

# Fitobentos in kakovost vode v mrtvicah reke Mure

Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ<sup>1</sup> & Damjan BALABANIČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Oddelek za sanitarno inženirstvo, Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena pot 5, SI-1000 Ljubljana; E-mail: aleksandra.krivograd@zf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Inštitut za celulozo in papir, Bogiščiška 8, SI-1000 Ljubljana; E-mail: damjan.balabanic@icp.lj.si

**Izvleček.** Namen naše raziskave je bil ugotoviti vrstno sestavo in pogostost pojavljanja posameznih vrst fitobentosa v izbranih mrtvicah reke Mure ter s pomočjo indikatorskih vrst fitobentosa ugotoviti kakovost vode. Skupno smo v treh mrtvicah reke Mure identificirali 147 taksonov iz petih razredov alg. Po številu identificiranih taksonov so prevladovala kremenaste alge s 117 (80 %) taksoni, sledile so Chlorophyceae z 11 (7 %), cianobakterije z 10 (7 %), Xanthophyceae s sedmimi (5 %) in Euglenophyceae z dvema (1 %) taksonoma. Številčno najbolj zastopana rodova sta bila *Navicula* in *Nitzschia*. V mrtvici Zaton I smo skupno identificirali 37, v mrtvici Zaton II 75 in v mrtvici Mali Bakovci 107 taksonov alg. V izbranih mrtvicah reke Mure smo skupno ugotovili 25 taksonov, ki do sedaj še niso bili znani na območju Slovenije. 19 za Slovenijo novih taksonov pripada razredu kremenastih alg, *Borzia curta* in *Woronichinia robusta* razredu cianobakterij, *Bumilleria klebsiana* in *B. spirotaenia* razredu Xanthophyceae ter *Characium ensiforme* in *Microspora abbreviata* razredu Chlorophyceae. V času raziskav je mrtvica Mure Zaton I spadala v II.-III. kakovostni razred, kar pomeni kritično obremenitev vodnega telesa, mrtvici Mure Zaton II in Mali Bakovci pa v II. kakovostni razred, kar pomeni zmerno obremenjeno vodno telo.

Ključne besede: mrtvice, Mura, fitobentos, kakovost vode

**Abstract. PHYTOBENTHOS AND WATER QUALITY IN THE MURA RIVER'S OXBOWS** – The purpose of our research was to determine species composition and abundance of phytobenthos in the selected Mura River's oxbows, as well as to determine water quality on the basis of indicator phytobenthos species. Altogether, 147 taxa from five algal classes were determined. According to the number of identified taxa, diatoms with 117 (80 %) taxa prevailed, followed by Chlorophyceae with 11 (7 %), Cyanobacteria with 10 (7 %), Xanthophyceae with seven (5 %) and Euglenophyceae with two (1 %) taxa. The most abundant genera were *Navicula* and *Nitzschia*. In the oxbow Zaton I, 37 algal taxa were identified, in the oxbow Zaton II 75, and in the oxbow Mali Bakovci 107. In the selected Mura oxbows, altogether 25 taxa for the first time identified in the territory of Slovenia were determined. 19 taxa new to Slovenia belong to the class of diatoms, *Borzia curta* and *Woronichinia robusta* to the class Cyanobacteria, *Bumilleria klebsiana* and *B. spirotaenia* to the class Xanthophyceae, *Characium ensiforme* and *Microspora abbreviata* to the class Chlorophyceae. According to the results of the Saprobic Index, we can classify the Mura oxbows at sampling site Zaton I into II-III quality class, which means a critical load of the water body, and at sampling site Zaton II and Mali Bakovci into II quality class, which means a moderately polluted water body.

Key words: oxbows, Mura River, phytobenthos, water quality

## Uvod

Mura je značilna nižinska reka, ki s poplavljanjem in stalnim spreminjanjem struge ustvarja mrtvice. Svet ob Muri je bogat z mrtvicami, poplavnimi logi ter močvirskimi travniki. Skupna značilnost ekosistemov ob Muri je njihovo izredno hitro spreminjanje. Gonilni sili sta sezonski ritem poplav in spreminjanje smeri glavne struge. Ob nastajanju novih strug stari rokavi postopoma izgubijo stik z matico. Rečni nanosi jih zasujejo najprej na zgornji, nato pa še na spodnji strani. Tako nastane rečno jezero ali mrtvica (Jež & Skoberne 1986). Koliko je pravzaprav rečnih jezer oziroma mrtvic, ločenih od reke in stranskih rokavov, lahko le ocenimo. Vsaj 30 jih je, ki nosijo svoja imena in so po njih tudi poznana. Primer je rečno jezero Jula Marof, ki je dobilo ime po rodbini Marof. Mrtvica Orlovšček (tudi Orlovščak) je dobila ime po istoimenskem logu, podobno kot tudi mrtvica Muriša. Precej mrtvic ima tudi madžarska imena, na primer mrtvice Szent Kiralj (Sveti kralj) v Muriši, rečni rokav Věrki Berek (Potok) ali Tóka (Stoječa voda; Voda, ki stoji). Mnoge mrtvice in rokavi nosijo imena kar po bližnjem kraju, na primer Petišovsko jezero po kraju Petišovci; nekaj pa jih je sploh brez imen (Firbas 2002). Beseda zaton pomeni stranske rokave reke Mure; od tod tudi ime mrtvice Zaton. Mrtvico Zaton v kraju Petanjci, ki se ji »življenjska doba« tudi že počasi izteka, tvorijo tri stoječe vode. Znana je po tem, da le tu uspevajo vse predstavnice vodnih lečevk v Sloveniji (Firbas 2002).

Izraz fitobentos se je v preteklosti le redko uporabljal, v Vodni direktivi (Evropski parlament in svet 2000) pa se ta izraz uporablja za pritrjene alge. V preteklosti se je za tovrstne organizme najpogosteje uporabljal izraz perifiton. Po definiciji je perifiton mikrozdružba pritrjenih avtotrofnih in heterotrofnih organizmov na jezerskem ali rečnem dnu ali na drugih potopljenih podlagah. Wetzel (1983) je definiral perifiton kot kompleksno združbo mikrobiontov (alg, bakterij, gliv, živali, anorganskega in organskega detritusa), ki so pritrjeni na podlago. Podlaga je lahko organska ali anorganska, živa ali mrtva. V tej definiciji pod izrazom perifiton niso zajete makroskopske bentoške alge (Stevenson 1996). V nadaljevanju se uporablja izraz fitobentos za pritrjene alge (tudi makroskopske) in cianobakterije.

Z vidika ekologije in onesnaženja okolja je fitobentos že od nekdaj uporaben kazalec prizadetosti ekosistemov. V prisotnosti ali odsotnosti določenih vrst in njihovi količinski zastopanosti se namreč kaže obseg prizadetosti vodnega ekosistema. Od leta 2009 naprej se stanje površinskih (reke, jezera, obalne vode) in podzemnih voda v Sloveniji vrednoti na podlagi ekološkega in kemijskega stanja. Ekološko stanje se vrednoti z biološkimi elementi kakovosti, podpornimi hidromorfološkimi in fizikalno-kemijskimi elementi. Biološki elementi so: vodno rastlinstvo (fitobentos, fitoplankton in makrofiti), bentoški nevretenčarji in ribe. Stanje nekega vodnega telesa je dobro, ko je doseženo dobro kemijsko in zelo dobro ali dobro ekološko stanje.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti vrstno sestavo in pogostost pojavljanja posameznih vrst fitobentosa ter s pomočjo indikatorskih vrst fitobentosa ugotoviti kakovost vode v izbranih mrtvicah reke Mure. Ker je bila naša raziskava opravljena pred letom 2009, kakovosti vode nismo vrednotili na podlagi ekološkega stanja, ampak na podlagi saprobnega indeksa po Pantle & Buck (1955), modificiranega po Zelinka & Marvan (1961) po takrat veljavni zakonodaji.

## Materiali in metode

### Opis vzorčnih mest

#### Mrtvica Zaton I

Vzorčno mesto leži v kraju Petanjci za mostom čez Muro in njenimi rokavi, ob hiši s hišno številko 96. Mrtvico obdaja pas trstičevja (*Phragmites australis*) in širokolistnega rogoza (*Typha latifolia*) s posameznimi vrbamami (*Salix* sp.), na drugi strani mrtvica prehaja v travnik. Vodna površina je popolnoma prerasla z malo vodno lečo (*Lemna minor*). Vzorčno mesto je nezasenčeno, geološka podlaga je silikat. Vzorčili smo na lesu in vodni leči. Koordinate po Gauss–Krügerju: X=5580870, Y=5168070.

#### Mrtvica Zaton II

Vzorčno mesto leži v kraju Petanjci za mostom čez Muro in njenimi rokavi, v gozdu. Struga je široka približno 4 m in globoka do 0,5 m. Na dnu struge je veliko odpadlega listja in lesnih ostankov (korenin, vej, debel...). Med lesnimi vrstami v okolici vzorčnega mesta prevladujejo veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), črni bezeg (*Sambucus nigra*), enovrati glog (*Crataegus monogyna*) in navadna trdoleska (*Euonymus europaea*). Vzorčno mesto je zasenčeno, geološka podlaga je silikat. Vzorčili smo na lesu in odmrlem organskem materialu. Koordinate po Gauss–Krügerju: X=5580690, Y=5168100.

#### Mrtvica Mali Bakovci

Vzorčno mesto je v bližini naselja Mali Bakovci, v gozdu. Struga je široka približno 7 m in globoka 1 m. Vodna površina je delno prerasla z navadno žabjo lečo (*Spirodela polyrrhiza*) in trstom (*Phragmites australis*). Obrežno vegetacijo na obeh bregovih sestavljajo različne grmovne in drevesne vrste, med katerimi prevladujejo: črna jelša (*Alnus glutinosa*), robinija (*Robinia pseudacacia*), vrbe (*Salix* spp.) in črni bezeg (*Sambucus nigra*). Vzorčno mesto je zasenčeno, geološka podlaga je silikat. Vzorčili smo na lesu, odmrlem rastlinskem materialu, potopljenih in emergentnih makrofitih. Koordinate po Gauss–Krügerju: X=5585970, Y=5163716.

### Vzorčenje in laboratorijska analiza fitobentosa

Fitobentos smo vzorčili v različnih letnih časih v letih 2005 in 2006 (Tab. 1). Na posameznem vzorčnem mestu smo nabrali štiri vzorce fitobentosa, skupno smo nabrali 12 vzorcev na 3 vzorčnih mestih. Hkrati smo na vseh vzorčnih mestih merili tudi osnovne fizikalne in kemijske dejavnike: pH, temperaturo, električno prevodnost, vsebnost kisika v vodi in nasičenost vode s kisikom (APHA 1992).

Fitobentos smo vzorčili semikvantitativno, na posameznem vzorčnem mestu so bili vzorci izbrani naključno in so vsebovali alge z različnih naselitvenih površin. Alge smo nabirali tako, da smo postrgali površino prodnikov, kamnov, skal, makrofitov, potopljenega lesa in drugih potopljenih predmetov (steklenic, pločevink, plastenk...) in oželi mahove, potopljene v vodi.

Vzorke smo že na terenu fiksirali s 35-odstotnim formaldehidom v razmerju ena proti devet, tako da je bila končna koncentracija formaldehida v vzorcih približno 4-odstotna.

**Tabela 1.** Seznam vzorčnih mest z datumi vzorčenja in datumi meritev fizikalnih in kemijskih dejavnikov.

**Table 1.** Sampling site list with sampling dates and dates of measurements of physical and chemical parameters.

| Vzorčno mesto                    | Datumi vzorčenja                            |
|----------------------------------|---|
| mrtvice reke Mure (Zaton I)      | 14.5.2005, 16.9.2005, 16.12.2005, 23.3.2006 |
| mrtvice reke Mure (Zaton II)     | 14.5.2005, 16.9.2005, 16.12.2005, 23.3.2006 |
| mrtvice reke Mure (Mali Bakovci) | 14.5.2005, 16.9.2005, 16.12.2005, 23.3.2006 |

V laboratoriju smo vzorce alg pregledali pod svetlobnim mikroskopom Nikon Eclipse E400 in Nikon Eclipse TE300, opremljenim z digitalno kamero Nikon Digital Camera DXM 1200, Japonska, ter programsko opremo za analizo slike Lucia 4.6, Laboratory Imaging s.r.o., Češka. Da smo lahko določili kremenaste alge do nivoja vrste, smo morali vzorce predhodno primerno obdelati s koncentrirano HNO<sub>3</sub> (Schaumburg *et al.* 2004). Iz očiščenih vzorcev smo pripravili trajne preparate z Naphrax-om (Schaumburg *et al.* 2004). Trajne preparate kremenastih alg smo pregledali pod 1000 × in 1200 × povečavo s pomočjo faznega kontrasta. Druge skupine alg smo pregledali pod 600 ×, 1000 × in 1200 × povečavo, po potrebi smo uporabili fazni kontrast. Posamezne celice alg smo fotografirali, tako smo jih lahko identificirali tudi s pomočjo slike na ekranu (tako vidimo celice močno povečane) in ni bila potrebna takojšnja identifikacija pod mikroskopom. Pri pregledu vzorcev smo ocenili pogostost posameznih taksonov alg na način, kot ga je opisala Grbović (1994) (Tab. 2).

**Tabela 2.** Lestvica za ocenjevanje pogostosti posameznih taksonov alg (Grbović 1994).

**Table 2.** Scale for estimation of algal taxa abundance (Grbović 1994).

| Ocena pogostosti       | Takson, zabeležen v % vidnih polj |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1 - posamezno (redko)  | 1-15                              |
| 3 - srednje pogosto    | >15-60                            |
| 5 - pogosto (množično) | >60-100                           |

Pri določanju alg smo uporabili sledeče določevalne ključne: Heering (1914), Lazar (1960), Starmach (1966, 1968, 1972, 1974, 1977, 1980), Hindák *et al.* (1978), Krammer & Lange Bertalot (1997a, b, 2004a, b), Hindák (1996), Krammer (2000), Komárek & Anagnostidis (1998, 2005), Hindák (2006), Wołowski & Hindák (2005).

## Rezultati

### Fizikalni in kemijski dejavniki

Razpon osnovnih fizikalnih in kemijskih dejavnikov na izbranih mrtvicah reke Mure je prikazan v tabeli 3.

**Tabela 3.** Razpon osnovnih fizikalnih in kemijskih dejavnikov na posameznih vzorčnih mestih v letih 2005 in 2006.  
**Table 3.** Range of physical and chemical parameters of the sampling sites studied in 2005 and 2006.

| Vzorčno mesto | pH      | T [°C]   | $\chi$ [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ] | O <sub>2</sub> [mg/L] | Saturacija [%] |
|---------------|---------|----------|------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Zaton I       | 6,2-7,0 | 0,2-22,8 | 280-507                            | 0,12-8,70             | 0,9-81,7       |
| Zaton II      | 6,0-7,2 | 1,8-15,9 | 548-732                            | 0,22-4,04             | 5,2-27,0       |
| Mali Bakovci  | 7,0-8,8 | 1,2-14,9 | 427-514                            | 2,67-11,65            | 12,5-108,0     |

#### Mrtvica Zaton I

V mrtvici Zaton I je bila najvišja pH vrednost (7,0) izmerjena 16.9.2005, najnižja (6,2) pa 23.3.2006. Najvišjo temperaturo (22,8 °C) smo izmerili meseca septembra, najnižjo (0,2 °C) pa decembra. Elektroprevodnost se je gibala med 280  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (16.12.2005) in 507  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (23.3.2006). Količina kisika v vodi je bila ves čas meritev pod 10 mg/L (0,12-8,70 mg/L), nasičenost vode s kisikom pa pod 100 % (0,9-81,7 %) (Tab. 3).

#### Mrtvica Zaton II

V mrtvici Zaton II je bila v času meritev voda kislja do rahlo bazična (6,0-7,2). Najvišjo temperaturo (15,9 °C) smo izmerili 16.9.2005, najnižjo (1,8 °C) pa 16.12.2005. Elektroprevodnost se je gibala med 548  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (december) in 732  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (maj). Količina kisika v vodi je bila ves čas meritev nizka. Najmanj kisika (0,22 mg/L) smo izmerili v vodi meseca septembra, ko je bila struga polna razpadajočega organskega materiala. Septembra je bila tudi nasičenost vode s kisikom najnižja (5,2 %) (Tab. 3).

#### Mrtvica Mali Bakovci

V mrtvici Mali Bakovci je bil v času meritev pH vode bazičen (7,0-8,8). Najvišjo temperaturo (14,9 °C) vode smo izmerili meseca septembra, najnižjo (1,2 °C) pa decembra. Elektroprevodnost se je gibala med 427  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (maj) in 514  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (marec). Količina kisika v vodi je bila najvišja (11,65 mg/L) meseca maja in najnižja (2,67 mg/L) septembra. Tudi nasičenost vode s kisikom je bila meseca maja najvišja in meseca septembra najnižja (Tab. 3).

## Vrstna sestava in pogostost fitobentosa

Vrstna sestava fitobentosa z razponom saprobnega indeksa je za izbrane mrtvice reke Mure prikazana v tabeli 4. Nekatere vrste kremenastih alg, prvič zabeležene na območju Slovenije, pa so prikazane na sliki 1. Skupno smo identificirali 147 taksonov iz petih razredov alg. Po številu identificiranih taksonov so prevladovala kremenaste alge s 117 (80 %) taksoni, sledile so Chlorophyceae z 11 (7 %), cianobakterije z 10 (7 %), Xanthophyceae s sedmimi (5 %) in Euglenophyceae z dvema (1%) taksonoma. Številčno najbolj zastopana rodova sta bila *Navicula* s 30 in *Nitzschia* s 17 taksoni.

**Tabela 4.** Vrstna sestava fitobentosa s saprobnimi stopnjami po Pantle & Buck (1955), modificiranimi po Zelinka & Marvan (1961), ter razponom saprobnega indeksa v mrtvicah reke Mure v letih 2005 in 2006. S + so označeni taksoni, ki doslej niso bili zabeleženi na območju Slovenije (Krivograd Klemenčič *et al.* 2009).

**Table 4.** Phytobenthos species list with saprobic values after Pantle & Buck (1955), modified after Zelinka & Marvan (1961), and range of saprobic index in the Mura oxbows in 2005 and 2006. + denotes the taxa identified for the first time in the territory of Slovenia (Krivograd Klemenčič *et al.* 2009).

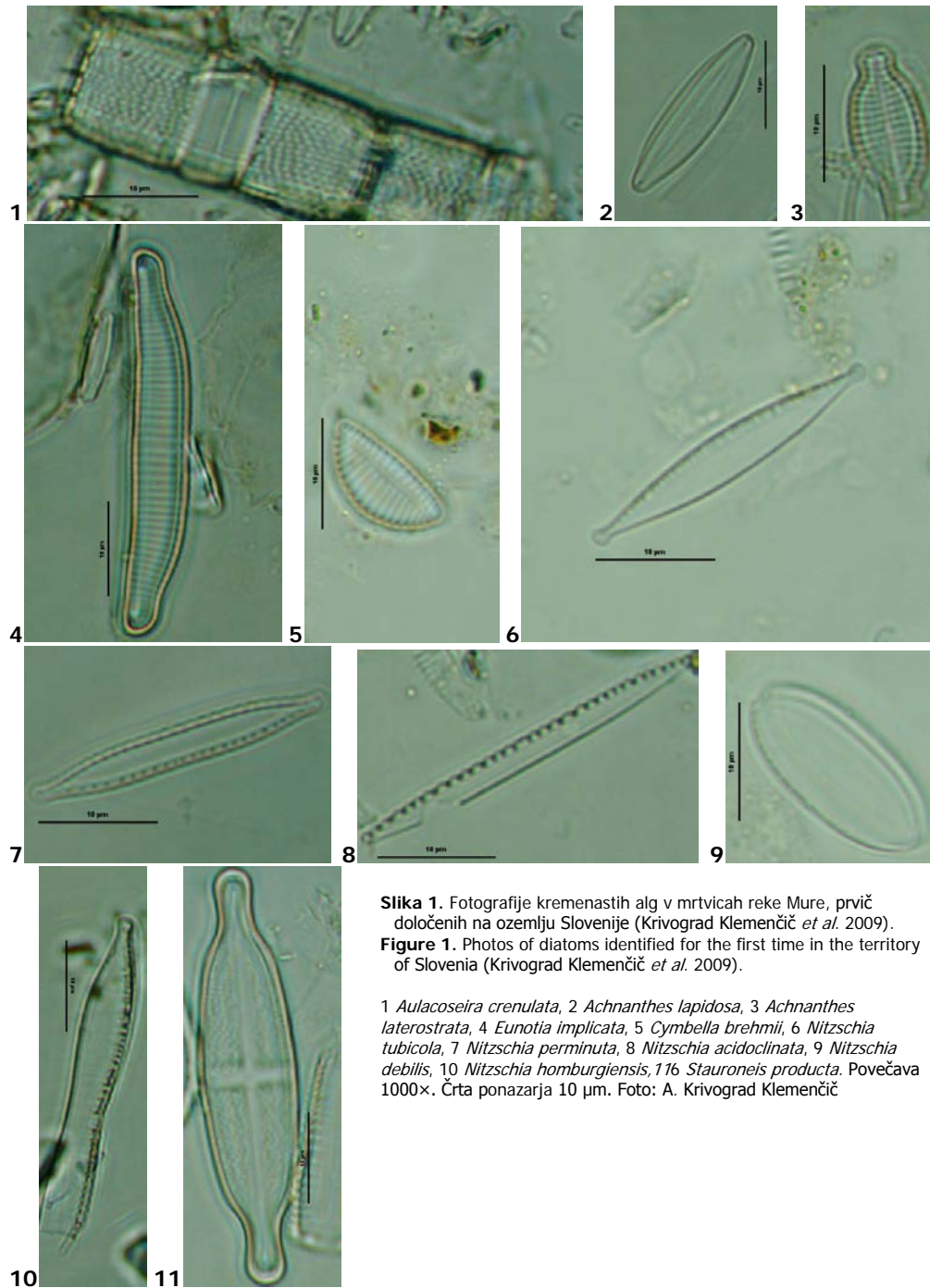
| Takson/vzorčno mesto                                 | Sap. st. | Zaton I | Zaton II | Mali Bakovci |
|--|----------|---------|----------|--------------|
| <b>PROKARYOTA</b>                                    |          |         |          |              |
| <b>CYANOPHYTA</b>                                    |          |         |          |              |
| CYANOPHYCEAE   |          |         |          |              |
| <i>Anabaena</i> spp.                                 | 0-a      | •       |          |              |
| <i>Aphanothece stagnina</i> (Sprengel) A. Braun      | 0        | •       |          |              |
| + <i>Borzia curta</i> (Lemmermann)                   |          | •       |          |              |
| Anagnostidis & Komárek                               |          |         |          |              |
| <i>Calothrix</i> spp.                                | 0        | •       |          |              |
| <i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli            |          | •       |          |              |
| <i>Heterolebleinia</i> spp.                          |          |         | •        |              |
| <i>Leptolyngbya</i> spp.                             |          | •       |          |              |
| <i>Nostoc</i> sp.                                    | 0-b      | •       |          |              |
| <i>Phormidium</i> spp.                               | 0-a      | •       |          | •            |
| + <i>Woronichinia robusta</i> (Skuja)                |          | •       |          |              |
| Komárek & Hindák                                     |          |         |          |              |
| <b>EUKARYOTA</b>                                     |          |         |          |              |
| <b>EUGLENOPHYTA</b>                                  |          |         |          |              |
| EUGLENOPHYCEAE                                       |          |         |          |              |
| <i>Euglena limnophila</i> Lemmermann                 |          |         |          | •            |
| <i>Phacus pusillus</i> Lemmermann                    |          | •       |          |              |
| <b>HETEROKONTOPHYTA</b>                              |          |         |          |              |
| XANTHOPHYCEAE  |          |         |          |              |
| + <i>Bumilleria klebsiana</i> Pascher                |          |         | •        |              |
| + <i>Bumilleria spirotaenia</i> Pascher              |          |         |          | •            |
| <i>Heterothrix</i> sp.                               |          | •       |          |              |
| <i>Ophiocytium cochleare</i> A. Braun                |          |         |          | •            |
| <i>Tribonema affine</i> West                         |          |         |          | •            |
| <i>Tribonema vulgare</i> Pascher                     |          |         | •        |              |
| <i>Vaucheria woroniniana</i> Heering                 |          |         |          | •            |
| BACILLARIOPHYCEAE                                    |          |         |          |              |
| <i>Achnanthes catenata</i> Bily & Marvan             |          |         |          | •            |
| <i>Achnanthes helvetica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot |          |         |          | •            |
| <i>Achnanthes hungarica</i> (Grunow) Grunow          | b-a      | •       | •        | •            |

| Takson/vzorčno mesto   | Sap. st. | Zaton I | Zaton II | Mali Bakovci |
|--|----------|---------|----------|--------------|
| <i>Achnanthes laevis</i> Oestrup                                     |          |         |          | •            |
| <i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow                      | o        | •       | •        | •            |
| + <i>Achnanthes lapidosa</i> Krasske                                 |          |         | •        |              |
| + <i>Achnanthes laterostrata</i> Hustedt                             |          |         |          | •            |
| <i>Achnanthes minutissima</i> Kützing                                | o        | •       | •        | •            |
| <i>Achnanthes oblongella</i> Oestrup                                 |          |         | •        |              |
| <i>Achnanthes</i> spp.   | b        | •       |          |              |
| <i>Amphora libyca</i> Ehrenberg                                      |          |         | •        | •            |
| <i>Amphora montana</i> Krasske                                       |          | •       | •        |              |
| <i>Amphora normannii</i> Rabenhorst                                  |          |         | •        | •            |
| <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow                            | o-b      |         | •        | •            |
| + <i>Aulacoseira crenulata</i> (Ehrenberg) Krammer                   |          |         | •        | •            |
| <i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve                              |          |         | •        | •            |
| <i>Caloneis sillicula</i> (Ehrenberg) Cleve                          | b        |         |          | •            |
| <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg                                 | b        |         | •        | •            |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg                                | o        |         | •        | •            |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing                               | a-b      |         |          | •            |
| <i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith                       | b        |         |          | •            |
| <i>Cymbella affinis</i> Kützing                                      | o        |         | •        | •            |
| + <i>Cymbella amphicephala</i> var. <i>hercynica</i> (Schmidt) Cleve |          |         | •        |              |
| <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve                             | o-b      |         |          | •            |
| + <i>Cymbella brehmii</i> Hustedt                                    |          |         | •        |              |
| <i>Cymbella minuta</i> Hilse   | b        |         |          | •            |
| <i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald                             | o        |         |          | •            |
| <i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch                                    | o-b      |         | •        | •            |
| <i>Cymbella sinuata</i> Gregory                                      | o-b      |         | •        | •            |
| <i>Cymbella subaequalis</i> Grunow                                   |          |         |          | •            |
| <i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing                           | o        |         | •        | •            |
| <i>Diatoma moniliformis</i> Kützing                                  |          |         | •        | •            |
| <i>Diatoma vulgare</i> Bory  | b        |         | •        | •            |
| <i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Smith                     | o        |         |          | •            |
| <i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve                           | o        |         | •        |              |
| <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson                          |          |         | •        | •            |
| <i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills                           | o        | •       | •        | •            |
| + <i>Eunotia implicata</i> Nörpel                                    |          |         | •        |              |
| <i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow                                |          |         |          | •            |
| <i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve                            | o        |         |          | •            |
| <i>Fragilaria capucina</i> Desmazières                               | o-b      | •       | •        | •            |
| <i>Fragilaria fasciculata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot             |          |         |          | •            |
| <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot                      | b        |         | •        | •            |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg                               | b        |         |          | •            |
| <i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst                    | b        | •       | •        | •            |
| <i>Gomphonema angustum</i> Agardh                                    | o        |         | •        | •            |
| <i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg                                 |          | •       | •        | •            |
| <i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg                                  | o        | •       |          |              |

| Takson/vzorčno mesto   | Sap. st. | Zaton I | Zaton II | Mali Bakovci |
|--|----------|---------|----------|--------------|
| <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann)<br>Brébisson                       | o        |         | •        | •            |
| <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing                               | o-a      | •       | •        | •            |
| <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst                           | b        |         | •        | •            |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow                             | b-a      | •       | •        | •            |
| <i>Melosira varians</i> Agardh   | o-b      |         | •        | •            |
| <i>Meridion circulare</i> var. <i>circulare</i> (Greville)<br>C. A. Agardh | o        |         | •        | •            |
| <i>Navicula atomus</i> (Kützing) Grunow                                    | b        | •       |          |              |
| <i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i> Ehrenberg                    |          |         |          | •            |
| <i>Navicula capitatoradiata</i> Germain                                    |          |         | •        | •            |
| <i>Navicula contenta</i> Grunow  |          |         | •        |              |
| <i>Navicula crucicula</i> (W. Smith) Donkin                                |          |         |          | •            |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing                                      | a        |         | •        | •            |
| <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot                               | o        |         | •        | •            |
| + <i>Navicula disjuncta</i> Hustedt  |          |         |          | •            |
| <i>Navicula elginensis</i> var. <i>elginensis</i> (Gregory)<br>Ralfs       |          |         |          | •            |
| <i>Navicula gregaria</i> Donkin  | b-a      |         | •        | •            |
| <i>Navicula halophila</i> (Grunow) Cleve                                   | a        |         | •        | •            |
| <i>Navicula harderii</i> Hustedt   |          |         | •        | •            |
| + <i>Navicula ignota</i> var. <i>palustris</i> (Hustedt) Lund              |          |         |          | •            |
| <i>Navicula joubaudii</i> Germain  |          |         | •        | •            |
| <i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg                              | b        |         | •        | •            |
| <i>Navicula menisculus</i> var. <i>menisculus</i> Schumann                 | b        |         | •        |              |
| <i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i> Kützing                          | o        |         | •        |              |
| <i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing                                  | o-b      |         |          | •            |
| + <i>Navicula protracta</i> (Grunow) Cleve                                 |          |         |          | •            |
| <i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i> Kützing                          | b        |         | •        | •            |
| <i>Navicula radiosa</i> Kützing  | o-b      |         |          | •            |
| <i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot)<br>Lange-Bertalot                  |          |         |          | •            |
| <i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing                                     | a        |         |          | •            |
| + <i>Navicula slesvicensis</i> Grunow                                      |          |         |          | •            |
| <i>Navicula</i> spp.   | b        | •       |          | •            |
| <i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory                            | o-b      |         | •        | •            |
| <i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot                                   |          |         | •        | •            |
| <i>Navicula veneta</i> Kützing   | a        |         | •        | •            |
| <i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve            | b-a      |         | •        |              |
| <i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith                             | a        |         |          | •            |
| + <i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot                             |          | •       |          |              |
| <i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs                                |          |         | •        |              |
| + <i>Nitzschia debilis</i> (Arnott) Grunow                                 |          |         | •        |              |
| <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow                                | o        | •       | •        | •            |
| <i>Nitzschia fonticola</i> Grunow  | o        |         | •        | •            |
| <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch   | o-b      |         |          | •            |
| + <i>Nitzschia hamburgiensis</i> Lange-Bertalot                            |          |         |          | •            |
| + <i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch                                     |          |         |          | •            |
| <i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith                                | o-b      |         | •        | •            |



| Takson/vzorčno mesto  | Sap. st. | Zaton I        | Zaton II       | Mali Bakovci   |
|---|----------|----------------|----------------|----------------|
| <i>Nitzschia microcephala</i> Grunow  |          |                |                | •              |
| <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith                                     | b-a      | •              | •              | •              |
| + <i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo                            |          | •              |                |                |
| <i>Nitzschia recta</i> Hantzsch   | o-b      |                | •              |                |
| <i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith                                 | b-a      |                |                | •              |
| <i>Nitzschia</i> spp.   | b-a      |                | •              | •              |
| + <i>Nitzschia tubicola</i> Grunow  |          |                | •              | •              |
| <i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg   | o        |                |                | •              |
| <i>Pinnularia interrupta</i> W. Smith   | o-b      | •              | •              |                |
| <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve                              | o        |                |                | •              |
| <i>Pinnularia subrostrata</i> (A. Cleve) Cleve-Euler                          |          |                |                | •              |
| <i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg                                 | o-b      |                | •              | •              |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot                    | b        |                | •              | •              |
| <i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg  | o        | •              | •              | •              |
| <i>Stauroneis kriegerii</i> Patrick   |          |                | •              | •              |
| <i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg                          | o        |                | •              | •              |
| + <i>Stauroneis producta</i> Grunow   |          |                |                | •              |
| <i>Stauroneis smithii</i> Grunow  | o-b      |                |                | •              |
| <i>Surirella angusta</i> Kützing  | o-b      | •              | •              | •              |
| <i>Surirella brebissonii</i> var. <i>brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot |          |                |                | •              |
| <i>Surirella minuta</i> Brébisson   |          |                |                | •              |
| <i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing                                   | o        |                |                | •              |
| <b>CHLOROPHYTA</b>  |          |                |                |                |
| <b>CHLOROPHYCEAE</b>  |          |                |                |                |
| <i>Chaetophora incrassata</i> (Hudson) Hazen                                  |          |                | •              |                |
| + <i>Characium ensiforme</i> Hermann  |          | •              |                |                |
| + <i>Microspora abbreviata</i> (Rabenhorst) Lagerheim                         |          | •              | •              | •              |
| <i>Microthamnion kuetzingianum</i> Nägeli                                     | b        |                |                | •              |
| <i>Oedogonium</i> spp.  | o-b      | •              |                | •              |
| <i>Palmodictyon varium</i> (Nägeli) Lemmermann                                |          |                |                | •              |
| <i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory                                    | b        | •              |                |                |
| <i>Stigeoclonium</i> spp.   | b        |                | •              |                |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> Kützing  | a        | •              |                | •              |
| <i>Trentepohlia aurea</i> (L.) Martius  |          |                | •              |                |
| <i>Ulothrix variabilis</i> Kützing  |          |                |                | •              |
| <b>Saprobni indeks</b>  |          | <b>2,4-2,5</b> | <b>1,9-2,1</b> | <b>1,8-1,9</b> |



**Slika 1.** Fotografije kremenastih alg v mrtvicah reke Mure, prvič določenih na ozemlju Slovenije (Krivoograd Klemenčič *et al.* 2009).  
**Figure 1.** Photos of diatoms identified for the first time in the territory of Slovenia (Krivoograd Klemenčič *et al.* 2009).

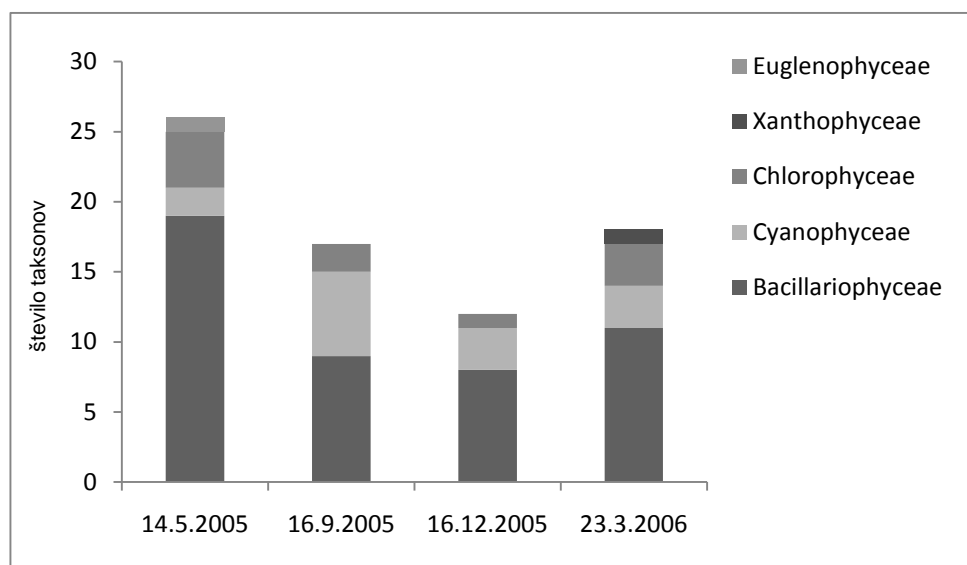
1 *Aulacoseira crenulata*, 2 *Achnanthes lapidosa*, 3 *Achnanthes laterostrata*, 4 *Eunotia implicata*, 5 *Cymbella brehmii*, 6 *Nitzschia tubicola*, 7 *Nitzschia perminuta*, 8 *Nitzschia acidoclinata*, 9 *Nitzschia debilis*, 10 *Nitzschia hamburgiensis*, 11 *Stauroneis producta*. Povečava 1000×. Črta ponazarja 10 µm. Foto: A. Krivoograd Klemenčič

## Mrtvica Zaton I

V mrtvici Zaton I smo identificirali 37 taksonov iz petih razredov alg. Po številu identificiranih taksonov so prevladovala kremenaste alge z 21 (57 %) taksoni, sledile so cianobakterije z devetimi (24 %) in Chlorophyceae s petimi (13 %) taksoni. Iz razredov Euglenophyceae in Xanthophyceae smo identificirali po enega (3 %) predstavnika. Največ taksonov smo določili iz rodov *Achnanthes* (4), *Gomphonema* (4) in *Nitzschia* (4). Množično sta se pojavljali vrsti *Achnanthes hungarica* (16.9.2005; 16.12.2005) in *Stigeoclonium tenue* (14.5.2005). Pogoste so bile še vrste *Leptolyngbya* sp., *Gomphonema clavatum*, *G. parvulum*, *Nitzschia acidoclinata* in *Oedogonium* sp. V vseh štirih vzorcih so bile prisotne vrste *Achnanthes hungarica*, *Gomphonema clavatum*, *G. gracile*, *G. parvulum*, *Nitzschia acidoclinata*, *N. palea*, *N. perminuta* in *Oedogonium* sp.

Med 37 identificiranimi taksoni smo določili šest vrst, ki so prvič najdene na ozemlju Slovenije. Dve za Slovenijo novi vrsti pripadata razredu cianobakterij, dve razredu kremenastih alg in dve razredu Chlorophyceae (Krivograd Klemenčič *et al.* 2009).

Sestava alg po razredih je prikazana na sliki 2. Najvišje število taksonov (26) smo določili v vzorcu, nabranem meseca maja, najnižje (12) pa v vzorcu, vzetem meseca decembra. V vseh štirih vzorcih so po številu identificiranih taksonov prevladovala kremenaste alge z več kot 50 % vseh identificiranih taksonov. V septembrskem, decembrskem in marčevskem vzorcu so kremenastim algam sledile cianobakterije in Chlorophyceae, v majskem vzorcu pa so kremenastim algam sledile Chlorophyceae in šele nato cianobakterije. Predstavniki razreda Xanthophyceae (*Heterothrix* sp.) je bil najden le v vzorcu, nabranem meseca marca, predstavnik razreda Euglenophyceae (*Phacus pusillus*) pa le v vzorcu, nabranem meseca maja.



Slika 2. Sestava alg po razredih v mrtvici reke Mure Zaton I v letih 2005 in 2006.

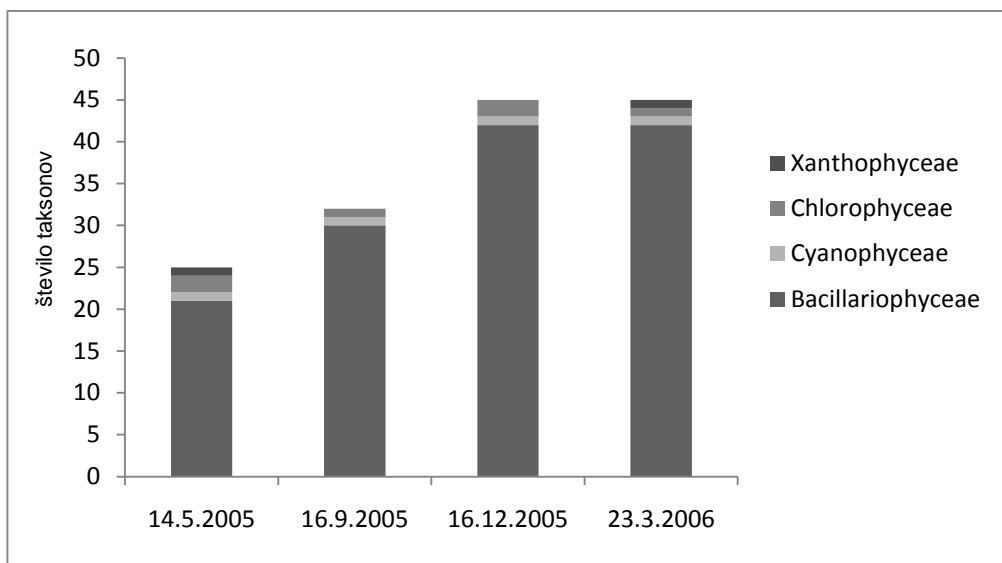
Figure 2. Algal classes in the Mura oxbow Zaton I during 2005 and 2006.

## Mrtvica Zaton II

V mrtvici Zaton II smo skupno identificirali 75 taksonov iz štirih razredov alg. Po številu identificiranih taksonov so prevladovale kremenaste alge z 68 (91 %) taksoni, sledile so Chlorophyceae s štirimi (5 %), Xanthophyceae z dvema (3 %) in cianobakterije z enim (1 %) taksonom. Največje število taksonov je pripadalo rodovoma *Navicula* (16) in *Nitzschia* (9). Množično so se pojavljale vrste *Eunotia bilunaris*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea* in *Chaetophora incrassata*, vse v vzorcu, nabranem 14.5.2005. Pogosta je bila še vrsta *Microspora abbreviata*, prav tako v vzorcu, nabranem maja 2005. V vseh štirih vzorcih so bile ugotovljene vrste *Heteroleibleinia* sp., *Achnanthes lanceolata*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema angustatum*, *G. parvulum*, *Navicula joubaudii* in *Nitzschia palea*. 40 % vseh taksonov je bilo najdenih samo v enem vzorcu.

Med 75 identificiranimi taksoni smo določili devet taksonov, ki doslej še niso bili najdeni na območju Slovenije. Sedem za Slovenijo novih taksonov pripada razredu kremenastih alg, eden razredu Xanthophyceae in eden razredu Chlorophyceae (Krivograd Klemenčič *et al.* 2009).

Sestava alg po razredih je prikazana na sliki 3. Najvišje število taksonov (45) smo določili v vzorcih, nabranih meseca decembra in marca, najnižje (25) pa v vzorcu, nabranem meseca maja. V majskem vzorcu so bile štiri vrste alg z relativno abundanco 5 (dominantna). Ob spremembah v ekosistemu lahko pride do zmanjšanja števila vrst alg in kvantitativnega povečanja tistih vrst, ki so bolj prilagojene določenim spremembam v ekosistemu. V vseh štirih vzorcih so po številu določenih taksonov prevladovale kremenaste alge z več kot 84 % vseh določenih taksonov alg.



**Slika 3.** Sestava alg po razredih v mrtvici reke Mure Zaton II v letih 2005 in 2006.

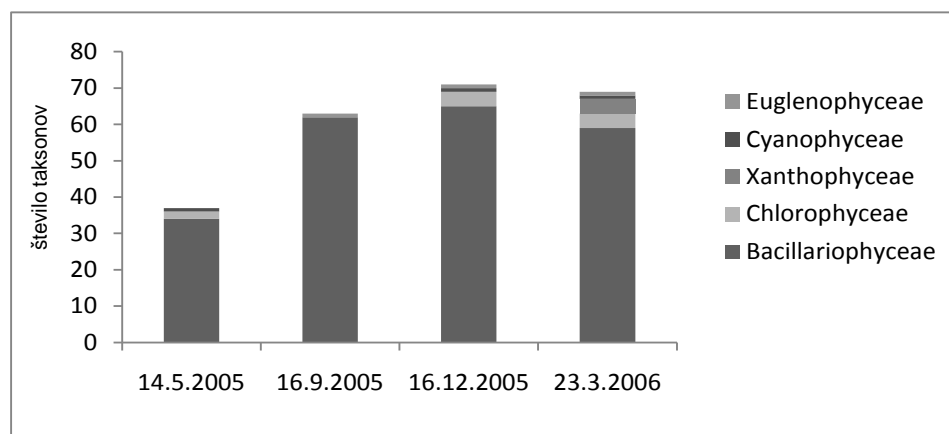
**Figure 3.** Algal classes in the Mura oxbow Zaton II during 2005 and 2006.

### Mrtvica Mali Bakovci

V mrtvici Mali Bakovci smo skupno identificirali 107 taksonov iz petih razredov alg. Po številu identificiranih taksonov so prevladovale kremenaste alge s 95 (88 %) taksoni, sledile so Chlorophyceae s šestimi (6 %) in Xanthophyceae s štirimi (4 %) taksoni. Iz razredov Cyanophyceae in Euglenophyceae smo identificirali po enega (1 %) predstavnika. Številčno najbolj zastopana sta bila rodova *Navicula* s 24 in *Nitzschia* z 12 taksoni. Množično sta se pojavljali vrsti *Achnanthes minutissima* in *Fragilaria ulna*, obe v vzorcu, nabranem 14.5.2005. Pogoste so bile še vrste *Tribonema affine*, *Vaucheria woroniniana*, *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis placentula*, *Eunotia bilunaris*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema angustatum*, *G. angustum*, *G. parvulum*, *Navicula cryptocephala*, *N. disjuncta*, *Microspora abbreviata* in *Stigeoclonium tenue*. V vseh štirih vzorcih so bile vrste *Achnanthes hungarica*, *A. lanceolata*, *A. minutissima*, *Aulacoseira crenulata*, *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *Eunotia bilunaris*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema angustum*, *G. parvulum*, *Navicula halophila*, *N. pupula*, *N. radiosa*, *Nitzschia gracilis*, *N. linearis*, *N. palea* in *N. sp.* 31 % taksonov je bilo ugotovljenih samo v enem vzorcu.

Med 107 identificiranimi taksoni smo določili 12 taksonov, ki so novi za Slovenijo. 10 za Slovenijo novih taksonov pripada razredu kremenastih alg, en razredu Xanthophyceae in en razredu Chlorophyceae (Krivograd Klemenčič *et al.* 2009).

Sestava alg po razredih je prikazana na sliki 4. Najvišje število taksonov (71) smo določili v vzorcu, nabranem 16.12.2005, najnižje (37) pa v vzorcu, nabranem 14.5.2005. V majskem vzorcu sta bili masovno zabeleženi vrsti *Achnanthes minutissima* in *Fragilaria ulna*, ki sta bili najbolj prilagojeni obstoječim ekološkim razmeram. V vseh štirih vzorcih so po številu določenih vrst prevladovale kremenaste alge z več kot 85 % vseh določenih taksonov alg. V vseh vzorcih so kremenastim algam sledile Chlorophyceae - z izjemo septembrskega vzorca, ko so manjkale. V septembrskem vzorcu smo poleg kremenastih alg določili le še vrsto *Euglena limnophila*, predstavnico razreda Euglenophyceae. Vrste iz razreda Xanthophyceae so bile najdene le v vzorcu, nabranem 23.3.2006.



**Slika 4.** Sestava alg po razredih v mrtvici reke Mure Mali Bakovci v letih 2005 in 2006.

**Figure 4.** Algal classes in the Mura oxbow Mali Bakovci during 2005 and 2006.

## Kakovost vode

Glede na vrednosti saprobnega indeksa (2,4-2,5) je spadala mrtvica reke Mure Zaton I v času raziskav v II.-III. kakovostni razred oziroma v beta do alfa mezosaprobnostno stopnjo, kar pomeni kritično obremenitev vodnega telesa. Glede na vrednosti saprobnega indeksa 1,8-2,1 sta spadali mrtvici reke Mure Zaton II in Mali Bakovci v času raziskav v II. kakovostni razred oziroma v beta mezosaprobnostno stopnjo, kar pomeni zmerno obremenjeno vodno telo.

## Razprava

Razporeditev in vrstna sestava združbe fitobentosa ter relativna pogost posameznih vrst so v veliki meri odvisne od fizikalnih in kemijskih dejavnikov vode, ki se spreminjajo tudi v odvisnosti od geološke podlage (Negro *et al.* 2003). Elektroprevodnost, pH, vsebnost kalcija in karbonatno-bikarbonatni sistem imajo velik vpliv na razvoj in strukturo združbe fitobentosa, še posebej na razvoj ter strukturo združbe kremenastih alg in lepotk (Dell'Uomo & Pellegrini 1993). Prostorske in časovne spremembe fizikalnih in kemijskih dejavnikov vplivajo na pojavljanje in relativno pogostost posameznih vrst alg in s tem vplivajo na specifično sestavo združbe (Rauch *et al.* 2006).

Spremembe v temperaturi vode so na vseh vzorčnih mestih sledile spremembam v temperaturi zraka. Rauch *et al.* (2006) so ugotovili, da je elektroprevodnost poleg pH najpomembnejši okoljski dejavnik, ki vpliva na razporeditev združb alg. Elektroprevodnost v celinskih vodah narašča z naraščanjem slanosti. Na slanost vplivajo tla s sestavo kamnin in njihovo topnostjo, podnebje, temperatura, preperevanje, prah, padavine, izhlapevanje, vetrovi, oddaljenost od morja, rastlinstvo in živalstvo (Rejic 1988). Krammer & Lange-Bertalot (1997a) sta razdelila celinske vode glede na vsebnost elektrolitov na vode, zelo revne z elektroliti ( $\chi < 50 \mu\text{S/cm}$ ), vode, revne z elektroliti ( $\chi = 50-100 \mu\text{S/cm}$ ), vode s srednjo vsebnostjo elektrolitov ( $\chi = 100-500 \mu\text{S/cm}$ ) in vode, bogate z elektroliti ( $\chi > 500 \mu\text{S/cm}$ ). Mrtvici Mure Zaton II in Mali Bakovci sta bogati z elektroliti, vrednosti električne prevodnosti so na teh dveh vzorčnih mestih presegale  $500 \mu\text{S/cm}$ . Iz rezultatov meritev na posameznih vzorčnih mestih je bilo razvidno, da je bila elektroprevodnost pri višjih temperaturah višja. Wetzel & Likens (1991) sta ugotovila, da s povišanjem temperature za eno stopinjo Celzija elektroprevodnost naraste za 2 do 3 %. Razpon pH v celinskih vodah je od 2 do 12, za vode v Sloveniji večinoma med 6 in 8,5 (Rejic 1988). Vrednosti pH pod 7 smo izmerili v mrtvicah Mure Zaton I in II. Bazičen pH (izmerjene vrednosti nad 8) smo izmerili v mrtvici Mure pri Malih Bakovcih, kjer so bila tudi nihanja pH največja (7,0-8,8). Vsebnosti kisika v vodi in nasičenosti vode so bile izredno nizke v mrtvicah Mure Zaton I in II v poletnih in jesenskih mesecih, ko so bile temperature vode visoke in je v vodi potekala intenzivna razgradnja organskega materiala.

Združba alg, identificirana v izbranih mrtvicah reke Mure, je podobna združbam alg v stoječih evtrofnih vodah Slovenije (Vrhovšek *et al.* 2006), le nekatere identificirane vrste se pojavljajo tudi v hitro tekočih slovenskih vodotokih (Peroci *et al.* 2009). V mrtvici Zaton I smo skupno identificirali 37, v mrtvici Zaton II 75 in v mrtvici Mali Bakovci 107 taksonov alg. Na vseh treh vzorčnih mestih so po številu identificiranih taksonov prevladovala kremenaste alge, z najvišjima deležema (več kot 84 %) v mrtvicah Zaton II in Mali Bakovci. Kremenaste alge so po številu taksonov prevladujoče v slovenskih rekah (Krivograd Klemenčič & Vrhovšek 2003, Krivograd Klemenčič *et al.* 2003, Krivograd Klemenčič 2004, Krivograd Klemenčič & Vrhovšek 2004). Kremenastim algam so v mrtvici Zaton I sledile cianobakterije in Chlorophyceae, v mrtvicah Zaton II in Mali Bakovci pa Chlorophyceae in Xanthophyceae. Med kremenastimi algami so bile masovno ugotovljene vrste *Achnanthes hungarica* (Zaton I), *A. minutissima* (Mali Bakovci), *Eunotia bilunaris* (Zaton II), *Fragilaria ulna* (Mali Bakovci), *Gomphonema parvulum* (Zaton II) in *Nitzschia palea* (Zaton II). Naštete vrste kremenastih alg so splošno razširjene v organsko onesnaženih vodah (beta-alfa mezosaprobne vode) (Krammer & Lange-Bertalot 1997a, b, 2004a, b).

Največje število taksonov (9) iz razreda cianobakterij smo identificirali v mrtvici Zaton I, v drugih dveh mrtvicah smo ugotovili le po enega predstavnika tega razreda. Pogost je bil le takson *Leptolyngbya* sp. v mrtvici Zaton I. Največje število taksonov (6) razreda Chlorophyceae smo ugotovili v mrtvici Mali Bakovci. Masovno sta se pojavljali vrsti *Stigeoclonium tenue* (Zaton I) in *Chaetophora incrassata* (Zaton II), pogosti taksoni so bili še *Oedogonium* sp. (Zaton I) in *Microspora abbreviata* (Zaton II, Mali Bakovci).

Predstavniki razreda Xanthophyceae so bili najdeni v vseh treh mrtvicah, z najvišjim številom ugotovljenih taksonov (4) v mrtvici Mali Bakovci. Vrsti *Tribonema affine* in *Vaucheria woroniniana* sta bili pogosti vrsti v mrtvici Mali Bakovci. V mrtvicah Zaton I in Mali Bakovci smo identificirali predstavniki razreda Eglenophyceae: *Phacus pusillus* (Zaton I) in *Euglena limnophila* (Mali Bakovci). *E. limnophila* je značilna predstavnica mrtvih rečnih rokavov (Hindák *et al.* 1978).

V mrtvicah reke Mure smo skupno ugotovili 25 taksonov, ki do sedaj še niso bili znani na območju Slovenije. 19 za Slovenijo novih taksonov pripada razredu kremenastih alg, *Borzia curta* in *Woronichinia robusta* razredu cianobakterij, *Bumilleria klebsiana* in *B. spirotaenia* razredu Xanthophyceae ter *Characium ensiforme* in *Microspora abbreviata* razredu Chlorophyceae (Krivograd Klemenčič *et al.* 2009).

Glede na vrednosti saprobnega indeksa (2,4-2,5) je spadala mrtvica reke Mure Zaton I v času raziskav v II.-III. kakovostni razred oziroma v beta do alfa mezosaprobno stopnjo, kar pomeni kritično obremenitev vodnega telesa. Glede na vrednosti saprobnega indeksa 1,8-2,1 sta spadali mrtvici reke Mure Zaton II in Mali Bakovci v času raziskav v II. kakovostni razred oziroma v beta mezosaprobno stopnjo, kar pomeni zmerno obremenjeno vodno telo.

## Summary

The main objective of our research was to determine species composition and abundance of phytobenthos in the selected river Mura oxbows as well as to determine the water quality on the basis of indicator phytobenthos species. Algal community identified is similar to the communities of algae in the eutrophic standing waters of Slovenia; only some of the identified species can also be found in Slovenian watercourses with higher velocity. Altogether, 147 taxa from five algal classes were determined. According to the number of identified taxa, diatoms prevailed with 117 (80 %) taxa, followed by Chlorophyceae with 11 (7 %), Cyanobacteria with 10 (7 %), Xanthophyceae with seven (5 %) and Euglenophyceae with two (1 %) taxa. The most abundant genera were *Navicula* with 30 and *Nitzschia* with 17 taxa. In the oxbow Zaton I, 37 algal taxa were identified, in Zaton II 75, and in Mali Bakovci 107. On all sampling sites, diatoms were the prevailing group of algae, with the highest proportion (more than 84 %) in the oxbows Zaton II and Mali Bakovci. In Zaton I, diatoms were followed by Cyanobacteria and Chlorophyceae, while in Zaton II and Mali Bakovci diatoms were followed by Chlorophyceae and Xanthophyceae. *Achnanthes hungarica* (Zaton I), *A. minutissima* (Mali Bakovci), *Eunotia bilunaris* (Zaton II), *Fragilaria ulna* (Mali Bakovci), *Gomphonema parvulum* (Zaton II) and *Nitzschia palea* (Zaton II) were prevalent taxa among diatoms, while *Stigeoclonium tenue* (Zaton I) and *Chaetophora incrassata* (Zaton II) were prevalent among Chlorophyceae. Taxa from other three algal classes were present in somewhat lower numbers. In the selected river Mura oxbows, altogether 25 taxa, identified for the first time in the territory of Slovenia, were determined. 19 taxa new to Slovenia belong to the class of diatoms, *Borzia curta* and *Woronichinia robusta* to the class Cyanobacteria, *Bumilleria klebsiana* and *B. spirotaenia* to the class Xanthophyceae, and *Characium ensiforme* and *Microspora abbreviata* to the class Chlorophyceae. According to the results of the Saprobic Index, we can classify the Mura oxbows at the sampling site Zaton I into II-III quality class, which means a critical load of the water body, and at the sampling site Zaton II and Mali Bakovci into II quality class, which means a moderately polluted water body.

## Literatura

- APHA. AWWA. WPCF. (1992): Standard methods for the examination of water and wastewater, 18<sup>th</sup> edition.
- Evropski parlament in svet (2000): Direktiva evropskega parlamenta in sveta 2000/60/ES z dne 23. Oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. Uradni list evropske unije, 275-346.
- Firbas P. (2002): Rečne mrtvice na Muri. Naravna nižinska jezera. Znana neznana Slovenija. Gea. 12: 8-11.
- Grbovič J. (1994): Uporabnost različnih postopkov za oceno kakovosti hudourniških vodotokov. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo, 113 pp.
- Heering W. (1914): Chlorophyceae III. Ulothrichales Microsporales, Oedogoniales. Heft 6. IN: Pascher A. (Ed.), Die Süßwasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.. Jena, Gustav Fischer, 250 pp.
- Hindák F. (1996): Kluč na určovanie nerozkonarených vlaknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Bratislava, Slovenská botanická spoločnosť pri SAV, 73 pp.



- Hindák F. (2006): Zelené kokálne riasy (Chlorococcales, Chlorophyceae) CD. Bratislava, Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS pri VÚVH.
- Jež M., Skoberne P. (1986): Botanične zanimivosti mrtvic ob Muri. *Proteus* 48: 246-249.
- Komárek J., Anagnostidis K. (1998): Cyanoprokaryota. 1 Teil: Chroococcales. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/1. Heidelberg, Berlin, Spektrum Akademischer Verlag, 548 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1997a): Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 876 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1997b): Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 596 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (2004a): Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 576 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (2004b): Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 437 pp.
- Krivograd Klemenčič A. (2004): Algal flora of four different springs in Slovenia. *Ann. Ser. hist. nat.* 14: 85-92.
- Krivograd Klemenčič A., Vrhovšek D. (2003): Algae in three different waterfalls in Slovenia - the Savica waterfall, the waterfalls of the Krka river and a small waterfall on Pohorje. *Acta Musei Nat. Pragae.* 59: 93-98.
- Krivograd Klemenčič A., Vrhovšek D. (2004): Algae in the Savica waterfall, Slovenia. *Nat. Slov.* 6(1): 35-39.
- Krivograd Klemenčič A., Vrhovšek D., Kosi G. (2003): Algae in Dragonja river. *Ann. Ser. hist. nat.* 13: 83-90.
- Krivograd Klemenčič A., Toman M.J., Balabanič D. (2009): Records of new algal taxa within various aquatic and aerophytic habitats in Slovenia. *Nat. Slov.* 11: 5-26.
- Lazar J. (1960): Alge Slovenije. Seznam sladkovodnih vrst in ključ za določanje. Ljubljana, SAZU, 279 pp.
- Negro A.I., de Hoyos C., Aldasoro J.J. (2003): Diatom and desmid relationships with the environment in mountain lakes and mires of NW Spain. *Hydrobiologia.* 505: 1-13.
- Pantle R., Buck H. (1955): Die biologische der Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- u. Wasserfach.* 96: 604.
- Peroci P., Smolar-Žvanut N., Krivograd Klemenčič A. (2009): Ocena vpliva odvzema vode iz vodotoka Oplotnica na hidromorfološke in fizikalno-kemijske dejavnike ter na združbo perifitona. *Nat. Slov.* 11(1): 5-23.

- Rauch A., Fesl C., Schagerl M. (2006): Influence of environmental variables on algal associations from a floating vegetation mat (Schwingmoor Lake Lunzer Obersee, Austria). *Aquatic Botany*. 84: 129-136.
- Rejic M. (1988): Sladkovodni ekosistemi in varstvo voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 225 pp.
- Schaumburg J., Schmedtje U., Schranz C., Köpf B., Schneider S., Meilinger P., Hofmann G., Gutowski A., Foerster J. (2004): Instruction Protocol for the Ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EU Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. München, Bavarian Water Management Agency, 89 pp.
- Starmach K. (1966): Cyanophyta - Sinice, Glauciphyta - Glaukofity. In: Starmach K. (Ed.), *Flora słodkowodna polski*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 808 pp.
- Starmach K. (1968): Xanthophyceae - Roznowiciowe. In: Starmach K. (Ed.), *Flora słodkowodna polski*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 393 pp.
- Starmach K. 1972. Chlorophyta III. Zielonice Nitkovate: Ulotrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales. In: Starmach K. (Ed.), *Flora słodkowodna polski*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, pp. 750.
- Starmach K. (1974): Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. In: Starmach K. (Ed.), *Flora słodkowodna polski*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, pp. 517.
- Starmach K. (1977): Phaeophyta-Brunatnice, Rhodophyta - Krasnorosty. In: Starmach K. (Ed.), *Flora słodkowodna polski*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, pp. 443.
- Starmach K. (1980): Chrysophyceae - Zlotowiciowce (oraz zooflagellata wolnozyjace). In: Starmach K. (Ed.), *Flora słodkowodna polski*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, pp. 774.
- Stevenson R.J. (1996): An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: Stevenson R.J., Bothwell M.L., Lowe R.L. (Eds.), *Algal ecology. Freshwater benthic ecosystems* (Aquatic ecology series). San Diego, Academic Press, pp. 3-30.
- Wetzel R.G. (1983): Attached algal-substrata interactions: fact or myth and when and how? In: Wetzel R.G. (Ed.), *Periphyton of Freshwater Ecosystems*. Dr. W. Junk publishers, pp. 207-215.
- Wetzel R.G., Likens G.E. (1991): *Limnological Analyses*. Second edition. New York, Springer-Verlag, pp. 391.
- Wołowski K., Hindák F. (2005): *Atlas of Euglenophytes*. Bratislava, VEDA, Publishing house of the Slovak Academy of Sciences, pp. 136.
- Vrhovšek D., Kosi G., Krivograd Klemenčič A., Smolar-Žvanut N. (2006): Monografija sladkovodnih in kopenskih alg v Sloveniji. Ljubljana, Založba ZRC SAZU in Limnos, pp. 172.
- Zelinka M., Marvan P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer, *Arch. Hydrobiol.* 57: 389-407.

# A contribution to the Slovenian spider fauna – I.

Rok KOSTANJŠEK

Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenia;  
E-mail: rok.kostanjsek@bf.uni-lj.si

**Abstract.** Sixteen spider species, new to the Slovenian fauna, have been recorded: *Aphantaulax trifasciata*, *Araneus triguttatus*, *Arctosa cinerea*, *Cnephalocotes obscurus*, *Helophora insignis*, *Heriaeus hirtus*, *Nomisia exornata*, *Nurscia albomaculata*, *Pardosa agricola*, *Pardosa prativaga*, *Pardosa proxima*, *Philodromus longipalpis*, *Runcinia grammica*, *Theridula gonygaster*, *Xysticus ninnii* and *Zora armillata*. Recent records on presumably extinct endemic species *Nesticus idriacus* are also provided, as well as suggestion to its transfer to the IUCN category rare (R).

Key words: new records, spiders, Slovenia, faunistics

**Izvleček. PRISPEVEK K FAVNI PAJKOV SLOVENIJE – I.** – Prispevek obravnava 16 vrst pajkov, ki doslej v Sloveniji še niso bile najdene, in sicer: *Aphantaulax trifasciata*, *Araneus triguttatus*, *Arctosa cinerea*, *Cnephalocotes obscurus*, *Helophora insignis*, *Heriaeus hirtus*, *Nomisia exornata*, *Nurscia albomaculata*, *Pardosa agricola*, *Pardosa prativaga*, *Pardosa proxima*, *Philodromus longipalpis*, *Runcinia grammica*, *Theridula gonygaster*, *Xysticus ninnii* in *Zora armillata*. Predstavljeni sta tudi novi najdbi vrste *Nesticus idriacus* Roewer, 1931, ki je v Sloveniji veljala za izumrlo, in predlog za njeno premestitev v skupino redkih vrst (R) po klasifikaciji ogroženosti IUCN.

Ključne besede: nove najdbe, pajki, Slovenija, favnistika

## Introduction

Initial records on Slovenian spider fauna, contributed by Scopoli (1763), were followed by several sporadic works by various authors during the 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> centuries. Nevertheless, the greater part of the arachnological research in Slovenia was contributed by the late Dr Anton Polenec in the second half of the 20<sup>th</sup> century (reviewed in Kuntner & Šereg 2002). His rich legacy consists of more than 70 publications on the spiders of Slovenia, including the first and so far the only checklist of the Slovenian spider fauna, citing 416 spider records (Nikolić & Polenec 1981). This number has been almost doubled in the ensuing years, mainly by contributions of the next generation of Slovenian arachneologists (e.g. Kuntner & Kostanjšek 2000, Fišer & Kostanjšek 2001, Kuntner & Šereg 2002, Kostanjšek & Miller 2004, Kostanjšek & Fišer 2005, Gregorič & Kuntner 2009), resulting in almost 700 records of spider species in Slovenia to date.

Although the number of recorded spider species has almost doubled in recent two decades, the knowledge of the Slovenian spider fauna is still considered incomplete. Regarding the number of spider species in some countries with similar surface area to Slovenia and more complete knowledge of the spider fauna (e.g. Austria with 984 species, Slovakia 906, Switzerland 945, Czech Republic 841 species (Blick *et al.* 2004) and Hungary with 725 species (Samu & Szinetár 1999)), at least another fifty to hundred spider species are expected to be found in Slovenia.

The prime objective of this new series of contributions to the Slovenian spider fauna is to encourage further and more regular publishing of new and interesting spider records in Slovenia, in order to provide for a much needed comprehensive overview of the Slovenian spider fauna.

## Material and methods

The present study includes new records for the Slovenian spider fauna, retrieved during the recent reorganization and survey of the spider collection at the Chair of Zoology in the Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. The collection includes mainly material gathered by students during their practical courses, individual projects and the Students Biology Research Camps (RTŠB), as well as personal collections of the author and his associates at the Chair of Zoology.

Specimens were identified according to various determination keys and published descriptions (Levi 1967, Thaler 1981, Loerbroks 1983, Roberts 1993a, b, 1995, Heimer & Nentwig 1991, Melic 2000, Yoshida 2001, Nentwig *et al.* 2010). The systematics and nomenclature of the determined spiders follow Platnick (2010).

For each species, data on the collected material including description of the collecting site, geographic latitude and longitude in Gauß-Krüger coordinates, altitude in meters above sea level (a. s. l.), as well as data on the material provider (leg.) and determinator (det.) of the species are given, when available. Coordinates and geographic descriptions of the collecting sites follow Atlas okolja of the Slovenian Environment Agency. Descriptions of the collected material are followed by data on distribution of the species in other countries in the region and comments on the finding.

## Results and discussion

### *Aphantaulax trifasciata* (O. P.-Cambridge, 1872) - Gnaphosidae

- 2 ♂ - meadow, 1 km W from Osp village; Y=410185, X=48545; 40 m a. s. l.; 20.7.2004; leg.: RTŠB 2004, det. Kostanjšek R.
- 1 ♀ - forest; 50 m NE from Podpeč village near Hrastovlje; Y=415075, X=42735; 440 m a. s. l.; 15.7.2004; leg.: RTŠB 2004, det. Kostanjšek R.

Distribution and comment: the distribution of the species is generally considered Palearctic (Platnick 2010), although the species is absent from Central Europe (Blick *et al.* 2004), Britain and Scandinavia. Its range in Europe extends from Portugal, through Mediterranean countries and the Balkans to Russia (Nentwig *et al.* 2010). Since *A. trifasciata* has been recorded in Serbia (Deltshev *et al.* 2003), as well as in Italy (Stoch 2003) and Croatia (Nikolić & Polenec 1981), the finding of the species in the warm and arid Karst region in south-western Slovenia did not come as a surprise.

### *Nomisia exornata* (C. L. Koch, 1839) - Gnaphosidae

- 1 ♀ - rock wall in Mišja peč 620 m SE of Osp village; Y=411670, X=47669; 100 m a. s. l.; 20.7.2004; leg.: RTŠB 2004; det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the range of this ant-eating species in Europe is similar to that of *A. trifasciata*, with additional records from Switzerland among Central European countries (Blick *et al.* 2004). Among countries in the region, the species has been recorded from Hungary (Samu & Szinetár 1999), Italy (Stoch 2003), Croatia (Nikolić & Polenec 1981) and Serbia (Deltshev *et al.* 2003). The species inhabits dry and hot environments, which are common in the Kraški rob (Karst Edge) region of Slovenia, where the species has been found.

### *Araneus triguttatus* (Fabricius, 1793) - Araneidae

- 1 ♀ - forest, Osek 1.3 km S from Šempas village; Y=404902, X=87258; 300 m a. s. l.; May 1998; leg.: Humar M., det. Gregorič M., Knapič T.

Distribution and comment: the species is Holarctic (Platnick 2010) and widely spread throughout Europe (Blick *et al.* 2004, Nentwig *et al.* 2010). Although the species is rarer than the morphologically similar *A. sturmi* (Roberts *et al.* 1995), the presence of *A. triguttatus* in Slovenia was, in a way, expected.

***Arctosa cinerea*** (Fabricius, 1777) - Lycosidae

- 1 ♀ - gravel bank of Idrijca river, near Reka village; Y=417359, X=108228; 260 m a. s. l.; 28.7.2000; leg.: RTŠB 2000; det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: this fairly large species is spread throughout Europe, including all countries neighbouring Slovenia. The presence of *A. cinerea* in Slovenia has been already assumed (Nikolić & Polenec 1981), yet not confirmed so far. The species is well adapted to water habitats like waterbeds and lake sides, where it can even live submerged in its silk-lined burrows for a considerable amount of time. Due to its presence in the neighbouring countries, the record of *A. cinerea* in Slovenia was certainly expected.

***Pardosa agricola*** (Thorell, 1856) - Lycosidae

- 1 ♂, 5 ♀ - meadow, 50 m S of Hruški vrh Peak in the Karavanke Mountains; Y=424090, X=149050; 1,700 m a. s. l.; 18.7.1999; leg.: Fišer C., Šereg I.; det.: Gregorič M., Knapič T.

***Pardosa prativaga*** (L. Koch, 1870) - Lycosidae

- 1 ♀ - arid meadow, 3.5 km N from Kostanjevica na Krki village; Y=533194, X=81424; 150 m a. s. l.; 26.7.2009; leg.: RTŠB 2009; det.: Kostanjšek R.
- 2 ♂, 1 ♀ - damp meadow, 250 m NW from the main building of Department of Biology on Večna pot in Ljubljana; Y=459208, X=101103; 300 m a. s. l.; 7.5.2003 and 20.5.2003; leg. Gregorič M., det. Kostanjšek R.

***Pardosa proxima*** (C. L. Koch, 1847) - Lycosidae

- 2 ♀ - arid meadow, 150 m NW from the main building of Department of Biology on Večna pot in Ljubljana; Y=459330, X=101087; 300 m a. s. l.; 23.4.2003; leg. & det. Gregorič M.
- 1 ♂ - near pond, Brdo pri Kranju; Y=454290, X=127681; 470 m a. s. l.; 27.6.2004; leg. & det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - arid meadow, 3.2 km SW from Rečica ob Savinji village; Y= 492108, X=128868; 395 m a. s. l.; 27.7.2007; leg.: RTŠB 2007, det.: Gregorič M.

Distribution and comment: all three above listed species of the genus *Pardosa* are widespread throughout Europe (Blick *et al.* 2004, Nentwig *et al.* 2010), including all countries neighbouring Slovenia (Nikolić & Polenec 1981, Samu & Szinetár 1999, Stoch 2003). Their presence in Slovenia was therefore more or less expected, confirming therefore previous assumptions on the presence of *P. agricola* and subspecies *P. proxima poetica* in Slovenia (Nikolić & Polenec 1981).

***Zora armillata*** Simon, 1878 - Zoridae

- 1 ♀ - forest; Krakovski gozd, 2.2 km N from Kostanjevica na Krki village; Y=533134, X=80111; 150 m a. s. l.; 26.7.2009; leg.: RTŠB 2009, det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species is distributed from Europe to Russia (Platnick 2010) and present in most of the countries of Central Europe, where the species is associated with wet habitats and relatively rarely found (Roberts 1995). Among the neighbouring countries, the species has been recorded from Austria (Blick *et al.* 2004), Hungary (Samu & Szinetár 1999) and Italy (Stoch 2003).

***Nurscia albomaculata*** (Lucas, 1846) - Titanoecidae

- 1 ♂, 5 ♀ - sea shore, Bonifika, Ankaran; Y=401950, X=48580, 0 m a. s. l.; 14.7.2004; leg.: RTŠB 2004; det.: Kostanjšek R.
- 2 ♂, 5 ♀ - meadow, 150 m S from Cape Ronek Peak near Strunjan; Y=392369, X=44550, 60 m a. s. l.; 17.7.2004; leg.: RTŠB 2004; det.: Kostanjšek R.
- 1 ♂, - meadow, 300 m N from Cape Ronek Peak near Strunjan; Y=392790, X=44345, 60 m a. s. l.; 14.7.2004; leg.: RTŠB 2004; det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: beside the site from Germany (Blick *et al.* 2004), the range of the species in Europe spreads from the Iberian Peninsula to France, Italy (Stoch 2003, Nentwig *et al.* 2010) and the Balkan Peninsula (Nikolić & Polenec 1981, Nentwig *et al.* 2010) and further into Central Asia (Platnick 2010). All three collection sites listed above are located on Slovenian coast in warm, sunny habitats, which are preferred by species according to Nentwig *et al.* (2010).

***Philodromus longipalpis*** Simon, 1870 - Philodromidae

- 1 ♀ - forest, northern slope of the Kutošev breg hill, 1 km NW from Šalovci village, Goričko region; Y=597389, X=187700; 270 m a. s. l.; 23.7.1999; leg.: RTŠB 1999, det.: Kostanjšek R.
- 2 ♀ - forest, 500 m W from Gorje pri Cerknem village; Y=420558, X=112339; 650 m a. s. l.; 27.7.2000; leg.: RTŠB 2000, det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - arid meadow and forest edge, S of Stepani, E from Dekani village; Y=411090, X=45500; 140 m a. s. l.; 12.6.2004; leg. Fišer C., det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - meadow, 700 m NE from village Modrejce, S of Tolmin; Y=403940, X=114607; 160 m a. s. l.; 22.7.2010; leg.: RTŠB 2010, det.: Kostanjšek R.

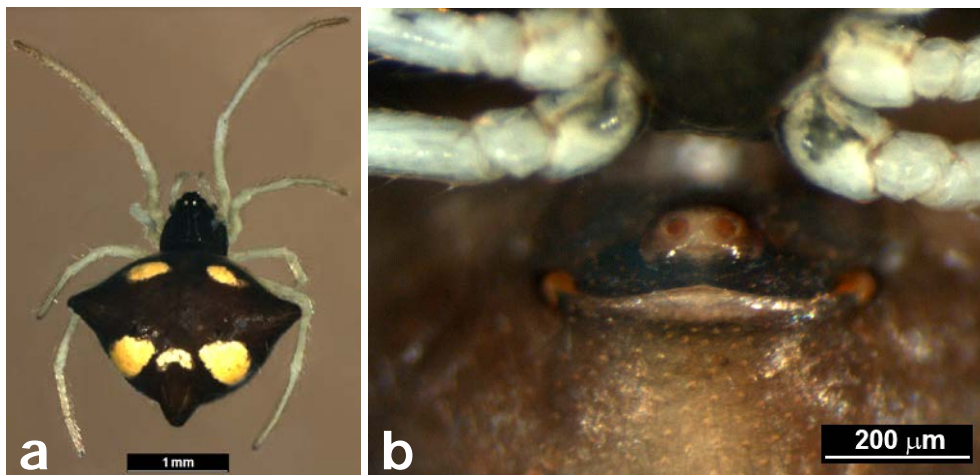
Distribution and comment: the species has been recorded in most European countries (Blick *et al.* 2004), including all countries neighbouring Slovenia (Nikolić & Polenec 1981, Samu & Szinetár 1999, Stoch 2003, Nentwig *et al.* 2010), except Austria. Therefore, the species is another in the list of previously expected (Nikolić & Polenec 1981), yet unconfirmed spider species in Slovenia so far.

***Theridula gonygaster*** (Simon, 1873) - Theridiidae

- 1 ♀ - meadow, 500 m SW from Most na Soči; Y=402925, X=112650, 210 m a. s. l.; 24.7.2010; leg.: Knapič T., det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - damp meadow, eastern spring of Lamošček stream, E of Bavconov vrh peak near Šempeter pri Gorici; Y=398268, X=87791; 180 m a. s. l.; 4.8.2010; leg.: Vinko D., det.: Knapič T. Kostanjšek R.

Distribution and comment: although *T. gonygaster* is considered cosmopolitan (Platnick 2010), the confirmed records on its presence in Europe are restricted to the south-western part of Europe. Since species has been recorded only from Corsica (Simon 1873), parts of Italy (Brignoli 1969, Stoch 2003) and relatively recently from Spain (Melic 2000), the species is considered rare. Therefore, the records of *T. gonygaster* on two sites in Slovenia during the same season are probably amongst the most interesting findings in recent year. Despite its relatively small size, with body length of approximately 2 mm, the species has a distinctive habitus with glossy black cephalothorax and dark brown abdomen with several well defined yellow markings. Abdomen is broader than long, with two lateral and posterior tuberculum,

which gives it distinctive rhomboidal appearance (Figure 1a). Beside its distinctive habitus, the species has been determined by the outer morphology of female genitalia (Levi 1967, Melic 2000, Yoshida 2001) (Figure 1b). Since the species is considered rare and restricted to warm climate, two records of *T. gonygaster* in western Slovenia during the same season might be explained by so far unrecorded local geographical or seasonal distribution of the species. Although it is tempting to speculate on climate change and spreading of the species' range towards the north due to global warming, it cannot be excluded that the species has often been simply overlooked due to its size.



**Figure 1.** Dorsal view of a female *Theridula gonygaster* (a) and ventral view of its epigine (b).

**Slika 1.** Samica pajka *Theridula gonygaster* s hrbtne strani (a) in njena epigina z ventralne strani (b).

***Cnephalocotes obscurus*** (Blackwall, 1834) - Linyphiidae

- 1 ♂ - quarry, 240 m SW of Slepšek, W of Mokronog village; Y=50997, X=88839; 280 m a. s. l.; 24.7.2009; leg.: RTŠB 2009, det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - arid meadow, 560 m E of Mokronog village; Y=512289, X=88900; 250 m a. s. l.; 22.7.2009; leg.: RTŠB 2009, det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species is considered Palearctic (Platnick *et al.* 2010) and has been recorded throughout Europe, including Austria (Blick *et al.* 2004) and Italy (Stoch 2003) and Serbia among countries in the region (Deltshv *et al.* 2003). With its body length less than 2 mm, the species might be easily overlooked. However, the distinctive reproductive organs, especially male palpus, enable relatively easy and unambiguous determination of this species. The finding is the first record of the genus in Slovenia.



***Helophora insignis*** (Blackwall, 1841) - Linyphiidae

- 1 ♀ - entrance of the Bilpa cave, S of Kočevje; Y=497460, X=41084; 250 m a. s. l.; 20.7.2008; leg.: RTŠB 2008, det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species is Holarctic, recorded throughout Europe (Nentwig *et al.* 2010), including all countries neighbouring Slovenia, except Croatia (Samu & Szinetár 1999, Stoch 2003, Blick *et al.* 2004). Being the only species of the genus in Europe, the record also yields the first data on the genus in Slovenia.

***Runcinia grammica*** (C. L. Koch, 1837) - Thomisidae

- 1 ♀ - meadow, 150 m S from Cape Ronek Peak near Strunjan; Y=392369, X=44550, 60 m a. s. l.; 14.7.2004; leg.: RTŠB 2004; det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - meadow E from road, 500 m NEE from Marezige village; Y=407340, X=41300; 280 m a. s. l.; 16.7.2004; leg.: RTŠB 2004, det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - arid meadow, 400 m S of Šternci, S from Sv. Peter nad Dragonjo village; Y=396655, X=35165; 80 m a. s. l.; 9.6.2004; leg. & det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - arid meadow and bush, W from road, 500 m N of Kopriva village, N from Sežana; 280 m a. s. l.; 30.3.2004; leg.: Fišer C., det.: Kostanjšek R.
- 1 ♂ - meadow, 50 m E of St. Duh Church at Sveti Peter nad Dragonjo village; Y=397110, X=36300; 210 m a. s. l.; 12.6.2004; leg. & det.: Kostanjšek R.
- 4 ♂ - arid meadow 60 m SE of Sv. Trojica Church at Hrastovlje; Y= 414630, X=41160; 160 m a. s. l.; 11.6.2004; leg.: Fišer C., det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species is Palearctic (Platnick 2010), common in South Europe and rather rare in Central Europe (Heimer & Nentwig 1991). It has been recorded from all countries neighbouring Slovenia, except Austria (Nikolić & Polenec 1981, Samu & Szinetár 1999, Stoch 2003, Blick *et al.* 2004). The species is quite common in the Slovenian Karst region and it came as a surprise that beside the students field reports (e.g. Kostanjšek 2005), the species and the genus have not been properly recorded so far.

***Heriaeus hirtus*** (Latreille, 1819) - Thomisidae

- 3 ♂ - meadow, 750 m W from Tinjan village; Y=408515, X=46850; 300 m a. s. l.; 17.7.2004; leg.: RTŠB 2004, det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - rock wall 500 m S of Dragonja village; Y=395625, X=35080; 60 m a. s. l.; 16.7.2004; leg.: RTŠB 2004, det.: Kostanjšek R.
- 2 ♂, 1 ♀ - arid meadow, 400 m S of Šternci, S from Sv. Peter nad Dragonjo village; Y=396655, X=35165; 80 m a. s. l.; 9.6.2004; leg. & det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - meadow, 400 m S of Sv. Duh Church in Sv. Peter nad Dragonjo village; Y=397100, X=35825; 200 m a. s. l.; 9.6.2004; leg. & det.: Kostanjšek R.
- 1 ♂ - bush and meadow, 1 km S from St. Duh Church in Sveti Peter nad Dragonjo village; 12.6.2004; leg.: Fišer C., det.: Kostanjšek R.
- 2 ♂ - arid meadow 60 m SE of Sv. Trojica Church in Hrastovlje; Y= 414630, X=41160; 160 m a. s. l.; 11.6.2004; leg.: Fišer C., det.: Kostanjšek R.
- 2 ♀ - arid meadow and forest edge, S of Stepani, E from Dekani village; Y=411090, X=45500; 140 m a. s. l.; 12.6.2004; leg. Fišer C., det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species' range spreads throughout Southern Europe, from the Iberian to the Balkan Peninsulas. It has been recorded from all countries neighbouring

Slovenia, except Austria (Nikolić & Polenec 1981, Samu & Szinetár 1999, Stoch 2003, Blick *et al.* 2004). Although the genus can be easily recognized by its distinctive hairy appearance and has been recorded in Slovenia previously (Kuntner 1997, Kuntner & Šereg 2002), the determination at the species level can be challenging due to the similar outer anatomy of genitalia within the genus (Loerbroks 1983). The same as *R. grammica*, *H. hirtus* is commonly found during the summer in warmer and arid habitats of the Karst region, and has therefore been expected in Slovenia.

***Xysticus ninnii*** Thorell, 1872 - Thomisidae

- 5 ♀ - meadow, 1.5 km S from Zagozdec village, SW of Črnomelj; Y=505008, X=41175; 400 m a. s. l.; 20.7.2008; leg.: RTŠB 2008, det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - meadow; 500 m NE of Kal nad Kanalom village; S of Most na Soči; Y=403336, X=105527; 740 m a. s. l.; 25.7.2010; leg.: RTŠB 2010, det.: Kostanjšek R.
- 1 ♀ - meadow; 440 m NE of Bata village; S of Most na Soči; Y=398311, X=101279; 660 m a. s. l.; 25.7.2010; leg.: RTŠB 2010, det.: Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species is distributed throughout Europe (except Britain and Scandinavia (Nentwig *et al.* 2010)), including all countries neighbouring Slovenia (Nikolić & Polenec 1981, Samu & Szinetár 1999, Stoch 2003, Blick *et al.* 2004). Therefore, a record of this Palearctic species in Slovenia has been expected (Nikolić & Polenec 1981).

***Nesticus idriacus*** Roewer, 1931 - Nesticidae

- 1 ♀ - Čendova jama cave (cave cadastre No. 2903), Ponikve S from Kneža village; Y=409420, X=112390; 570 m a. s. l.; 3.6.2009; leg.: Zagmajster M., Trontelj P., Prevorčnik S., Lah L., det. Kostanjšek R.

Distribution and comment: the species is endemic to northeast Italy (Thaler 1981, Stoch 2003), Austria (Thaler 1981, Blick *et al.* 2004) and Slovenia. Due to destruction of its finding site in Ciganska jama near Črni vrh in Trnovski gozd forest (Nikolić & Polenec 1981), the species has been considered extinct according to the IUCN classification in the previous (Polenec 1992) as well as current Red list of endangered species in Slovenia (Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam - UL RS 82/4055). Despite its status, a male *N. idriacus* has been recorded from Golerjev ali Jamniški pekel cave in northwestern Slovenia (Kranjc & Novak 1977, Novak 2005), followed by recent record of a female in Čendova jama cave listed above. Since the above mentioned records clearly indicate recent presence of the species in Slovenia, a transfer of *N. idriacus* to the IUCN »rare« (R), the same as other endemic cave spiders in Slovenia, should be made.

## Povzetek

Prispevek je prvi v seriji prispevkov o favni pajkov Slovenije, vzpostavljeni z namenom spodbujanja objav novih zanimivih najdb pajkov na območju Slovenije, saj je kljub večjemu številu novih najdb pajkov v zadnjem desetletju poznavanje slovenske aranaeofavne še vedno nepopolno. Prispevek obravnava 16 vrst pajkov, ki do sedaj v Sloveniji še niso bile najdene, in sicer: *Aphantaulax trifasciata* (O. P.-Cambridge, 1872), *Araneus triguttatus* (Fabricius, 1793), *Arctosa cinerea* (Fabricius, 1777), *Cnephalocotes obscurus* (Blackwall, 1834), *Helophora insignis* (Blackwall, 1841), *Heriaeus hirtus* (Latreille, 1819), *Nomisia exornata* (C. L. Koch, 1839), *Nurscia albomaculata* (Lucas, 1846), *Pardosa agricola* (Thorell, 1856), *Pardosa prativaga* (L. Koch, 1870), *Pardosa proxima* (C. L. Koch, 1847), *Philodromus longipalpis* Simon, 1870, *Runcinia grammica* (C. L. Koch, 1837), *Theridula gonygaster* (Simon, 1873), *Xysticus ninnii* Thorell, 1872 in *Zora armillata* Simon, 1878. Predstavljeni sta tudi novi najdbi vrste *Nesticus idriacus* Roewer, 1931, ki je v Sloveniji veljala za izumrlo, in predlog za njeno premestitev v skupino redkih vrst (R) po klasifikaciji ogroženosti IUCN.

Poleg nekaterih redkih vrst, kot na primer *T. gonygaster*, je pojavljanje večine v prispevku predstavljenih vrst v Sloveniji pričakovano. Prav presenetljivo pa je dejstvo, da doslej nismo imeli nobenih objav o vrstah, kakršni sta *H. hirtus* in *R. grammica*, ki sta razmeroma pogosti v jugozahodni Sloveniji, kar pa očitno govori o nezadostni raziskanosti aranaeofavne v nekaterih predelih Slovenije.

## Reference

- Atlas okolja - Agencija Republike Slovenije za okolje. Version 01.12.2010. On: [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)
- Blick T., Bosmans R., Buchar J., Gajdoš P., Hänggi A., Van Helsdingen P., Ružicka V., Starega W., Thaler K. (2004): Checkliste der Spinnen Mitteleuropas. Checklist of the spiders of Central Europe. (Arachnida: Araneae). Version 1, December 2004. On: [http://www.arages.de/checklist.html#2004\\_Araneae](http://www.arages.de/checklist.html#2004_Araneae)
- Brignoli P.M. (1969): Notizie sui Theridiidae della Calabria. Memorie Mus. civ. Stor. nat. Verona 16: 261-269.
- Deltshev C.C., Čurčić B.M.P., Blagoev G.A. (2003): The spiders of Serbia – Monographs volume VII. Institute of Zoology, Faculty of Biology, University of Belgrade, Belgrade, 832 pp.
- Fišer C., Kostanjšek R. (2001): A contribution to the knowledge of the jumping spiders fauna in Slovenia (Araneae, Salticidae). *Natura Sloveniae* 3(2):33-40.
- Gregorič M., Kuntner M. (2009): Epigeal spider diversity of the classical Karst. *Hacquetia* 8(1): 67-78.
- Heimer S., Nentwig W. (1991): Spinnen Mitteleuropas. Paul Parey, Berlin, 543 pp.
- Kostanjšek R., Miller J. (2004): New records of sheet web spiders from Slovenia (Arachnida: Araneae: Linyphiidae). *Natura Sloveniae* 6(1): 19-24.
- Kostanjšek R., Fišer C. (2005): New records of jumping spiders (Araneae: Salticidae) for Slovenia. *Natura Sloveniae* 7(1): 5-11.

- Kostanjšek R. (2005): Poročilo o delu araneološke skupine. In: Planinc G. (ed.), Raziskovalni tabor študentov biologije, Dekani 2004. Društvo študentov biologije, Ljubljana, pp. 31-36.
- Kranjc A., Novak T. (1977): Golarjev ali Jamniški pekel pod Olševo. Naše jame 19: 29-36.
- Kuntner M. (1997): Prispevek k poznavanju favne pajkov jugozahodne Slovenije in ugotavljanje vrstnega bogatstva pajkov gozda na Brkinih (Arachnida: Araneae). In: Bedjanič M. (ed.), Raziskovalni tabor študentov biologije Podgrad '96. Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, Gibanje znanost mladini, Ljubljana, pp. 11-32.
- Kuntner M., Šereg I. (1997): Additions to the spider fauna of Slovenia, with a comparison of spider species richness among European countries. Bull. - Br. Arachnol. Soc. 12(4): 185-195.
- Kuntner M., Kostanjšek R. (2000): A faunistic-ecological contribution to the knowledge of the spider fauna of western Slovenia (Arachnida: Araneae). Natura Sloveniae 2(1): 13-28.
- Levi H.W. (1967): Cosmopolitan and pantropical species of theridiid spiders (Araneae: Theridiidae). Pacific Insects 9(2): 175-186.
- Loerbroks A. (1983): Revision der Krabbenspinnen-Gattung *Heriaeus* Simon (Arachnida: Araneae: Thomisidae). Verh. naturwiss. Ver. Hamburg 26: 85-139.
- Melic A. (2000): *Theridula gonygaster* (Simon, 1873) en España (Araneae: Theridiidae). Rev. Iber. Aracnol. 1: 49-50.
- Nentwig W., Hänggi A., Kropf C., Blick T. (2010): Spinnen Mitteleuropas - Bestimmungsschlüssel. Version 08.12.2010. On: <http://www.araneae.unibe.ch/index.html>.
- Nentwig W., Blick T., Gloor D., Hänggi A., Kropf C.: Spiders of Europe. On: [www.araneae.unibe.ch](http://www.araneae.unibe.ch). Version of 17.12.2010.
- Nikolić F., Polenec A. (1981): Aranea. Catalogus Faunae Jugoslaviae III/4. SAZU, Ljubljana, 135 pp.
- Novak T. (2005): Terrestrial fauna from cavities in Northern and Central Slovenia, and a review of systematically ecologically investigated cavities. Acta carsologica 34(1): 169-210.
- Polenec A. (1992): Rdeči seznam ogroženih pajkov (Aranea) Slovenije. Varstvo narave 17: 173-176.
- Platnick N. I. (2010): The world spider catalog, version 11.0. American Museum of Natural History. On: <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Ur.l. RS 12(82): 8994-8975 (24.9.2002).
- Roberts M.J. (1993a): Spiders of Great Britain and Ireland, (Part 1), Harley Books, Cholchester, 229 pp.
- Roberts M.J. (1993b): Spiders of Great Britain and Ireland, (Part 2), Harley Books, Cholchester, 204 pp.
- Roberts M.J. (1995): Spiders of Britain and Northern Europe. Collins field guide series. Harper Collins Publishers, London, 383 pp.
- Scopoli J.A. (1763): Entomologia Carniolica exhibens Insecta Carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates - Methodo Linnaeana - Trattner, Vindobonae. (IV), XXXII, 424 pp.

- Simon E. (1873): Aranéides nouveaux ou peu connus du midi de l'Europe. Mém. Sci. Roy. Sci. Liège 2(5): 174 pp.
- Samu F., Szinetár C. (1999): Bibliographic check list of the Hungarian spider fauna. Bull. Brit. Araneol. Soc. 11(5): 161-184.
- Stoch F. (2003): Checklist of the Italian fauna. Version 03.12.2003. On:  
<http://www.faunaitalia.it/checklist/introduction.html>
- Thaler K. (1981): Über *Nesticus idriacus* Roewer 1931 (Arachnida: Araneae: Nesticidae). Senckenbergiana biol. 61 (3/4):271-276.
- Yoshida H. (2001): A revision of the Japanese genera and species of subfamily Theridiinae (Araneae: Theridiidae). Acta Arachnologica 50(2): 157-181.