium</i> sp.				•
» <i>Phormidium valderiae</i> (Delp.) Geitler		•		
<i>Pseudanabaena constricta</i> (Szafer) Lauterb.				•
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schm. & Lauterb.			•	
<i>Schizothrix</i> sp.				•
<i>Stigonema minutum</i> (Agardh) Hassal				•
<i>Synechococcus cedrorum</i> Sauvageau	•			
EUKARYOTA				
HETEROKONTOPHYTA				
BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetz.				•
<i>Achnanthes</i> sp.		•		
<i>Amphora montana</i> Krass.				•
<i>Cocconeis placentula</i> Ehren.			•	
<i>Cymbella affinis</i> Kuetz.		•		
» <i>Cymbella gaeumannii</i> Meister				•
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.			•	
<i>Cymbella minuta</i> Hilse				•
<i>Cymbella rupicola</i> Grun.				•
<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler				•
<i>Fragilaria fasciculata</i> (Agardh) Lan.-Bert.				•
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwait.) De Toni	•			
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh				•
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Kuetz. (Raben.)				•
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehren.) W.Smith	•			•
» <i>Navicula aerophila</i> Krasske				•
<i>Navicula contenta</i> Grun.		•		•

takson / <i>taxon</i>	vzorčno mesto / <i>sampling post</i>			
	betonski zid / <i>concrete wall</i>	kamniti zid / <i>stony wall</i>	deblo / <i>tree trunk</i>	apnenčasta skala / <i>limestone rock</i>
<i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i> Kuetz.				•
✕ <i>Navicula nivalis</i> Ehren.		•		•
<i>Navicula</i> sp.	•	•		
✕ <i>Navicula suecorum</i> var. <i>dismutica</i> (Hust.) Lan.-Bert.		•		
<i>Navicula veneta</i> Kuetz.				•
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.				•
<i>Orthoseira roeseana</i> (Raben.) OMeara		•		•
<i>Pinnularia borealis</i> Ehren.		•		
CHLOROPHYTA				
CHLOROPHYCEAE				
<i>Chlorella</i> sp.			•	
<i>Gloeocystis vesiculosa</i> Naegeli				•
<i>Keratococcus caudatus</i> (Hansg.) Pascher				•
<i>Klebsormidium flaccidum</i> (Kuetz) Silva, Mattox & Black.	•			•
<i>Pleurococcus vulgaris</i> Naegeli	•	•	•	•
<i>Trentepohlia aurea</i> (L.) Martius		•		•

✕ novi taksoni za Slovenijo

✕ taxons new to Slovenia



Slika 1: Sestava alg po razredih na betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali v letih 1999 in 2000.
 Figure 1: Algal structure by classes from concrete wall, stony wall, tree trunk and limestone rock in the years 1999 and 2000.

Povzetek

V nalogi sem raziskovala kopenske alge na štirih različnih vzorčnih mestih: betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (*Tilia platyphyllos*). Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo združb na zgoraj naštetih vzorčnih mestih v letih 1999 in 2000. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu sem opravila štiri vzorčenja, na apnenčasti skali pa pet. V laboratoriju sem vzorce alg 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.

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 58 različnih vrst in podvrst alg iz treh razredov alg, od tega na betonskem zidu 14, na kamnitem zidu 12, na deblu 9 in na apnenčasti skali 37. Na betonskem zidu in deblu so po številu vrst prevladovali Cyanophyceae, na kamnitem zidu in apnenčasti skali pa Bacillariophyceae. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu se je v vseh vzorcih pojavljala vrsta *Pleurococcus vulgaris*, ki je bila tudi prevladujoča. Na kamnitem zidu sta bili v vseh vzorcih ugotovljeni še *Navicula contenta* in *Navicula suecorum* var. *dismutica*. Na apnenčasti skali pa sta se v vseh vzorcih pojavljali vrsti *Navicula contenta* in *Trentepohlia aurea*.

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 8 novih vrst in podvrst alg za Slovenijo, od tega na betonskem zidu in deblu lipe po 1, na kamnitem zidu 3 in na apnenčasti skali 6 novih vrst in podvrst.

Zahvala

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

Abstract

Aerial algae study was carried out at four different aerial sampling posts: concrete wall, stony wall, limestone rock and trunk of the lime tree (*Tilia platyphyllos*). The purpose of the investigation was to establish qualitative species structure at the enumerated sampling posts in the years 1999 and 2000. Four samples of aerial algae were taken from the concrete wall, stony wall and trunk of the lime tree and five samples from the limestone rock. 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).

Altogether, 58 species and subspecies of algae (of three classes) were determined, 14 of which were from the concrete wall, 12 from the stony wall, 9 from the trunk of the tree and 37 from the limestone rock. The majority of those on the concrete wall and the trunk of the lime tree belonged to Cyanophyceae, while most of those on the stony wall and the limestone rock belonged to Bacillariophyceae. In all samples from the concrete wall, stony wall and trunk of the tree, *Pleurococcus vulgaris* was determined, which was also the most frequent species. In all stony wall samples, *Navicula*

contenta and *Navicula suecorum* var. *dismutica* were also determined. *Navicula contenta* and *Trentepohlia aurea* were determined in all five limestone rock samples.

At all four aerial sampling sites, 8 species and subspecies new to Slovenia were determined, i.e. 1 from the concrete wall, 1 from the tree trunk, 3 from the stony wall and 6 from the limestone rock.

Literatura

- 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): Kľuč na určovanie nerozkonarených vláknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Slovenska botanická spoločnosť pri SAV, Bratislava, 73 pp.
- Johansen J.R., Rushforth S.R., Orbendorfer R., Fungladda N., Grimes J.A. (1983): The algal flora of selected wet walls in Zion National park, Utah, USA. In: Nova Hedwigia, Band XXXVIII, J. Cramer, Braunschweig, pp.765-808.
- Johansen J.R. (1999): Diatoms of aerial habitats. In: The diatoms: applications for the environmental and earth sciences, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 213-264.
- 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.
- Lazar J. (1975): Razširjenost sladkovodnih alg v Sloveniji. SAZU, Ljubljana, 81 pp.
- Round F.E. (1973): The biology of the algae, 2. edition. Edward Arnold, London, 278 pp.
- Starmach K. (1966): Flora słodkowodna polski, Cyanophyta-Sinice, Glauciphyta - Glaukofity, Tom 2. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 808 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. (1985): Sladkovodne alge, ali jih poznamo. Ljubljana, 117 pp.

Perla carantana - a new species of the genus *Perla* (Plecoptera: Perlidae) from Austria and Slovenia

Ignac Sivec¹ & Wolfram Graf²

¹Slovenian Museum of Natural History, Prešernova 20, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, E-mail: isivec@pms-lj.si

²BOKU – University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Dept. of Hydrobiology, Max-Emanuelstr. 17, A-1180 Vienna, Austria, E-mail: grafwolf@edv1.boku.ac.at

Abstract. Members of the genus *Perla* are the largest, and amongst the most endangered European stonefly species. During a revisionary study of this genus, a new species was discovered at several localities in Austria and Slovenia; *Perla carantana* was named after Carantania, a 7th - 11th century political unit within the territories of Austria and Slovenia. Adults and larvae are nearly indistinguishable from the sympatric species, *Perla burmeisteriana* Claassen, but the two species can be clearly distinguished on the basis of egg chorion morphology.

Keywords: Plecoptera, *Perla*, new species, Austria, Slovenia

Izveček. *Perla carantana* - nova vrsta iz rodu *Perla* (Plecoptera: Perlidae) iz Avstrije in Slovenije -

Vrste iz rodu *Perla* sodijo med največje, a tudi najbolj ogrožene predstavnice vrbnic. Pri podrobni obdelavi rodu *Perla* smo našli novo, do sedaj še neopisano vrsto, z več lokalitet v Avstriji in Sloveniji. Vrsto smo poimenovali po Karantaniji, ki je nekoč (7-11 stoletje) obsegala tudi ozemlje današnje Avstrije in Slovenije. Odrasli osebki in tudi ličinke so zelo podobni vrsti *Perla burmeisteriana* Claassen, ki živi na istem območju. Najbolj zanesljivo se vrsti razlikujeta po obliki in strukturi površine jajc.

Ključne besede: Plecoptera, vrbnice, *Perla*, opis nove vrste, Avstrija, Slovenija

Introduction

Members of the genus *Perla* are the largest European stoneflies and the genus name is the oldest still in use for a group of stonefly species. In the Illies catalogue (1966) nearly 300 species were assigned to the genus, but Sivec et al. (1988) reduced this number to only eight species found from Britain and Ireland, through the circum-Mediterranean region of Europe and North Africa to the Caucasus and Iran. Taxonomy of the genus has never been studied in detail, but four species names proposed more than a century ago have been applied, with varying accuracy, to the complex of species found in Central Europe.

The present investigation grew out of an attempt to identify new material collected in the Balkans and Turkey and an effort to construct a reliable larval key for the genus. Earlier results (Sivec & Stark 2002) support recognition of a minimum of 12 *Perla* species, including two that had previously been undescribed, and suggest that the only consistently reliable character for species recognition in the genus is egg chorionic detail.

Surprisingly, several specimens were found among recently collected or older museum material from Austria and Slovenia, completely within the range of *P. burmeisteriana*, which have a distinct egg and are therefore recognized as a new species.

Specimens used in this study were made available from the following museums and other institutions. Abbreviations are used with specimen data to indicate the sources of material: University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU); National History Museum, Vienna (NHMV); National Museum, Prague (NMP); Slovenian Museum of Natural History, Ljubljana (PMSL).

***Perla carantana* sp. nov. (Figs. 1-11)**

Perla sp. nov. - Sivec & Stark (2002), Scopolia 49: 10 figs. 16-18.

Material: male holotype, Slovenia: river Iška, Ig, 300 m (PMSL); paratypes: Austria Carinthia: 1 male, 1 female, Wölfnitz at Wölfnitz near Klagenfurt, 454 m, 14.5.2001; 1 male, 1 female, 4.5.2001; 21 larvae, 2 exuvia, 30.3.2002; 4 females, 15.5.1999, leg. M. Konar; 2 males, 1 female, Lammeraubach at Lammerau, Lower Austria, 392 m, 8.5.1999; 2 males, 2 females, Moosgraben, Vienna, 296 m, 14.5.2002; 3 males, Halterbach, Vienna, 270 m, 19.5.1994; 1 female, 1.5. 1995; 1 male, 1 female, 2 exuviae, Kasgraben, Vienna, 254 m, 20.5.2001; 1 female, Mauerbach at Mauerbach, Lower Austria, 274 m, 19.5.2001; 1 larva, 15.4.2001; 1 larva, Grosse Tulln at Abstetten, Lower Austria, 190 m, 11.4.1961, leg. Pomeisl (NHMV); 1 female, Purbach, NE Baden, Lower Austria, 330 m, 24.5.1994, leg. O. Moog (all Austrian material, except material from NHMV, is deposited at the second author's collection); Slovenia: 1 female, Ljubljana, 300 m, 18.5.1889 (NMP); 1 female, Iška, Ig, 300 m, 2.5.1989; 4 larvae, Gabrje, 310 m, 23.4.1986; 1 female, Velike Bloke, 730 m, May 1974; 2 larvae, river Mirna, 22.4.1986; 3 female, Ljubljansko Barje, May 1967 (Slovenian material, except Prague specimen is deposited at PMSL).

Description

Midsized to larger species, uniformly dark brown coloured. Length of forewings in males 18 mm, females 25 mm. Wings normally developed, brownish coloured with dark brown venation. Occipital area of head, callosities and M-line pale, rest of head dark brown (Fig. 4). Femora and tarsi dark brown, tibiae paler except proximal and distal parts. Antennae uniformly brown, palpi paler, cerci dark brown.

Male genitalia: Abdominal segment 9 and 10 of the typical *Perla* type (Figs. 1-3). Hemiterga similar in shape to those of *P. burmeisteriana*, not as simple and straight as those of *P. pallida*, and not so strongly curved as those of *P. marginata*. Penis (Fig. 5) indistinguishable from *P. burmeisteriana*.

Female genitalia: Subgenital plate small, bilobed (Fig. 6) and indistinguishable from several *Perla* species. Vagina typical of genus.

Egg: Length 0,51-0,54 mm, width 0,28-0,30 mm (Figs. 7-8). Collar short (0,02-0,03 mm long and 0,10-0,12 mm wide). Circumference of collar with about 12 irregular thick ribs extending from rim and continuous with follicle cell impressions of egg body. Collar and chorionic surface perforations in the follicle cell impressions of the same type as in *P. burmeisteriana* but the two are clearly distinct. Chorion covered throughout with a coarse lattice of raised follicle cell impression walls surrounding a finely pitted floor. Cell impression shape irregularly hexagonal and size varies from about 0,017-0,029 mm in inner diameter. Micropyles set in follicle cell impressions about 0,17-0,24 mm from pole.

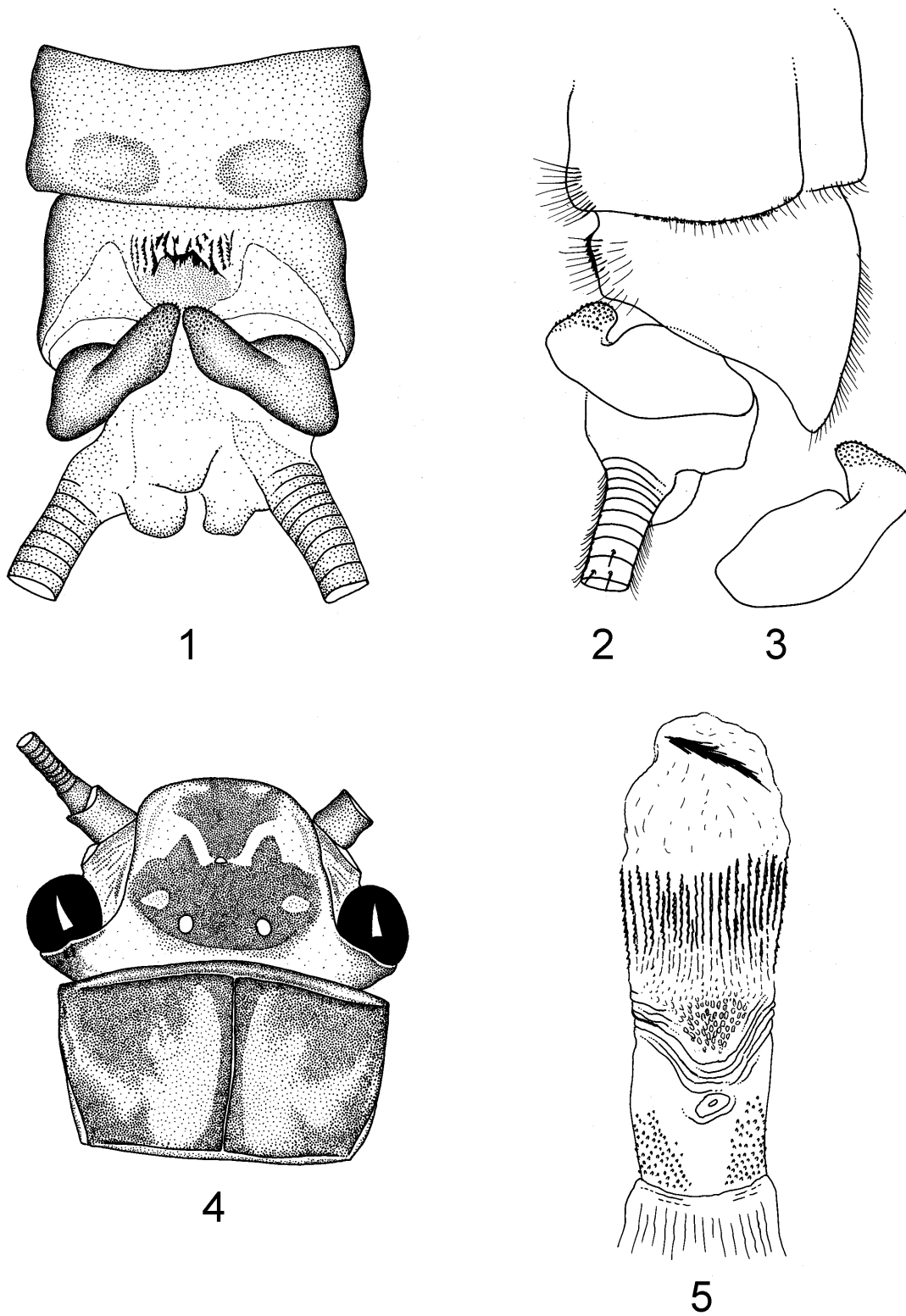
Orifices of micropyles with thin raised rims.

For detail comparison of egg structures with other species see in Sivec & Stark (2002).

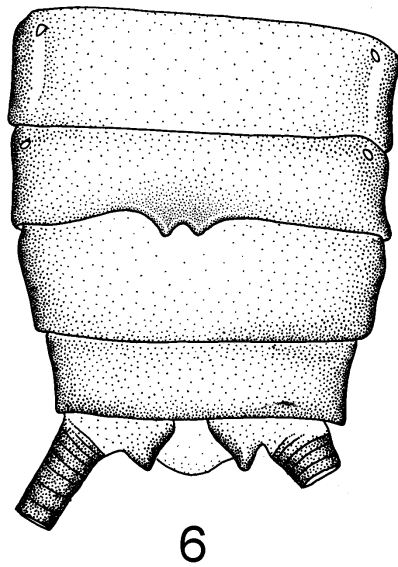
Larva: Similar in colour pattern to larva of *P. burmeisteriana* (Figs. 9-11).

Etymology

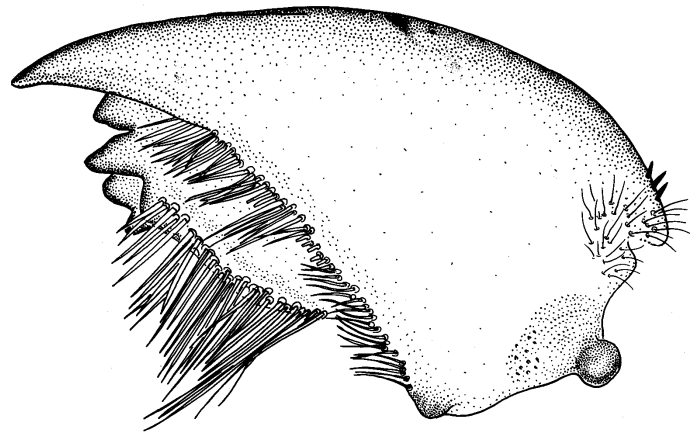
The species name is based on the historical-territorial unit of the 7th-11th centuries in the area of present day Carinthia in Austria and Slovenia, and is used as a noun in apposition.



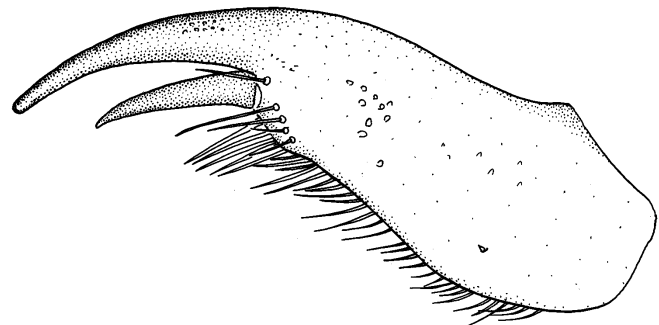
Figures: 1. Male terminalia, dorsal; 2. Male terminalia, lateral; 3. Hemitergite; 4. Head and pronotum; 5. Penis.



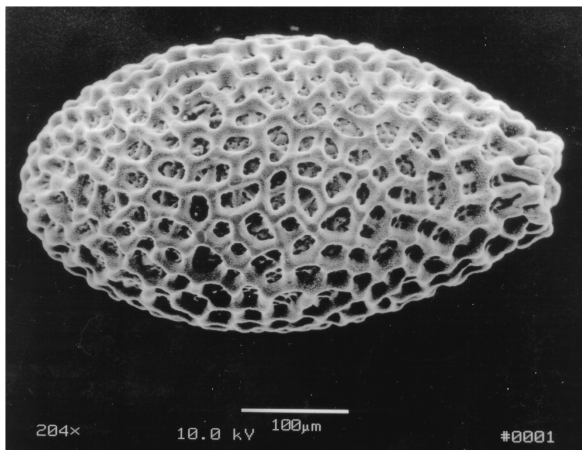
6



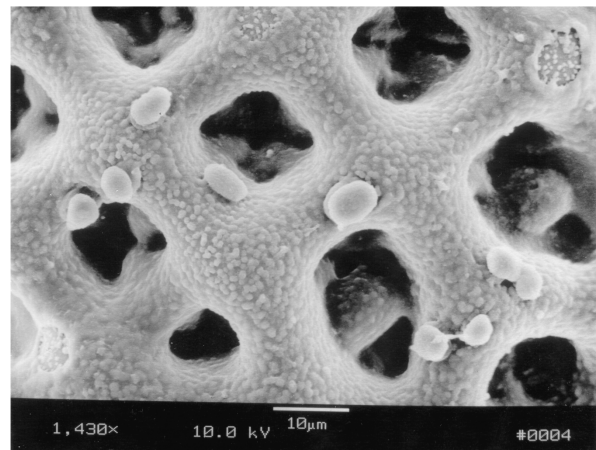
10



11



7



8

Figures: 6. Female terminalia, ventral; 7.-8. SEM photomicrographs of egg: egg lateral, 204x (7); detail of chorion, 1430x (8); 10. Right mandible, ventral; 11. Right lacinia, ventral.

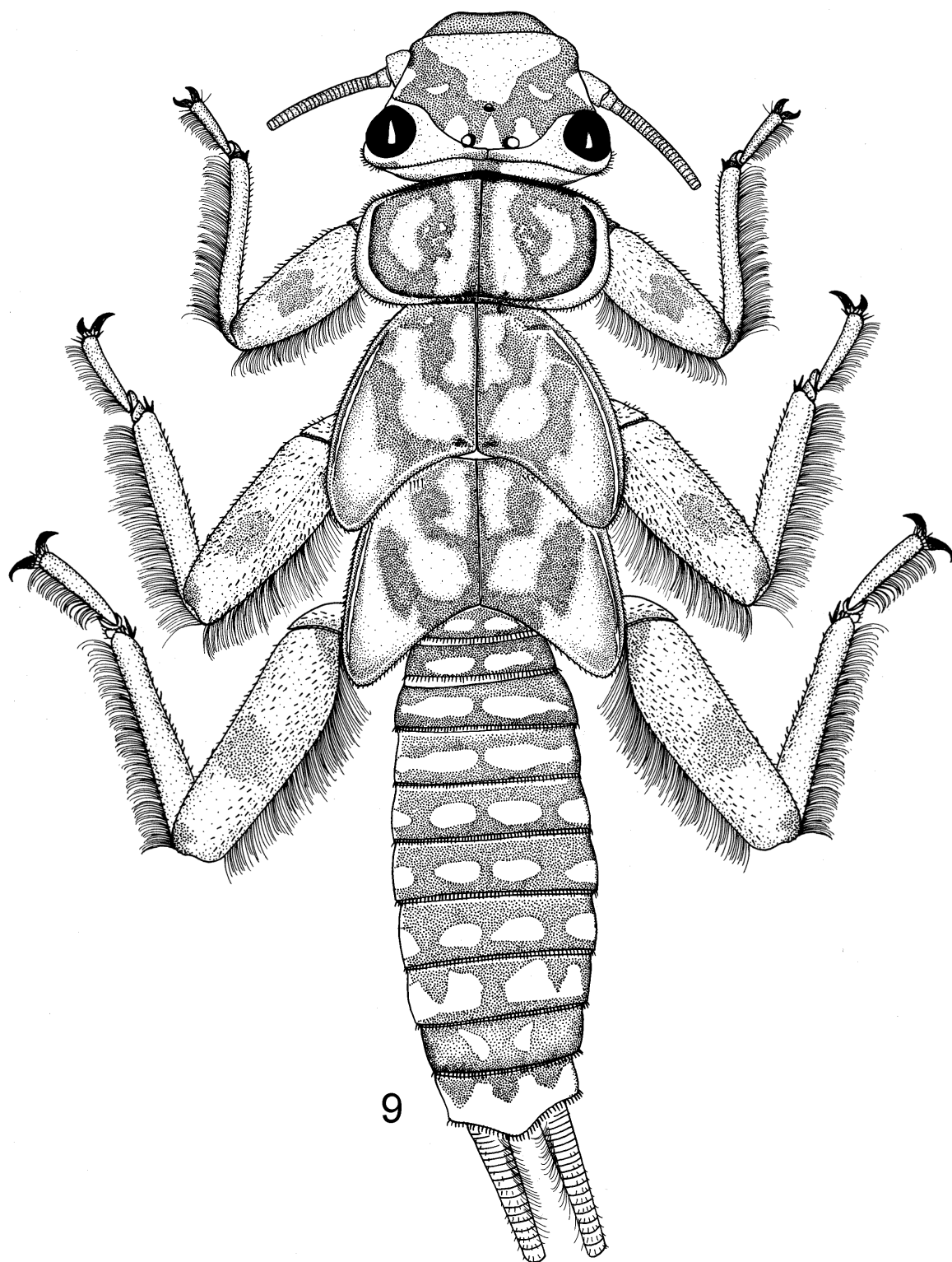


Figure: 9. Habitus of larva

Comments

A closely related species, *P. burmeisteriana*, is widely distributed in Europe and also recorded in North Africa. In Europe *P. burmeisteriana* is reported from the general area bounded by Spain, Netherlands and Luxemburg to the Carpathian Mountains, Macedonia and Montenegro. The type locality is in Germany and there is a clinal variation in egg morphology toward the southeast. Reports of this species further to the east are suspect because a different species in the complex, *P. zwicki* (Sivec & Stark 2002) is reported from Turkey.

Perla carantana is known from several localities in Austria and Slovenia within the general distribution range of *P. burmeisteriana*, but that species, now nearly extinct, inhabits larger streams and rivers and the new species occurs in smaller streams.

Despite being the largest European stoneflies, taxonomy of genus *Perla* is still insecure. General morphology of most species is very similar making identifications tenuous. Further studies, especially those utilizing techniques of behavioral and molecular investigations, are needed to bring us to a better understanding of the species relationships and boundaries in this important genus.

Acknowledgements

We thank Pavel Chwojka (National Museum, Prague), Michael Sartori (Musée Zoologique, Lausanne), Peter Zwick (Limnologische Flusstation, Schlitz), Otto Moog and Astrid Schmidt-Kloiber (University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna), Urike Aspöck (National History Museum, Vienna), and Max Konar (Kärntner Institut für Seenforschung, Klagenfurt) for the loan of comparative material. We thank also to Bill P. Stark for SEM study of eggs, and linguistic help in the manuscript.

Povzetek

Rod *Perla* je najstarejše rodovno ime za vrbnice, s katerim je bilo imenovanih skoraj 300 vrst vrbnic kot jih navaja katalog Illiesa (1966). Čeprav sodijo med največje predstavnike evropskih vrbnic, so sistematski položaj in sorodnost posameznih vrst ter njihova razširjenost še vse prej kot jasna. Študija Sivec et al. (1988) je v okviru rodu omejila število na 8 vrst, ki so razširjene od Irske in Britanije na severu ter Španije na zahodu do Kavkaza in Irana na vzhodu. Podrobnejša študija tega rodu (Sivec & Stark 2002) je pokazala, da rod obsega najmanj 12 vrst, med katerimi je več do sedaj še neopisanih vrst.

V tem delu predstavljamo podroben opis vrste iz skupine *Perla burmeisteriana*. Tipična oblika te vrste, ki je bila opisana iz Nemčije, živi tudi na območju Avstrije in Slovenije. Tukaj smo na več lokalitetah našli ozko sorodno vrsto, ki smo jo poimenovali po Karantaniji, zgodovinski kneževini, ki je od 7-11 stoletja obstajala tudi na ozemlju današnje Avstrije in Slovenije. Predstavljamo opis in ilustracije odraslih osebkov in ličinke, ki se zelo malo razlikujejo od ozko sorodne vrste *P. burmeisteriana*. Tako kot pri drugih vrstah iz rodu *Perla* sta najbolj zanesljiva znaka za ločevanje posameznih vrst oblika in struktura površine jajc. Ker pri predstavnikih iz rodu *Perla* dobimo povsem razvita jajca že pri popolnoma odraslih ličinkah to lahko precej olajša identifikacijo posameznih vrst. Ličinke najdemo mnogo lažje kakor odrasle osebkke.

To je zelo pomembno, saj so predstavniki iz rodu *Perla* kot ene najbolj ogroženih vodnih žuželk, pomembni kot indikatorski organizmi pri ocenjevanju onesnaženosti in kvalitete tekočih voda.

Literatura

- Aubert J. (1959): Plecoptera. Insecta Helvetica, Fauna 1: 1-140.
- Burmeister H.C.C. (1839): Handbuch der Entomologie, Plecoptera. Berlin, 2(2): 863-881.
- Illies J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera. In: Dahl (Ed.), *Tierwelt Deutschlands*, 43: 1-150.
- Klapálek F. (1907a): Die europäischen Arten der Gattung *Perla* Geoffr. *Bull. internat. Acad. Sci. Bohême (Sci. math.-nat.)*, Praha 12: 117-138.
- Klapálek F. (1907b): Evropské druhy rodu *Perla* Geoffr. *Rozpravi České Akad., Praha* (2) 16(16): 1-25.
- Illies J. (1966): Katalog der rezenten Plecoptera. *Das Tierreich* 82: I-XXX, 1-632.
- Sivec I., Stark B.P., Uchida S. (1988): Synopsis of the world genera of Perlinae (Plecoptera: Perlidae). *Scopelia* 16: 1-66.
- Sivec I., Stark B.P. (2002): The Species of *Perla* (Plecoptera: Perlidae): Evidence from Egg Morphology. *Scopelia* 49: 1-33.
- Zwick P. (1971a): Die Plecopteren Pictets und Burmeisters, mit Angaben über weitere Arten (Insecta). *Revue Suisse de Zoologie* 78: 1123-1194.
- Zwick P. (1971b): Plecoptera aus Anatolien und benachbarten Gebieten. *Mitt. schweiz. ent. Ges., Lausanne* 44: 233-264.
- Zwick P. (1973): Insecta: Plecoptera, phylogenetisches System und Katalog. *Das Tierreich* 94: I-XXXII, 1-465.

Kolonija velikega podkovnjaka *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) v jami Lobašgrote blizu Kočevja

Primož Presetnik¹ & Martina Bergant²

¹Tolstojeva 9/b, 1113 Ljubljana, Slovenija, E-mail: primoz.presetnik@s5.net

²Motnik 37, 1221 Motnik, Slovenija, E-mail: martina.bergant@email.si

Izvleček. V prispevku so podana poletna in zimska opažanja velikih podkovnjakov *Rhinolophus ferrumequinum* v jami Lobašgrote pri Črnem potoku blizu Kočevja. V jami je sedmo znano mesto porodniške kolonije te vrste netopirjev v Sloveniji.

Ključne besede: netopirji, veliki podkovnjak, porodniška kolonija, prezimovališče, jama, Kočevje

Abstract. OBSERVATIONS OF THE GREATER HORSESHOE BAT RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM MATERNITY COLONY IN THE LOBAŠGROTE CAVE NEAR KOČEVJE (SOUTH SLOVENIA) - Observations on the greater horseshoe bat roosting site in this cave are reported. Lobašgrote contains the seventh known maternity colony of the greater horseshoe bat in Slovenia and also serves as a hibernaculum.

Keywords: Key words: Chiroptera, *Rhinolophus ferrumequinum*, maternity colony, hibernaculum, cave, Kočevje, Slovenia

Uvod

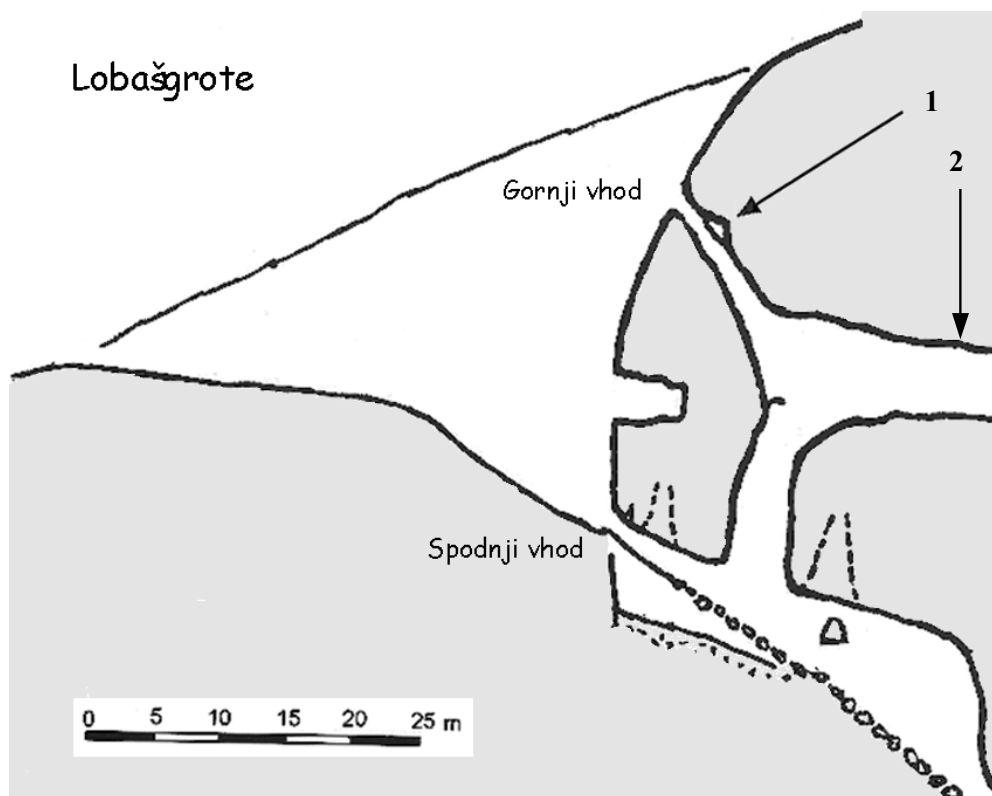
Veliki podkovnjak je, razen v gorskem svetu, v Sloveniji splošno razširjen (Kryštufek 1991). Večina podatkov temelji na najdbah posameznih osebkov, opažanja skupin brejih ali že doječih netopirk - (porodniške kolonije) pa so redke. Kryštufek (1990) kot taka mesta navaja Osapsko jamo in še eno lokaliteto na Kraškem robu. O obstoju dodatne porodniške kolonije v zahodni Slovenije poročata ustno N. Aupič in K. Koselj. Na Dolenjskem je Hudoklin (1999) opazoval porodniške kolonije velikih podkovnjakov v jamah Jazbina in Luknja pod Gradom. Velika kolonija je bila opažena tudi na podstrehi cerkve Sveti Duh v Črnomlju (Kryštufek 1997). Tam

smo netopirke z mladiči opazovali že 29. junija 2002 (N. Aupič & P. Presetnik, neobjavljeni podatki).

Na pojavljanje prisotnost večje vrste netopirjev v jami Lobašgrote so nas opozorili jamarji.

Opis jame

Jama Lobašgrote leži južno od naselja Črni potok pri Kočevju. Z dvema vhomoma se odpira v severnem pobočju z bukvami in javorji poraščenega hriba Skortna. Zgornji teže dostopni vhod leži na nadmorski višini 555 m, spodnji pa približno 22 m niže (Sl. 1). Jamo sestavljata dve etaži, ki sta med seboj povezani z nekaj brezni.



Slika 1: Položaj vhodnih delov Lobašgrote (prirejeno po Lajovic 1998): 1 - mesto porodniške kolonije in 2 - mesto prezimovanja velikih podkovnjakov.

Figure 1: Plan of the entrance parts to the Lobašgrote cave (after Lajovic 1998): 1 - position of the greater horseshoe bat maternity colony; 2- position of bats during hibernation.

Rezultati in razprava

Dne 25. julija 2002 sva med pregledom prostorov Lobašgrote v zgornjem vhodnem rovu (Sl. 1) videla najmanj 40 budnih ali letajočih velikih podkovnjakov. Z ultrazvočnim detektorjem (tip Petterson D 200) so bili jasno slišni ultrazvočni klici na frekvenci 83 kHz, ki so značilni za to vrsto podkovnjaka (Ahlen 1990). Dne 23. novembra 2002 sva globlje v gornji etaži (Sl. 1) opazovala najmanj 140 otrplih velikih podkovnjakov, stiskajočih se v nekaj velikih gručah.

Prve omembe netopirjev v jami zasledimo v zapisnikih jamarskih ekskurzij. Erič & Bukovec (1986) omenjata kolonijo "netopirjev" v galeriji nad zgornjim vhodom, ki sta jo opazovala 9.11.1985. Približno 50 osebkov netopirjev je 13.12.1997 in 3. ter 6. januarja 1998 v zgornji etaži, ca. 20 m od vhodnega brezna, opazoval tudi Lajovic (1998). Čekada (2002) poroča o najmanj 20 podkovnjakih, ki jih je 30.6.2002 opazoval blizu zgornjega vhoda, vendar zaradi oddaljenosti ni mogel natančno določiti opazovane vrste.

Netopirji so se tudi ob našem prvem obisku zadrževali blizu vhoda in nad navpičnim breznom (Sl. 1), kar je značilno mesto rodniških kolonij velikega podkovnjaka (Ransome & Hutson 1999). Takšni deli jam namreč omogočajo akumulacijo zunanje toplote in oddane telesne toplote netopirjev. Zato so primerni za kotitev in vzrejanje mladičev velikih podkovnjakov. Medtem ko je večina netopirjev visela posamično, sva opazila tudi dva ločena, stiskajoča se para netopirjev, verjetno samici z njunima mladičema. Glede na najino opazovanje in datum opazovanja Čekade (2002) sklepava, da veliki podkovnjaki v jami Lobašgrote oblikujejo rodniško kolonijo. Lobašgrote je sedaj sedmo znano mesto razmnoževanja velikih podkovnjakov v Sloveniji. Veliki podkovnjaki v jami tudi prezimujejo.

Motnje netopirjev, ki jih povzročajo redki obiskovalci jame, za sedaj verjetno ne ogrožajo preživetja kolonije. Pa vendar Čekada (2002) za vstop v jamo priporoča uporabo spodnjega vhoda. Veliki podkovnjak je na rdečem seznamu (Uradni list RS 12/82) uvrščen med prizadete vrste (E), zato bi morali jamo Lobašgrote vsekakor predlagati tudi za zaščito v okviru mreže Natura 2000.

Zahvala

Pri drugem pregledu so sodelovali Andrej Hudoklin in člani Društva za raziskovanje jam Ljubljana. Nataša Aupič in Klemen Koselj sta nama dovolila, da uporabiva njune še neobjavljene podatke. Jamarska zveza Slovenije je dovolila uporabo katastra jam. Društvo študentov biologije je posodilo ultrazvočni detektor. K ogledu jame sta naju spodbudila Aleš Lajovic in Miha Čekada (JK Železničar).

Summary

Examination of the Lobašgrote cave on 25th July 2002 confirmed previous reports by speleologists that the cave sheltered substantial numbers of bats. During our visit, at least 40 specimens of the greater horseshoe bats were counted. Bats occupied vertical blind dome near the cave upper entrance (Fig. 1), which is a characteristic position for the greater horseshoe bat maternity colonies (Ransome & Hutson 1999). Our observations, together with those made by Čekada (2002) on 30th June 2002, suggest that the species uses the cave as a maternity colony. So far, the Lobašgrote cave is the seventh known maternity roost of the greater horseshoe bat in Slovenia. Observation of at least 140 hibernating greater horseshoe bats on 23rd November 2002 confirmed that the cave is used by the species as a hibernaculum as well. We believe that the Lobašgrote cave should be given the status of a Special Area of Conservation.

Viri

- Ahlén I. (1990): Identification of bats in flight. Swedish Society for Conservation of Nature, Stockholm. 50 pp.
- Erič M., Bukovec T. (1986): Lobašgrote. Zapisnik ekskurzije 9.11.1985. Jamarski klub Novo mesto. Kataster jam Jamarske zveze Slovenije, Ljubljana, 4 pp.
- Čekada M. (2002): Lobašgrote. Zapisnik ekskurzije 30.6.2002. Jamarski klub Železničar. Kataster jam Jamarske zveze Slovenije, Ljubljana, 1 pp.
- Hudoklin A. (1999): Letna dinamika pojavljanja podkovnjakov (*Rhinolophus* spp.) v nekaterih jamah na Dolenjskem. Annales, Analiza istrske in mediteranske študije 9 (2): 323-328.
- Kryštufek, B. (1990): Sesalci (Mammalia). In: Bole, J., A. Brancelj, J. Carnelutti, D. Devetak, B. Drovenik, A. Gogala, B. Horvat, I. Kos, C. Krušnik, B. Kryštufek, N. Mršič, T. Novak, F. Potočnik, I. Sivec, L. Slana, R. Slapnik, P. Tonkli, D. Tome & M. Žerdin / Krušnik C (ed.). Inventarizacija in topografija favne na območju kraškega roba in območju Veli Badanj-Krog (končno poročilo). Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Ljubljana: 143-153.
- Kryštufek B. (1991): Sesalci Slovenije. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana: 65-66.

- Kryštufek B. (1997): Inventarizacija favne sesalcev na Kočevskem (poročilo). Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana.
- Lajovic A. (1998): Lobašgrote. Zapisnik ekskurzij 13.12.1997, 3.1. in 6.1.1998. Jamarski klub Železničar. Kataster jam Jamarske zveze Slovenije, Ljubljana, 4 pp.
- Ransome R.D., Hudson A.M. (1999): Revised action plan for conservation of the great horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Europe, Report to the Council of Europe: 48 pp.
- Uradni list RS (2002): Pravilnik o razvrstitvi rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam, Uradni list Republike Slovenije (24.9.2002) 12 (82): 8894 - 8976.

NAVODILA AVTORJEM

NATURA SLOVENIAE objavlja izvirne prispevke, ki imajo za ozadje terensko delo s področja biologije in/ali prispevajo k poznavanju favne in flore Slovenije. Prispevki so lahko v obliki znanstvenih člankov ali kratkih notic.

Znanstveni članek je celovit opis izvirne raziskave in vključuje teoretično ozadje tematike, območje raziskav in metode uporabljene pri delu, podrobno predstavljene rezultate in diskusijo, sklepe ter pregled literature. Dolžina naj ne presega 20 strani.

Kratka notica je izvirni prispevek, ki ne vsebuje podrobnega teoretičnega pregleda. Njen namen je seznaniti bralca z delnimi ali preliminarnimi rezultati raziskave. Dolžina naj ne presega 5 strani.

Vsi prispevki bodo recenzirani. Avtorji lahko v spremnem dopisu sami predlagajo recenzente, kljub temu pa urednik lahko izbere tudi kakšnega drugega recenzenta. Recenziran članek popravi avtor oz. avtorji sami. Po objavi prejme prvi avtor vsakega prispevka brezplačno 50 separatov. V primeru zavrnitve se originalne materiale skupaj z obrazložitvijo glavnega urednika vrne prvemu avtorju.

Prispevki, objavljeni v reviji *Natura Sloveniae*, ne smejo biti predhodno objavljeni ali sočasno predloženi in objavljeni v drugih revijah ali kongresnih publikacijah. Avtorji se s predložitvijo prispevkov strinjajo, da ob njihovi potrditvi, ti postanejo last revije.

Prispevke lahko oddate na naslov *Natura Sloveniae*, Oddelek za biologijo Univerze v Ljubljani, Večna pot 111, 1111 Ljubljana, Slovenija, (telefon: (01) 423 33 88, E-mail: rok.kostanjsek@uni-lj.si).

FORMAT IN OBLIKA PRISPEVKA

Prispevki naj bodo napisani v programu Word for Windows, v pisavi "Times New Roman CE 12", z levo poravnavo in 3 cm robovi na A4 formatu. Med vrsticami naj bo dvojni razmak, med odstavki pa prazna vrstica. Naslov prispevka in naslovi posameznih poglavij naj bodo natisnjeni krepko v velikosti pisave 14. Latinska imena rodov in vrst morajo biti pisana ležeče. Uredniku je potrebno prispevek oddati v dveh izvodih, ter na priloženi 3.5"disketi (1.44 Mb) v Rich text formatu (.rtf).

Naslov prispevka (v slovenskem in angleškem jeziku) mora biti informativen, jasen in kratek. Naslovu naj sledijo celotna imena avtorjev in njihovi naslovi (po možnosti tudi E-mail naslovi).

Izvleček v slovenskem jeziku mora na kratko predstaviti namen, metode, rezultate in zaključke. Dolžina izvlečka naj ne presega 200 besed za znanstveni članek oziroma 100 besed za kratko notico. Pod izvlečkom naj bodo ključne besede, ki predstavljajo področje raziskave. Njihovo število naj ne bo večje od 10. Sledi abstract in key words v angleškem jeziku, za katere velja enako kot za izvleček in ključne besede.

Glavnina prispevka naj bo pisana v slovenskem ali angleškem jeziku. Prispevek, ki je pisan v slovenskem

jeziku mora vsebovati obširnejši angleški povzetek-*summary*, prispevek pisan v angleškem jeziku pa obširnejši slovenski povzetek (200-500 besed).

SLIKE IN TABELE

Skupno število slik in tabel v prispevku naj ne bo večje od 10, njihovo mesto naj bo v članku nedvoumno označeno. Posamezne tabele z legendami naj bodo na ločenih listih. Naslovi tabel naj bodo nad njimi, naslovi slik in fotografij pa pod njimi. Naslovi in legenda slik in tabel naj bodo v slovenskem in angleškem jeziku. Pri navajanju slik in tabel v tekstu uporabljajte okrajšave (npr. angl: Tab. 1 ali Tabs. 1-2, Fig. 1 ali Figs. 1-2 in slo.: Tab. 1 in Sl. 1).

NAVAJANJE LITERATURE

Navajanje literature v besedilu mora biti na ustreznem mestu. Kadar citiramo enega avtorja, pišemo Schultz (1987) ali (Schultz 1987), če sta avtorja dva (Parry & Brown 1959) in če je avtorjev več (Lubin et al. 1978). Kadar navajamo citat večih del hkrati, pišemo (Ward 1991, Pace 1992, Amman 1998). V primeru, ko citiramo več del istega avtorja objavljenih v istem letu, posamezno del označimo s črkami (Lucas 1988a, b). Literatura naj bo urejena po abecednem redu.

Primeri:

- članke iz revij citiramo:

Schultz J.W. (1987): The origin of the spinning apparatuses in spiders. *Biol. Rev.* 62: 123-134.

Parry D.A., Brown R.H.J. (1959): The hydraulic mechanism of the spider leg. *J. exp. Biol.* 36: 654-657.

Lubin Y.D., Eberhard W.G., Montgomery G.G. (1978): Webs of *Miagrammopes* (Araneae: Araneidae) in the neotropics. *Psyche* 85: 1-13.

Lucas S. (1988a): Spiders in Brasil. *Toxicon* 26: 759-766.

Lucas S. (1988b): Spiders and their silks. *Discovery* 25: 1-4.

- knjige, poglavja iz knjig, poročila, kongresne povzetke citiramo:

Foelix R.F. (1996): Biology of spiders, 2. edition. Harvard University Press, London, pp. 155-162.

Nentwig W., Heimer S. (1987): Ecological aspects of spider webs. In: Nentwig W. (Ed.), *Ecophysiology of Spiders*. Springer Verlag, Berlin, 211 pp.

Edmonds D.T. (1997): The contribution of atmospheric water vapour to the formation of a spider's capture web. In: Heimer S. (Ed.), *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*. Oxford Press, London, pp. 35-46.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

NATURA SLOVENIAE publishes original papers in Slovene and English which contribute to the understanding of the natural history of Slovenia. Papers may be submitted as "Scientific Papers" or as "Short Notes".

Scientific Paper is a complete description of the original research including theoretical review, research area, methods, detailed presentation of the results obtained and discussion, conclusions and references. The length of the Scientific Paper may not exceed twenty (20) pages.

Short Note is an original paper without detailed theoretical review. Its purpose is to introduce partial or preliminary results of the research. The length of the Short Note may not exceed five (5) pages.

All papers will be subject to peer review by one referee. Authors are invited to suggest the names of referees, although the editor reserves the right to elect an alternative referee to those suggested. The reviewed paper should be corrected by author or authors themselves. After the publication fifty (50) reprints of each article will be sent to the first-named author free of charge. In the case of the rejection, the original materials will be sent back to the first-named author with the editors explanation.

The submitted papers should not have been previously published and should not be simulatenously submiteed or published elsewhere (in other journals, bulletins or congress publications). By submitting a paper, the authors agree that the copyright for their article is transferred to the publisher if and when the article is accepted for publication.

Papers should be submitted to *NATURA SLOVENIAE*, Oddelek za biologijo Univerze v Ljubljani, Večna pot 111, SI-1111 Ljubljana, Slovenia (telephone: ++386 1) 423 33 88, E-mail: rok.kostanjsek@uni-lj.si).

FORMAT AND FORM OF ARTICLES

Papers should be written with Word for Windows using "Times New Roman CE" size 12 font, align left and margins of 3 cm on A4 pages. Double spacing should be used between lines and paragraphs should be separated with a single empty line. The title and chapters should be written bold in font size 14. The latin names of all genera and species must be written italic. Two copies of all submissions should be sent to the editor together with the copy on the 3.5"diskette (1.44 Mb) in Rich text format (.rtf).

Title of paper should be informative, understandable, and concise. The title should be followed by the name(s) and

full adress(es) of the author(s), and if possible E-mail adresse(s).

Abstract must give concize information about the objectives, methods used, results and the conclusions. The abstract length should not exceed 200 words for "Scientific Papers" and 100 words for "Short Notes". There should be no more than ten (10) keywords which must accurately reflect the field of research covered in the paper.

ILLUSTRATIONS AND TABLES

Papers should not exceed a total of ten (10) illustrations and/or tabels, with their positon amongst the text clearly indicated by the author(s). Tables with their legends should be submitted on separate pages. Titles of tables should appear above them, and titles of illustrations and photographs below. Illustrations and tables should be cited shortly in the text (Tab. 1 or Tabs. 1-2, Fig. 1 or Figs. 1-2).

LITERATURE

References should be cited in the text as follows: a single author is cited, as Schultz (1987) or (Schultz 1987); two authors would be (Parry & Brown 1959); if a work of three or more authors is cited, (Lubin et al. 1978); and if the reference appears in several works, (Ward 1991, Pace 1992, Amman 1998). If several works by the same author published in the same year are cited, the individual works are indicated with the added letters a, b, c, etc. (Lucas 1988a, b). The literature should be arranged in alphabetical order.

Examples (use the the following forms):

- articles from journals:

Schultz J.W. (1987): The origin of the spinning aparatures in spiders. *Biol. Rev.* 62: 123-134.

Parry D.A., Brown R.H.J. (1959): The hydraulic mechanyism of the spider leg. *J. exp. Biol.* 36: 654-657.

Lubin Y.D., Eberhard W.G., Montgomery G.G. (1978): Webs of *Miagrammopes* (Araneae: Araneidae) in the neotropics. *Psyche* 85: 1-13.

Lucas S. (1988a): Spiders in Brasil. *Toxicon* 26: 759-766.

Lucas S. (1988b): Spiders and their silks. *Discovery* 25: 1-4.

- for books, chapters from books, reports, and congress anthologies:

Foelix R.F. (1996): Biology of spiders, 2. edition. Harvard University Press, London, pp. 155-162.

Nentwig W., Heimer S. (1987): Ecological aspects of spider webs. In: Nentwig W. (Ed.), *Ecophysiology of Spiders*. Springer Verlag, Berlin, 211 pp.

Edmonds D.T. (1997): The contribution of atmospheric water vapour to the formation of a spider's capture web. In: Heimer S. (Ed.), *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*. Oxford Press, London, pp. 35-46.