

UNIVERZITET U BEOGRADU  
BIOLOŠKI FAKULTET

Olga S. Jakovljević

**EPIBITSKE ZAJEDNICE SILIKATNIH  
ALGI – SEZONSKA DINAMIKA I  
PROCENA EKOLOŠKOG STATUSA  
ODABRANIH REKA ISTOČNE I  
JUGOISTOČNE SRBIJE**

doktorska disertacija

Beograd, 2019

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Olga S. Jakovljević

**EPILOTHIC DIATOM COMMUNITIES –  
SEASONAL DYNAMICS AND  
ECOLOGICAL STATUS ASSESSMENT  
OF SELECTED RIVERS FROM THE  
EASTERN AND SOUTHEASTERN  
SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

**Mentor:**

dr **Jelena Krizmanić**, vanredni profesor,  
Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

**Članovi komisije:**

dr **Gordana Subakov Simić**, vanredni profesor,  
Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

dr **Snežana Simić**, vanredni profesor,  
Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet

**Datum odbrane:** \_\_\_\_\_

*Doktorska disertacija je realizovana na Katedri za algologiju, mikologiju i lihenologiju Instituta za botaniku i botaničke bašte „Jevremovac“, Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (br. TR037009).*

*Najpre bih želela da se zahvalim svom mentoru, **prof. dr Jeleni Krizmanić** na bezrezervnoj pomoći, podršci i savetima tokom čitavog perioda izrade disertacije. Mnogo toga sam naučila od Vas, hvala Vam na tome.*

*Veliku zahvalnost dugujem **prof. dr Gordani Subakov Simić** koja je umnogome doprinela svojim interesantnim predavanjima, još tokom osnovnih studija, da zavoim „svet algi“. Hvala i na aktivnom praćenju mog rada i korisnim savetima.*

***Prof. dr Snežani Simić** se zahvaljujem na pažljivom čitanju disertacije, korisnim sugestijama i savetima koji su pozitivno uticali na njen kvalitet.*

*Zahvalnost dugujem i **prof. dr Mirku Cvijanuu**, koji me je bliže upoznao sa „svetom algi“.*

*Želim da se zahvalim **prof. dr Ivani Živić** i **doc. dr Katarini Stojanović** na sakupljenim uzorcima.*

***Milici Petrović Đurić** se zahvaljujem na pomoći pri radu u laboratoriji, kao i u radu sa studentima.*

*Mojoj dragoj kolegini, ali pre svega drugarici, dr Slađani Popović, hvala na pomoći pri statističkoj obradi podataka. Veliko hvala na ogromnoj podršci i divnim trenucima druženja.*

*Veliku zahvalnost dugujem Danijeli Vidaković, koja je uvek bila spremna i voljna da pomogne. Takođe, hvala ti i za jutarnja „ispijanja kafe“.*

*Dragim kolegama sa katedre, Dragani Predojević, Ivani Trbojević, Jasmini Čilerdžić, Aleksandru Kneževiću, Milošu Stuparu, Nikoli Unkoviću i Željku Savkoviću hvala na pomoći, kao i na trenucima odmora, koje ste činili interesantnim i zabavnim.*

*Ogromnu zahvalnost dugujem svom velikom prijatelju i kolegi, Jelici Novaković. Hvala ti na безусловnoj podršci tokom svih ovih godina i što si uvek uz mene. Veliko hvala na ohrabrenju u teškim trenucima, kako poslovnim, tako i privatnim. Divno je imati te za prijatelja! Takođe, hvala na pomoći pri izradi karata.*

*Posebnu zahvalnost dugujem svojim roditeljima, Stevanu i Veri, bez čije pomoći u svakom mogućem smislu ne bih uspela. Neizmerno vam hvala što ste me, ne samo rečima, već i sopstvenim primerom, naučili da cenim prave životne vrednosti. Znate da ste jedni od retkih ljudi kojima se divim!*

*Disertaciju posvećujem svojoj sestri Aleksandri, koja mi je uvek davala snagu i verovala u mene.*

*Autor*

*“Voda nije komercijalni proizvod kao drugi, već nasleđe koje mora biti zaštićeno, branjeno i tretirano kao takvo”.*

*Preambula Okvirne direktive o vodama Evropske unije*

*“Kada sve drveće bude posečeno, kada sve životinje budu izlovljene, kada sve reke budu zagađene, kada vazduh više ne bude za disanje, tek onda ćeš shvatiti da ne možeš da jedeš novac”.*

*Indijanska poslovice*

## **Epilitske zajednice silikatnih algi – sezonska dinamika i procena ekološkog statusa odabranih reka istočne i jugoistočne Srbije**

### **Sažetak**

Analizom zajednice silikatnih algi može se dobiti slika opšteg stanja, ekološkog integriteta i kvaliteta vode određenog vodenog ekosistema. U cilju implementacije Okvirne direktive o vodama, u Srbiji je doneta zakonska regulativa na osnovu koje je obavezna procena ekološkog statusa površinskih voda na osnovu bentosne zajednice silikatnih algi.

Predmet ove doktorske disertacije je floristička studija epilitskih zajednica silikatnih algi, njihova sezonska dinamika i primena dijamnih indeksa kao relevantnih parametara u proceni ekološkog statusa odabranih reka istočne i jugoistočne Srbije.

Algološki i fizičko-hemijski uzorci su sakupljeni šest puta u periodu od dvanaest meseci sa šest lokaliteta duž toka reke Vrle i reke Crnice, odnosno sa pet lokaliteta duž toka reke Mlave i Radovanske reke. Pri izboru lokaliteta vodilo se računa o položaju pastrmskog ribnjaka i njegovom uticaju kao potencijalnom izvoru zagađenja ovih reka.

Tokom istraživanog perioda identifikovano je ukupno 375 taksona epilitskih silikatnih algi u Vrli, Mlavi, Crnici i Radovanskoj reci. Pored ugroženih taksona, identifikovani su i taksoni koji se smatraju retkim.

Od ukupnog broja identifikovanih, 50 taksona je prvi put zabeleženo u flori algi Srbije. Rod *Decussata* predstavlja novi rod za floru algi Srbije.

CCA analiza uticaja ekoloških parametara na distribuciju taksona epilitske zajednice silikatnih algi iz 4 istraživane reke je pokazala da ribnjaci utiču na fizičko-hemijske osobine vode, a samim tim na sastav epilitske zajednice. Kao značajni fizičko-hemijski faktori izdvojili su se  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$  i EP.

Na osnovu većine dijamnih indeksa voda sve četiri istraživane reke je dobrog ekološkog statusa (II klasa kvaliteta).

Prema zakonskoj regulativi Srbije, na osnovu bioloških (fitobentos) i fizičko-hemijskih elemenata, ekološki status vode istraživanog dela reke Vrle je dobar (II klasa), a reke Mlave umeren (III klasa). Konačan ekološki status Crnice i Radovanske reke je procenjen kao slab (IV klasa).

RDA analiza je pokazala visok stepen međusobne korelacije većine indeksa u svim istraživanim rekama. LOBO i WAT se mogu izdvojiti kao indeksi koji su negativno korelisani sa ostalim dijetomnim indeksima u Mlavi, LOBO indeks u Vrli, a WAT u Radovanskoj reci.

Naši rezultati ukazuju da su, na osnovu udela indikatorskih vrsta u zajednici epilitskih silikatnih algi, dijetomni indeksi IPS, GDI, IBD i TDI pouzdani u proceni ekološkog statusa brdsko-planinskih tekućica u Srbiji. IPS indeks je pokazao najveći stepen korelacije sa CEE, EPI-D, IDSE/5 i IBD. Najpouzdaniji dijetomni indeksi procene ekološkog statusa brdsko-planinskih tekućica u Srbiji su IPS i IBD.

**Ključne reči:** epilitske silikatne alge, sezonska dinamika, floristički sastav, dijetomni indeksi, ekološki status, Vrta, Mlava, Crnica, Radovanska reka

**Naučna oblast:** Biologija

**Uža naučna oblast:** Algologija

**UDK broj:** 582.261:581.526.323:574.3:574.57:581.95:556.03(497.11-12/-13)(043.3)



## **Epilithic diatom communities – seasonal dynamics and ecological status assessment of selected rivers from the Eastern and Southeastern Serbia**

### **Abstract**

By analyzing the benthic diatom community, a picture of the general condition, ecological integrity and water quality of a particular aquatic ecosystem can be obtained. In order to implement the Water Framework Directive, a legislation has been adopted in the Republic of Serbia that requires an assessment of the ecological status of surface waters based on the benthic diatoms.

The aim of this PhD thesis was the floristic analysis of the epilithic diatom communities, their seasonal dynamics and the application of diatom indices as relevant parameters in the ecological status assessment of the selected rivers from the Eastern and Southeastern Serbia.

Algological and physico-chemical samples were collected six times over a period of twelve months from six sites along the Vrla and Crnica rivers, and from five sites along the Mlava and Radovanska rivers. In selecting the sites taken into account the position of a trout ponds and its impact as a potential sources of pollution of the rivers.

A total of 375 epilithic diatom taxa in Vrla, Mlavi, Crnica and Radovanova rivers were identified during the investigated period. Some endangered and rare taxa were identified.

Of the total number of identified taxa, 50 taxa were new records for the Serbian algal flora. The genus *Decussata*, with the rare species *D. hexagona*, was recorded for the first time in Serbia.

The CCA analysis of the impact of ecological parameters on the distribution of the diatom taxa from the investigated rivers has shown that the fish ponds affect the water physico-chemical properties and, consequently, the composition of the epilithic diatom communities.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$  and EP have been identified as important physical-chemical factors.

Based on the values of the majority diatom indices, all investigated rivers have a good ecological status (II quality class).

According to the Serbian legislation, based on biological (phytobenthos) and physical-chemical elements, the ecological status of the water of the investigated part of the Vrla River is good (II class) and the Mlava River is moderate (III class). The final ecological status of Crnica and Radovanska rivers is assessed as poor (IV class).

The RDA analysis showed a high degree of mutual correlation of most diatom indices in all investigated rivers. LOBO and WAT can be distinguished as indices that are negatively correlated with other diatom indices in the Mlava River, LOBO index in the Vrla, and WAT in the Radovanova River.

Our results indicate that, based on the proportion of indicator species in the epilithic diatom community, IPS, GDI, IBD and TDI diatom indices are reliable in assessing the ecological status of rivers and streams in Serbia. The IPS index showed the highest degree of correlation with CEE, EPI-D, IDSE/5 and IBD. The most reliable diatom indices for the assessment of the ecological status of rivers and streams in Serbia are IPS and IBD.

**Key words:** epilithic diatoms, seasonal dynamics, floristic composition, diatom indices, ecological status, Vrla River, Mlava River, Crnica River, Radovanska River

**Scientific field:** Biology

**Scientific subfield:** Algology

**UDK number:** 582.261:581.526.323:574.3:574.57:581.95:556.03(497.11-12/-13)(043.3)

# SADRŽAJ

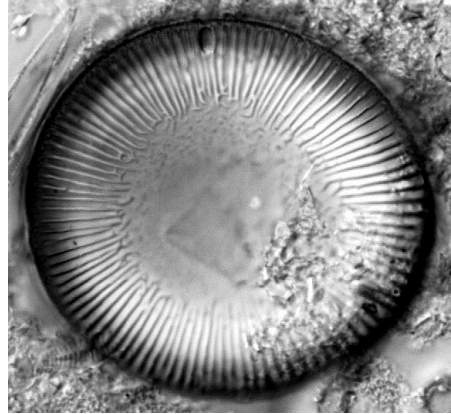
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Opšte odlike silikatnih algi .....	2
1.1.1. Građa vegetativne ćelije i životne forme silikatnih algi .....	2
1.1.2. Životni ciklus silikatnih algi .....	5
1.1.3. Brojnost, distribucija i klasifikacija silikatnih algi .....	7
1.1.4. Značaj silikatnih algi u prirodi i za čoveka .....	8
1.2. Vremenska i prostorna dinamika zajednica silikatnih algi u rekama i potocima ...	9
1.3. Biološki monitoring u rekama i potocima na osnovu silikatnih algi.....	13
1.3.1. Zašto su silikatne alge dobri bioindikatori stanja vodenih ekosistema?.....	16
1.3.2. Okvirna Direktiva o vodama .....	18
1.3.3. Dijatomni indeksi .....	23
1.3.4. Zakonski okvir primene ODV u Srbiji .....	26
1.4. Pregled algoloških istraživanja silikatnih algi Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke .....	28
<b>2. CILJEVI RADA .....</b>	<b>29</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE.....</b>	<b>31</b>
3.1. Opis istraživanih reka.....	32
3.1.1. Reka Vrla .....	33
3.1.2. Reka Mlava .....	35
3.1.3. Reka Crnica .....	37
3.1.4. Radovanska reka .....	39
3.2. Dinamika i način uzorkovanja ...	41
3.3. Priprema uzoraka za izradu trajnih preparata silikatnih algi...	43

3.4. Mikroskopske analize i identifikacija silikatnih algi...	45
3.5. Izračunavanje dijametarskih indeksa i određivanje ekološkog statusa istraživanih reka.....	46
3.6. Statistička obrada podataka.....	51
<b>4. REZULTATI.....</b>	<b>53</b>
4.1. Floristički sastav epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka .....	54
4.1.1. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi reke Vrle.....	64
4.1.2. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi reke Mlave .....	68
4.1.3. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi reke Crnice .....	71
4.1.4. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi Radovanske reke .....	74
4.1.5. Novi nalazi za floru algi Srbije .....	78
4.1.5.1. Prvi nalaz roda Decussata (Patrick) Lange-Bertalot (Bacillariophyta) u Srbiji.....	78
4.1.5.2. Novi taksoni za Srbiju .....	80
4.2. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka .....	89
4.2.1. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi reke Vrle .....	90
4.2.2. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi reke Mlave ....	103
4.2.3. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi reke Crnice ....	116
4.2.4. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi Radovanske reke.. .....	127
4.3. Fizičke i hemijske karakteristike vode istraživanih reka .....	140
4.3.1. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka reke Vrle .....	140
4.3.2. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka reke Mlave .....	143

4.3.3. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka reke Crnice .....	145
4.3.4. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka Radovanske reke .....	147
4.3.5. Statistička analiza uticaja fizičkih i hemijskih parametara na sastav zajednice epilitskih silikatnih algi Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke . .....	149
4.4. Dijatomni indeksi i procena ekološkog statusa istraživanih reka .....	151
4.4.1. Reka Vrla .....	152
4.4.2. Reka Mlava .....	162
4.4.3. Reka Crnica .....	172
4.4.4. Radovanska reka .....	182
<b>5. DISKUSIJA.....</b>	<b>193</b>
5.1. Floristički sastav epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka .....	194
5.2. Odnos sezonske dinamike i distribucije zajednica epilitskih silikatnih algi fizičkih i hemijskih karakteristika vode istraživanih reka .....	198
5.3. Dijatomni indeksi i procena ekološkog statusa istraživanih reka .....	206
<b>6. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>215</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>218</b>
<b>8. PRILOG .....</b>	<b>248</b>
<b>BIOGRAFIJA AUTORA.....</b>	<b>305</b>

# *1. Uvod*

---



## 1.1. Opšte odlike silikatnih algi

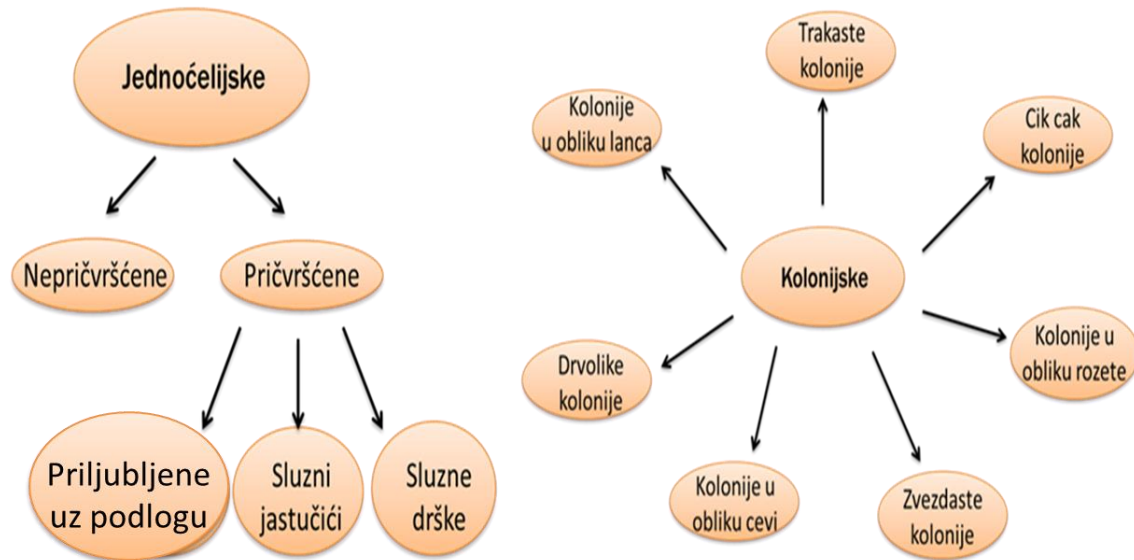
### 1.1.1. Građa vegetativne ćelije i životne forme silikatnih algi

Silikatne alge (razdeo Bacillariophyta) predstavljaju eukariotske, fotosintetske organizme mikroskopskih dimenzija. Prvi naučni zapis o silikatnim algama se nalazi u radu nepoznatog autora, koji je objavilo Londonsko Kraljevsko Društvo početkom 18. veka (Williams i Kociolek 2011). Napisan je kao odgovor na Leeuwenhoek-ovo pismo, koji je najverovatnije iste godine uočio silikatne alge pod svojim mikroskopom. Međutim, na osnovu Leeuwenhoek-ovih opisa i crteža organizama koji podsećaju na silikatne alge, ne može se sa sigurnošću tvrditi da li se zaista radi o silikatnim algama (Round i sar. 1990). Nasuprot tome, njegov anonimni savremenik je dao veoma precizan opis i ilustrativne crteže organizma, koji se danas svrstava u rod *Tabellaria* i pripada razdelu Bacillariophyta. U sistem binomne nomenklature silikatne alge su uključene tek krajem 18. veka (Round i sar. 1990). Nakon otkrića, svrstavane su u različita carstva, i Animalia i Plantae. U životinjsko carstvo su svrstavane pre svega zbog sposobnosti kretanja nekih vrsta, a u biljno zbog nepokretnih vrsta koje formiraju kolonije (White 2012). Organizmi, čije su ćelije različitih geometrijskih oblika, variraju po svojoj veličini i strukturama. Uglavnom se radi o jednoćelijskim algama, ali neke vrste mogu da grade i kolonije. Takođe, poznato je da ova grupa algi učestvuje i u formiranju biofilmova (slojevi čvrsto vezanih ćelija mikroorganizama). Oni se razvijaju u različitim vodenim ekosistemima, kao i na/u površinama van vode, kao što su vlažne površine stena ili zemljište (Popović 2018). Specifičnost ćelije silikatnih algi se ogleda u silifikovanom ćelijskom zidu prožetom silicijum-dioksidom ( $\text{SiO}_2$ -kvarc, glavna komponenta stakla) koji se naziva *teka*. Zbog toga se silikatne alge često nazivaju „algama u staklenoj kućici“ (Kale i Karthick 2015). Silifikovan ćelijski zid grade dva dela: epiteka (veći deo) i hipoteka (manji deo). Oba dela su izgrađena od valve i cinguluma (pojaseva) i razlikujemo epivalvu, hipovalvu, epicingulume i hipocingulume (Slika 1).

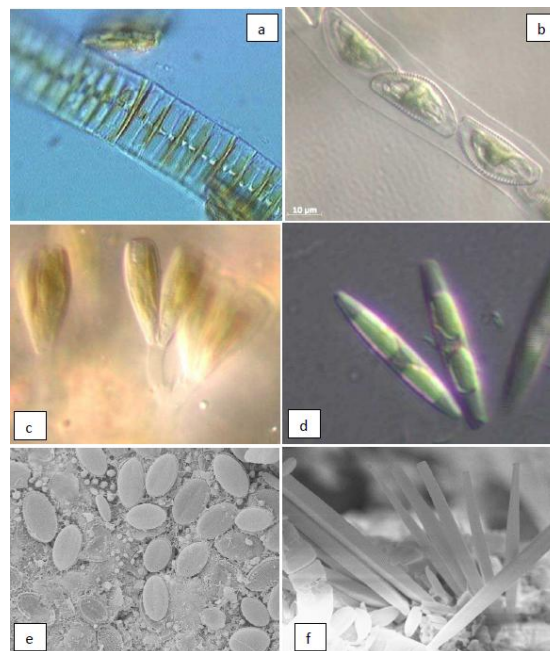




Silikatne alge mogu biti jednoćelijske i kolonijske i predstavljaju izuzetno raznovrsnu grupu algi kada su u pitanju životne forme (Slika 3 i Slika 4).



Slika 3. Šematski prikaz podele životnih formi silikatnih algi (preuzeto i prilagođeno od Rimet (2012)).

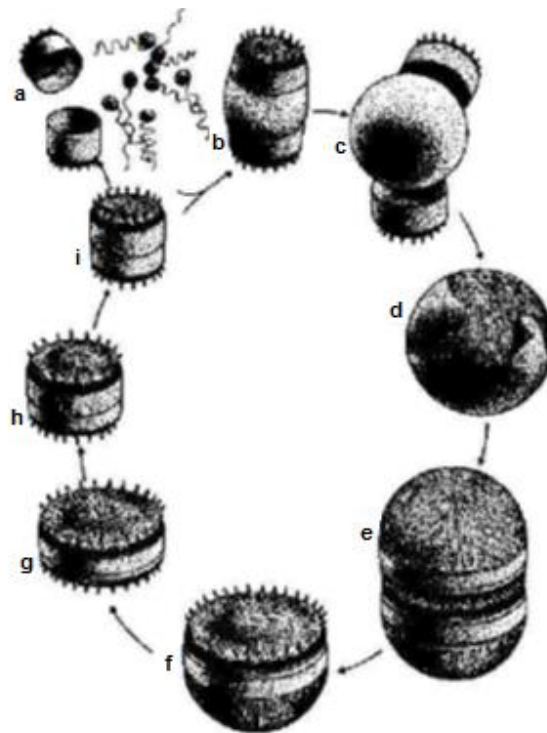


Slika 4. Primeri životnih formi kod silikatnih algi: (a) trakasta kolonija *Fragilaria vaucheriae*, (b) cevasta kolonija *Encyonema minutum*, (c) kolonije sa drškama *Gomphonema*, (d) pokretna *Nitzschia palea*, (e) slobodno-ležeća *Cocconeis placentula*, (f) kolonija u obliku rozete *Ulnaria* (preuzeto od Rimet 2012).

Poznato je i da jedan takson može imati nekoliko životnih formi tokom svog razvoja. To je slučaj sa vrstama roda *Cymbella*, koje u jednoj fazi svog životnog ciklusa mogu biti jednoćelijske i pokretne, a u drugoj kolonijske i nepokretne. U zavisnosti od tipova kolonija i životnih formi razlikuje se količina apsorbovane svetlosti, način pričvršćivanja za podlogu, kao i izbor staništa. Međutim, ovi pokazatelji (veličina ćelije i životne forme) se slabo koriste u rutinskom biomonitoringu, barem u Evropi, iako pružaju značajne informacije (Rimet 2012).

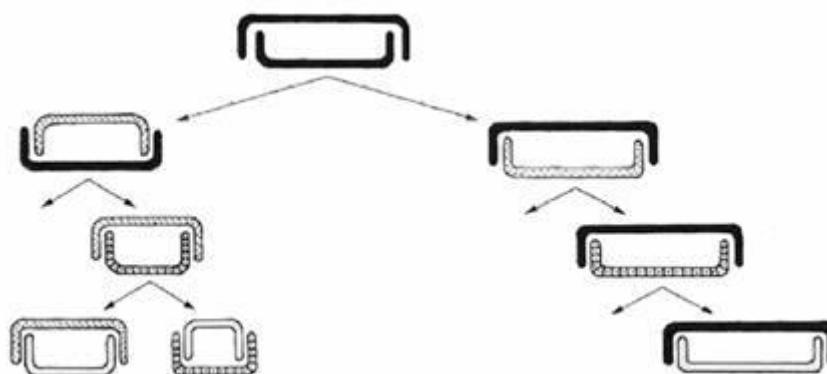
### 1.1.2. Životni ciklus silikatnih algi

Životni ciklus silikatnih algi se sastoji iz dve faze. Prva faza odgovara vegetativnom razmnožavanju (deoba ćelija kod jednoćelijskih, odnosno raskidanje kolonija kod kolonijskih algi), a druga faza polnom razmnožavanju (oogamija, izogamija i heterogamija) (Round i sar. 1990) (Slika 5).



Slika 5. Životni ciklus radialno simetričnih silikatnih algi (*Stephanodiscus* sp.): (a) formiranje pokretnih gameta, (b-c) formiranje aoksospore, (d-e) prva deoba, (f) inicijalna ćelija, (g-i) mitotička deoba i smanjenje veličine ćelije (preuzeto od Round i sar. 1990).

Deoba vegetativnih ćelija je veoma specifična kod silikatnih algi. Naime, ćerke ćelije se formiraju unutar roditeljske ćelije mitozom. Prvo se podeli jedro, a zatim i ostali delovi protoplasta na dva jednaka dela. Svaka ćerka ćelija nasleđuje po polovinu ćelijskog zida od majke ćelije. Druga polovina, koju sama sintetiše, je uvek hipoteka. To znači da jedna ćerka ćelija zadržava istu veličinu kao roditeljska (ona koja je u deobi dobila epiteku roditeljske ćelije), dok je druga nešto manja od roditeljske (ona koja je u deobi dobila hipoteku roditeljske ćelije). Stoga se prosečna veličina ćelije smanjuje sa sukcesivnim deobama u populaciji (Slika 6).



Slika 6. MacDonald–Pfitzer-ova hipoteza (preuzeto sa [http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/biodiversity/sahyadri\\_eneews/newsletter/issue26/article1/chap4.htm](http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/biodiversity/sahyadri_eneews/newsletter/issue26/article1/chap4.htm)).

Celokupni opseg variranja veličine i oblika ćelija u populaciji se naziva „serija smanjenja veličine“. Macdonald i Pfitzer su nezavisno dokumentovali ovaj fenomen 1869. godine, koji je stoga poznat kao Macdonald–Pfitzer-ova hipoteza (Slika 6) (Kale i Karthick 2015). Smanjivanje veličine ćelije se vrši do njene minimalne veličine, ispod koje ćelija nije u stanju da preživi. Smanjivanje veličine ćelija se prevazilazi na različite načine, kao što su sposobnost elastičnosti ili formiranje dopunskih pojaseva. Ipak, polno razmnožavanje je najčešći način povratka ćelije na normalnu veličinu. Tokom druge faze životnog ciklusa nastaju gameti. Oogamija je najčešći način polnog razmnožavanja kod silikatnih algi. Međutim, u okviru ovog razdela javljaju se i izogamija ili heterogamija, u zavisnosti od vrste. Rezultat polnog procesa je zigot, koji prelazi u stadijum auksospore, od koje nastaje inicijalna ćelija (Slika 5e). Stadijum auksospore je karakterističan samo za silikatne alge. Tokom njihovog rasta dolazi do potpune

silifikacije ćelijskog zida sa svim karakterističnim strukturama (Round i sar. 1990). Na taj način se prevazilazi problem smanjivanja ćelije.

### 1.1.3. Brojnost, distribucija i klasifikacija silikatnih algi

Silikatne alge predstavljaju jednu od najuspešnijih grupa algi. Radi se o izuzetno raznolikoj grupi algi sa oko 200 rodova i 10-12.000 poznatih vrsta (Kale i Karthick 2015), dok neki autori smatraju da razdeo Bacillariophyta sadrži oko 100.000 vrsta (Rimet 2012). Postoje procene da ukupan broj vrsta silikatnih algi na Zemlji iznosi čak 0,2-10 miliona vrsta. Ova ogromna varijacija u proceni broja vrsta proističe iz nedovoljne istraženosti njihovog diverziteta. Svake godine se opiše nekoliko stotina novih taksona silikatnih algi (Kale i Karthick 2015).

Predstavnici silikatnih algi su veoma rasprostranjeni u prirodi i naseljavaju mora, sve tipove slatkih voda, kao i staništa van vode, često u velikom broju. Naseljavaju plankton, bentos, ali takođe mogu živeti i kao epifitski, epizoični, endozoični i parazitski organizmi (Cvijan 2013). Postoje i heterotrofne silikatne alge koje preživljavaju u uslovima bez svetlosti (Kale i Karthick 2015).

Najšire prihvaćena klasifikacija silikatnih algi, koja je dugo godina u upotrebi, jeste ona koju su dali Round i saradnici (1990). Na osnovu ove klasifikacione šeme, silikatne alge su razdeo Bacillariophyta unutar koga se razlikuju tri klase: *Coscinodiscophyceae* (silikatne alge sa radijalnom simetrijom), *Fragilariophyceae* (silikatne alge sa bilateralnom simetrijom, bez rafe) i *Bacillariophyceae* (silikatne alge sa bilateralnom simetrijom koje poseduju rafu). Međutim, na osnovu niza molekularnih podataka, prihvaćena je nova klasifikacija silikatnih algi (Tabela 1) (Medlin i Kaczmarska 2004). Unutar razdela Bacillariophyta razlikuju se dva glavna podrazdela: *Coscinodiscophytina* (obuhvata silikatne alge sa radijalnom simetrijom) i *Bacillariophytina* unutar koga se razlikuju dve klase. Klasa *Mediophyceae* obuhvata bipolarne i multipolarne radijalno simetrične silikatne alge i predstavnike reda *Thalassiosirales*. Klasu *Bacillariophyceae* čine silikatne alge sa bilateralnom simetrijom. Može se uočiti velika sličnost ove dve klasifikacione šeme. Postoje pozitivne korelacije klasifikacione šeme dobijene na osnovu molekularnih podataka sa izvesnim citološkim osobinama. Najbolja nezavisna (ne-molekularna) podrška ovoj

klasifikacionoj šemi jeste struktura auksospora, koja je karakteristična za svaku od navedenih klasa (Seckbach i Kociolek 2011).

Tabela 1. Klasifikacija razdela Bacillariophyta prema Medlin i Kaczmarska (2004).

<b>BACILLARIOPHYTA</b>	
<b>Coscinodiscophytina</b>	<b>Bacillariophytina</b>
Coscinodiscophyceae	Mediophyceae
	Bacillariophyceae

#### **1.1.4. Značaj silikatnih algi u prirodi i za čoveka**

Silikatne alge imaju ključnu ulogu u akvatičnim ekosistemima već milionima godina, kao jedni od najvažnijih primarnih producenata na Zemlji. Procenjuje se da su ovi fotosintetski aktivni organizmi odgovorni za 20-25% ukupne primarne produkcije na kopnu i oko 40% produkcije biomase u morima tokom godine (Bozarth i sar. 2009). Ova grupa algi je odgovorna za otprilike  $\frac{1}{4}$  kiseonika koji je dostupan čoveku (Andrejić 2012).

Zbog velikog broja osobina koje ih čine izuzetno dobrim indikatorima stanja životne sredine (o čemu će biti više reči u poglavlju 1.3.), silikatne alge su jedna od grupa organizama koje se koriste u bioindikaciji kvaliteta površinskih voda, naročito tekućica (WFD 2000).

Poslednjih godina sve je veća upotreba ove grupe algi u forenzici. Primarni cilj analize silikatnih algi u forenzici je povezivanje osumnjičenih i žrtava sa mestom zločina (Kale i Karthick 2015).

Bogatstvo vrsta i široka distribucija čine silikatne alge organizmima koji imaju širok spektar primene (Jamali i sar. 2012). Taloženjem silifikovanih ćelijskih zidova uginulih silikatnih algi nastaje sedimentna stena diatomit i dijatomejski mulj. Zbog svojih osobina, kao što su rastresitost i šupljikavost, oni se koriste za filtraciju u prehrambenoj i hemijskoj industriji (Kale i Karthick 2015). Ćelijski zidovi silikatnih algi u sedimentima su često veoma dobro očuvani. Analizom sastava zajednica algi iz sedimenta nekog vodenog ekosistema dobijaju se značajni podaci o prošlosti tog ekosistema, pa je njihova primena u paleoekologiji nezamenljiva (Wagner i sar. 2017).

Nedavno su silikatne alge privukle pažnju naučnika zbog potencijalno velikog ekonomskog značaja. Ova grupa algi ima primenu u sintezi biogoriva, kao i supstanci koje se koriste u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, čineći ih dragocnim resursom veoma važnih jedinjenja (Bozarth i sar. 2009). Silikatne alge proizvode različite lipide, polisaharide, amino kiseline i vitamine. Kada je u pitanju komercijalna upotreba, lipidi se smatraju izuzetno važnim, jer su osnovna supstanca u proizvodnji biogoriva (Kale i Karthick 2015). Silikatne alge su pogodni organizmi za proizvodnju biogoriva iz više razloga: a) rastu brzo, udvostručavajući svoju biomasu u toku nekoliko časova, b) njihov rast se može lako kontrolisati promenama koncentracije silikata i c) skoro sva biomasa se može iskoristiti u komercijalne svrhe (Wang i Seibert 2017). Razmatrana je i njihova uloga u detoksikaciji prirodnog i industrijskog otpada. Takođe, neke osobine njihovog ćelijskog zida (visoka mehanička otpornost, mikro i nano pore, jedinstvene optičke karakteristike (fokusiranje svetlosti i luminiscencija) se mogu primeniti u nanotehnologiji (Medarević i sar. 2016).

Nema sumnje da će silikatne alge, sa napretkom tehnika u molekularnoj biologiji i kultivaciji, postati značajna grupa organizama za proizvodnju supstanci široke primene i to u vrlo bliskoj budućnosti (Bozarth i sar. 2009).

## **1.2. Vremenska i prostorna dinamika zajednica silikatnih algi u rekama i potocima**

Veliki broj faktora i interakcija utiču na razvoj zajednica bentosnih algi u rekama i potocima, tako da je njihovu uspešnost veoma teško predvideti. Bentosne alge poseduju osobine i strategije koje im omogućavaju da efikasno iskoriste različita staništa u rekama i potocima, od kojih na mnogim vladaju teški uslovi. Međutim, mogu se uočiti obrasci u razvoju biomase i sastavu zajednica bentosnih algi u ovim vodenim ekosistemima (Stevenson i sar. 1996). Kratko vreme generacije im omogućava da brzo reaguju na promene faktora životne sredine. Varijabilnost u biomasi i sastavu zajednica predstavlja odgovor silikatnih algi na uslove koji vladaju na staništu. Ova varijabilnost, kao i kompleksne međusobne interakcije faktora životne sredine, utiču na fiziologiju silikatnih algi i sastav njihovih zajednica (Stevenson 1997). Proučavanje vremenske i prostorne dinamike zajednica silikatnih algi je neophodno za razumevanje strukture i

dinamike vodenih ekosistema, ali i neophodan i efikasan alat za procenu njihovog ekološkog statusa (Hwang i sar. 2011).

Reke i potoci su složeni ekosistemi u kojima ekološki faktori deluju i variraju na različitim prostornim i vremenskim skalama (Heino i sar. 2010). Zajednice silikatnih algi u rekama i potocima najčešće čine bentosne i epifitske vrste (Claquin i sar. 2006). Iako su bentosne silikatne alge veoma značajne za primarnu produkciju u ovim vodenim ekosistemima, znamo iznenađujuće malo o strukturi i dinamici njihovih zajednica (Lane i sar. 2003). U prvoj polovini 20. veka su započeta istraživanja sezonske dinamike silikatnih algi (Butcher 1946). Butcher je grupisao reke u dve grupe. Prva grupa obuhvata reke u kojima se ne uočava jasna sezonska dinamika, već „klimaks zajednica“ silikatnih algi koja uključuje vrste prisutne tokom čitave godine: *Achnanthydium minutissimum*, *Nitzschia palea*, *Gomphonema olivaceum*, *G. parvulum* i *Planorhthydium lanceolatum*. Druga grupa obuhvata reke sa karakterističnim zajednicama silikatnih algi u proleće koje se retko javljaju u rekama prve grupe (*Navicula viridula* i *Surirella ovalis*) (Yallop i Kelly 2006). Proučavanje silikatnih algi u rekama i potocima se uglavnom odnosilo na njihovu ulogu u monitoringu (Lavoie i sar. 2008), dok su vremenska i prostorna dinamika zajednica slabije istraživane. Takođe, sezonska i godišnja dinamika zajednica su često proučavane odvojeno (Duncan i Blinn 1989, Gamier i sar. 1995, Soininen i Eloranta 2004). Idealna situacija bi bila sakupljanje više uzoraka nekoliko puta godišnje, tokom nekoliko godina. Stoga je i dalje nejasno da li sastav zajednica silikatnih algi varira više u toku jedne godine ili između godina.

Mnoge studije su pokazale da distribucija i sastav zajednica silikatnih algi zavisi od abiotičkih i biotičkih faktora (Pan i sar. 2006, Al-Harbi 2017), kao što su klima i eko-hidrološki režim (Weckström i Korhola 2008), geomorfološke karakteristike i namena zemljišta (Leland i Porter 2000), koncentracija nutrijenata (Biggs i Smith 2002), sastav jona (Potapova i Charles 2003) i efekat ispaše (Anderson i sar. 1999). Na primer, varijacije u protoku vode u rekama imaju značajan uticaj na primarnu produkciju i sastav zajednica bentosnih silikatnih algi (Stevenson 1990). Povećanje protoka vode može pozitivno da utiče na zajednice bentosnih silikatnih algi povećanjem turbulentnog fluksa, a samim tim i transporta hranljivih materija do ćelija algi (Wehr i Sheath 2003). Međutim, povećanje protoka vode može i negativno uticati na zajednice bentosnih algi smanjenjem stope imigracije (Song 2007). Uticaj poplava na bentosne

silikatne alge se povećava sa povećanjem njihovog intenziteta. Može biti neznatan, ali i dovesti do velikog smanjenja diverziteta (Steinman i McIntire 1990). Neki autori smatraju da na nivou zajednice režim poplava predstavlja osnovni faktor koji utiče na vremensku dinamiku silikatnih algi, kao i na kvalitet vode u rekama i potocima. Pored direktnog uticaja, poplave mogu da utiču na čitav niz faktora važnih za kolonizaciju silikatnih algi i njihov rast (koncentraciju nutrijenata, prozirnost vode, temperaturu, efekat ispaše, brzinu protoka i veličinu supstrata) (Allan i Castillo 2007). Treba imati u vidu da rečni sistem predstavlja kontinuum međuzavisnih staništa, tako da je za razumevanje strukture zajednica silikatnih algi neophodno proučavanje i razumevanje ekoloških faktora i strukture zajednica silikatnih algi duž čitavog rečnog sistema (Dalu i sar. 2014).

Na nivou vrste, same osobine silikatne alge utiču na vremensku dinamiku. Smatra se da je pojava nekog taksona u određenom trenutku u zajednici u pozitivnoj vezi sa stopom rasta, veličinom populacije i samog organizma, a u negativnoj vezi sa promenom uslova životne sredine (Reynolds 2006). Izgleda da supstrat nema jak uticaj na vremensku dinamiku silikatnih algi. Soininen i Eloranta (2004) su proučavali silikatne alge tri različite zajednice i nisu pronašli jasne razlike u stabilnosti epipelnih, epifitskih i epilitskih zajednica. Pored toga, na vremensku dinamiku silikatnih algi veliki uticaj ima i ekološka niša same vrste. Vrste koje imaju šire ekološke niše su uspešnije na staništima gde su konstantno promenljivi uslovi u odnosu na vrste koje imaju uske niše.

Vremenska dinamika zajednica silikatnih algi zavisi i od diverziteta vrsta u zajednici. Tako, u zajednicama sa velikim diverzitetom, brojnost nekih vrsta može veoma varirati, bez velikog uticaja na sastav i biomasu zajednice (Mykrä i sar. 2011). U zajednicama malog diverziteta, ukoliko nekoliko vrsta nestane, te promene imaju veliki uticaj na sastav zajednice.

Produktivnost i veličina ekosistema takođe utiču na vremensku dinamiku zajednica. Postoji razlika u sastavu zajednica silikatnih algi u potocima različite produktivnosti. U potocima niske produktivnosti, variranje sastava zajednica između lokaliteta je manje u poređenju sa potocima visoke produkcije. Adler i saradnici (2005) su pokazali da je dinamika vrsta intenzivnija u manjim ekosistemima i obratno. Ipak,



druge studije su pokazale da ovaj odnos ne važi generalno i da dinamika vrsta može biti intenzivnija i u većim ekosistemima (Korhonen i sar. 2013).

Blinn i saradnici (1998) smatraju da temperatura vode, količina nutrijenata, protok vode, količina svetlosti, efekat ispaše, i tip i veličina supstrata imaju najveći uticaj na sastav zajednica silikatnih algi. Pored toga, na sastav zajednica silikatnih algi utiču i mnogi istorijski procesi, kao što je glacijacija (Stevenson i sar. 1996). Iako je intenzivno proučavana veza između sastava zajednica algi u rekama i ekoloških faktora, još uvek ne postoji konsenzus oko toga koji faktori imaju najveći uticaj na sastav zajednica silikatnih algi u rekama. Nepostojanje konsenzusa može biti posledica činjenice da odnos zajednica-okolina zavisi i od veličine prostora proučavanja. Npr. istraživanja u okviru velikih geografskih područja (npr. na nacionalnom nivou) ukazuju da topografija (nadmorska visina, geografska dužina i širina) i klima predstavljaju najznačajnije faktore koji utiču na variranje sastava zajednica silikatnih algi (Tison i sar. 2005). Generalno, heterogenost zajednica zavisi od veličine oblasti koju posmatramo. Ako posmatramo sastav zajednica silikatnih algi na regionalnom nivou, lokalni ekološki parametri, direktno utiču na opstanak vrsta i samim tim na sastav zajednica, dok faktori koji deluju na području sliva deluju indirektno. Lokalitete u potocima i rekama treba posmatrati kao deo većih prostornih celina. Mnogi faktori i procesi (npr. namena zemljišta i interakcije ekosistema) deluju u okviru većih geografskih područja i utiču na uslove na lokalnom nivou (Hynes 1975, Webster i Patten 1979, Maloney i sar. 2008, Lamberti i sar. 2010). Lokalitete na kojima vrste direktno međusobno komuniciraju i konkurišu za resurse su deo velike prostorne celine u okviru koje vladaju određeni procesi, kao što je prostorna struktura ekoloških faktora (Leibold i sar. 2004). Dakle, ukoliko se ne razmatra uticaj faktora u okviru različitih prostornih celina, mogu se propustiti važne ekološke informacije i na taj način maskirati ili ublažiti značaj nekih biotičkih i abiotičkih faktora.

Brojne studije iz Evrope, Japana i Severne Amerike o sezonskoj dinamici algi ukazuju na prilično pravilne sezonske obrasce u rekama i potocima u umerenoj klimatskoj zoni. Silikatne alge su dominantne tokom zime i nastavljaju da budu glavna komponenta flore algi tokom proleća i ranog leta, iako se sastav vrsta menja. Druge grupe algi postaju dominantne tokom leta, naročito pripadnici razdela Chlorophyta i Cyanobacteria. U rekama u umerenoj klimatskoj zoni, diverzitet i biomasa silikatnih

algi su najveći tokom proleća, dok se drugi maksimum najčešće dešava u jesen. U ovim rekama, sezonske promene su pre svega uslovljene razlikama u dostupnosti svetlosti i koncentraciji azota (Allan i Castillo 2007).

Pored vremenske dinamike, mnogi autori su se bavili i istraživanjem prostorne dinamike sastava zajednica silikatnih algi u rekama i potocima (Virtanen 2015). Razlike u sastavu i biomasi vrsta u rekama i potocima se mogu uočiti između različitih vodenih ekosistema, ali i unutar istog vodenog ekosistema. Pojedini taksoni algi mogu pokazivati preferencije ka zrnima peska različite minerologije i topografije. Neke silikatne alge sa drškama (npr. *Staurosira leptostauron*) najčešće se javljaju na površini stabilnih zrna. Nasuprot tome, neke silikatne alge (npr. *Planothidium lanceolatum*) naseljavaju udubljenja i pukotine u zrnima i na taj način su zaštićene prilikom kotrljanja zrna. Različiti taksoni pokazuju sklonost ka određenom supstratu, kao što je kamenje ili mahovine (Cantonati i sar. 2012). Neke silikatne alge, kao što su vrste rodova *Fragilaria* i *Gomphonema*, preferiraju epiliton i epifiton, dok neke (npr. *Achnanthydium minutissimum* i *Encyonema minutum*), preferiraju epipsamon. Najveći broj taksona silikatnih algi mogu da kolonizuju većinu supstrata, ali je njihov razvoj u zreloj zajednici moguć samo ako je stanište stabilno. Razlike u sastavu vrsta takođe mogu da se uoče između različitih staništa u potoku (npr. delovi vode sa malom i velikom brzinom protoka) što ukazuje na prostorne razlike u jačini stresa, prilivu nutrijenata, svetlosnim uslovima i tipu supstrata (Stevenson i sar. 1996).

Istraživanja vremenske i prostorne dinamike zajednica silikatnih algi u slatkim vodama su neophodna za pravilan monitoring i zaštitu vodnih tela. Treba naglasiti i da će se uticaj klimatskih promena na dinamiku zajednica silikatnih algi povećavati u budućnosti, menjajući obrasce u sastavu zajednica. Imajući sve prethodno u vidu, jasno je zašto bi u budućnosti trebalo više pažnje posvetiti istraživanju vremenske i prostorne dinamike zajednica silikatnih algi u slatkim vodama (Virtanen 2015).

### **1.3. Biološki monitoring u rekama i potocima na osnovu silikatnih algi**

Reke i potoci se smatraju jednim od najugroženijih ekosistema na svetu, tako da su neophodni kontinuirani monitoring i procena njihovog ekološkog stanja (Li i sar. 2010). Prilikom ekoloških studija, u obzir treba uzeti što više ekoloških faktora kako bi

se dobio pouzdan uvid u ekološke uslove na određenom staništu. Merenje svih fizičkih i hemijskih faktora koji bi bili značajni za određivanje stanja nekog vodenog ekosistema je skoro nemoguće (Smol i Stoermer 2010). Ipak, fizičko-hemijske metode najčešće čine osnovu monitoringa. Međutim, najbolji način procene ekološkog statusa površinskih voda je upotreba fizičko-hemijskih i bioloških analiza zajedno. Kvalitet tekućih voda se može promeniti u kratkom vremenskom roku. Stoga, ove metode nude mogućnost procene trenutnog kvaliteta vode (Li i sar. 2010). Podaci o nivou zagađenja vode se dobijaju fizičko-hemijskim analizama, ali procena stepena uticaja na životnu sredinu i žive organizme zasniva se na osnovu biološkog monitoringa (Denić i sar. 2015). Stoga je biološki monitoring, pored tradicionalnih tehnika, neophodan u monitoringu i proceni ekološkog statusa površinskih voda. Vodeni organizmi, kao što su silikatne alge i beskičmenjaci predstavljaju izuzetno dobre bioindikatore koji odgovaraju na mnoge promene u svom okruženju, tj. na složene skupove faktora životne sredine (Li i sar. 2010).

Biomonitoring ili biološki monitoring se generalno definiše kao “sistematska upotreba živih organizama ili njihovih odgovora u određivanju stanja ili promena u okruženju“ (Markert i sar. 1999). U biomonitoringu koristimo različite nivoe biološke organizacije (jedinke, vrste, populacije, zajednice, ekosisteme). Međutim, u ekologiji su od značaja viši nivoi organizacije (populacije, zajednice, ekosistemi), tako da imamo različite definicije biomonitoringa: “Biomonitoring je metod posmatranja uticaja spoljašnjih faktora na ekosisteme i njihovog razvoja tokom određenog perioda, ili utvrđivanje razlika između lokaliteta” (Markert i sar. 1999). Smatra se da ova definicija najbolje odražava značaj biomonitoringa u ekologiji (Li i sar. 2010).

Biološki indikatori odgovaraju na izmenjene fizičke i hemijske uslove. Oni podrazumevaju organizme koji žive u rasponu od jednog dana do nekoliko godina, obezbeđujući integrisanu procenu uslova životne sredine u rekama i potocima koji su prostorno i vremenski veoma varijabilni (Smol i Stoermer 2010). Prema Markert i saradnicima (1999), bioindikator je “organizam (ili deo organizma ili zajednica organizama) koji sadrži informacije o kvalitetu životne sredine (ili delu životne sredine)”. “Idealan” bioindikator treba da ima sledeće karakteristike: a) da bude jasno taksonomski definisan, b) široko rasprostranjen ili kosmopolit, c) slabo pokretan, d) da ima dobro definisanu ekološku valencu, e) da je visoko osetljiv na stresore u životnoj

sredini i f) jednostavnu kvantifikaciju i standardizaciju (Li i sar. 2010). Koncept indikatora može se proširiti uključujući ne samo prisustvo/odsustvo, već i bogatstvo, biomasu i rast vrsta kao odgovor na faktore životne sredine. Vrste indikatora se tada označavaju kao “biosenzori”. Mnogi koncepti povezuju vrste indikatora sa organizmima koji akumuliraju supstance iz okruženja u cilju odražavanja nivoa izloženosti ovim supstancama. Takve vrste se označavaju kao “bioakumulatori” (Dokulil 2003).

Procena uslova životne sredine u rekama i potocima na osnovu silikatnih algi ima dugu istoriju. Vrednost algi kao bioindikatora je poznata već u 19. veku. To je dovelo do razvoja konceptualnih i analitičkih pristupa koji se koriste i danas. Reč je o autekološkim indeksima, zasnovanim na radu Kolkwitz-a i Marsson-a (1908), koji ukazuju na nivo zagađenja, a koji se izračunavaju na osnovu sastava i brojnosti taksona unutar zajednica i njihovih ekoloških valenci (Butcher 1946, Fjordingstad 1950, Zelinka i Marvan 1961, Lowe 1974, Lange-Bertalot 1979). Polovinom 20. veka diverzitet silikatnih algi se koristio kao indikator opšteg stanja reka (ekološkog integriteta) (Patrick 1949, Patrick i sar. 1954, Patrick i Strawbridge 1963).

Analizom silikatnih algi može se dobiti slika opšteg stanja, ekološkog integriteta i kvaliteta vode određenog vodenog ekosistema (Taylor i sar. 2007a). One su izuzetno dobri pokazatelji trofičkog stanja, kiselosti i organskog zagađenja vode. Na bogatstvo i sastav vrsta silikatnih algi snažno utiče koncentracija i odnos azota i fosfora u vodi. Mnoga istraživanja su pokazala da promene u biomasi i diverzitetu silikatnih algi odražavaju promene u koncentraciji azota i fosfora u rekama i potocima (Ponader i sar. 2007). Otpadne vode iz ribnjaka imaju veliki uticaj na kvalitet vode reka, menjajući koncentracije jona i rastvorenog kiseonika. To dalje dovodi do niza drugih promena, koje utiču na različite grupe organizama (Stojanović 2017). Proizvodnja ribe, na globalnom nivou, se povećala više od 100 puta u poslednjih 40 godina (Avkhimovich 2013). U Srbiji, u 19. veku, je postojao samo jedan veći ribnjak (Ečka-Banat) (Gavrilović i Dukić 2002), da bi tokom 20. veka, taj broj konstantno rastao. Prosečna površina pastrmskih ribnjaka u Srbiji 2012. godine je iznosila 499 ari (Ivanović i sar. 2015). Studije odnosa biomase i sastava bentosnih silikatnih algi i parametara životne sredine u rekama ukazuju da su promena sastava vrsta silikatnih algi i koncentracija rastvorenog fosfora usko povezane sa trenutnom brzinom vode. Drugim rečima, silikatne alge su izvrsni indikatori trofičkog statusa reka. Kisele kiše i otpadne vode su

glavni izvor kiselosti vode u rekama. Silikatne alge su veoma osetljive na pH vode, tako da promene pH značajno utiču na sastav zajednica silikatnih algi. Zagađenje teškim metalima može uticati na opstanak i rast silikatnih algi. Mnoge studije o rekama zagađenim teškim metalima su pokazale da silikatne alge odgovaraju brzo na degradaciju životne sredine na nivou zajednica smenom dominantnih taksona i promenom obrazaca diverziteta, kao i na nivou individua promenom u morfologiji i veličini ćelijskog zida, kao i njegovom deformacijom (teratološke forme). Npr., u nedavnom istraživanju silikatnih algi u Velikoj Moravi na svim istraživanim lokalitetima su zabeležene teratološke forme bentosnih silikatnih algi (Vasiljević 2017). Da bi se morfološke promene smatrale pokazateljem zagađenja metalima, neki autori ističu prosečnu vrednost od 1% teratoloških formi u uzorku kao graničnu vrednost (Morin i sar. 2012).

Takođe, drugi fizički i hemijski parametri mogu deformisati ćelijski zid, kao što je visok intenzitet svetlosti, UV radijacija, salinitet, nutrijenti i druga toksična jedinjenja poput cijanida, policikličnih aromatičnih ugljovodonika i pesticida. Osim toga, organsko zagađenje može uticati na smanjenje brojnosti i diverziteta silikatnih algi. Denys (2003) je ustanovio da biomasa ćelija varira kako se menja kvalitet vode. Na osnovu prethodno rečenog, jasno je da se taksoni silikatnih algi mogu koristiti kao indikatori različitih tipova zagađenja reka (Wang i sar. 2014).

### **1.3.1 Zašto su silikatne alge dobri bioindikator stanja vodenih ekosistema?**

Silikatne alge su najčešće izučavana komponenta fitobentosa. Značaj silikatnih algi u rekama i potocima se ogleda pre svega u njihovoj fundamentalnoj ulozi u lancima ishrane, oksigenaciji površinskih voda i ulozi u biogeochemijskim ciklusima. One su važni elementi biodiverziteta i genetičke raznovrsnosti u vodenim ekosistemima (Smol i Stoermer 2010). Mnoge zemlje pri proceni kvaliteta vode uzimaju u obzir samo silikatne alge, a druge grupe algi zanemaruju (Poikane i sar. 2016).

Silikatne alge poseduju niz osobina koje ih čine izuzetno dobrim bioindikatorima vodenih ekosistema (Stoermer i Smol 2001):

- 1) Kosmopolitskog su rasprostranjenja, naseljavaju sve tipove vodenih ekosistema, tako da se mogu iskoristiti za poređenje ekološkog statusa potoka, jezera, močvara, okeana, estuara pa čak i efemernih vodenih staništa.
- 2) Mogu se pronaći na različitom supstratu u rekama i potocima i prisutne su tokom čitave godine.
- 3) Bogatije su vrstama u poređenju sa drugim grupama akvatičnih organizama.
- 4) Imaju kratak životni ciklus, tako da brzo reaguju na promene životne sredine. To ih čini idealnim bioindikatorima koji ukazuju na rano zagađenje.
- 5) Veliki broj vrsta ima uske ekološke valence prema određenim faktorima životne sredine.
- 6) Za identifikaciju mnogih predstavnika drugih razdela algi neophodno je i prisustvo reproduktivnih struktura ili gajenje u kulturi, što nije slučaj sa silikatnim algama.
- 7) Za metode sakupljanja uzoraka i pripremanja trajnih preparata postoje univerzalni standardi, koji su široko prihvaćeni.
- 8) Uzorci i trajni preparati se mogu lako skladištiti i čuvati u dugom vremenskom periodu za buduće analize.

Iako su silikatne alge izuzetno dobri bioindikator, postoje problemi pri njihovoj upotrebi u proceni ekološkog statusa vodenih ekosistema (Wang i sar. 2014). To su:

1) Sistem klasifikacije i identifikacije nije završen na globalnom nivou. Procena je da postoji oko 10 miliona vrsta silikatnih algi. Međutim, samo 10.000 vrsta je identifikovano, neke nestaju usled zagađenja, a nove vrste se stalno opisuju. Istraživači konstantno modifikuju taksonomiju ove grupe algi, tako da se postojeći klasifikacioni sistemi često menjaju.

2) Određeni stepen nepouzdanosti se javlja kao posledica izbora supstrata sa kog se uzorkuju silikatne alge, kao i korišćenjem različitih metoda prilikom kvantitativne analize.

3) Postojanje osposobljenog stručnog kadra (potreba za identifikacijom do nivoa vrsta ili nižih kategorija).

### 1.3.2. Okvirna Direktiva o vodama

Opasnost od izumiranja mnogih vrsta, odnosno gubitka biodiverziteta u vodenim ekosistemima, se našla u žiži političkog interesovanja u mnogim zemljama Evrope (Pander i Geist 2013). Ovo je rezultovalo donošenjem mnogih direktiva, propisa i pravilnika u cilju zaštite akvatičnih vrsta i njihovog staništa. Zemlje Evropske unije su reagovalе na predviđeni gubitak biodiverzitetadonošenjem Okvirne Direktive o vodama (ODV) (WFD 2000/60/EC). ODV predstavlja prvi zakonodavni okvir koji se bavi zaštitom svih vodnih tela na području Evropske unije (Slika 8) (Denić i sar. 2015).



Slika 8. Jedinstveni zakonodavni okvir zaštite vodnih resursa Evropske unije (preuzeto od Denić i sar. 2015).

ODV uvodi nov način upravljanja vodnim resursima, koji podrazumeva da se njima upravlja na integrisani i koordinisani način, uzimajući u obzir prirodne hidrološke celine, a ne administrativne granice. Integrisani način upravljanja vodama podrazumeva da se mora sagledati povezanost uticaja određenih aktivnosti sa kvalitetom vode i

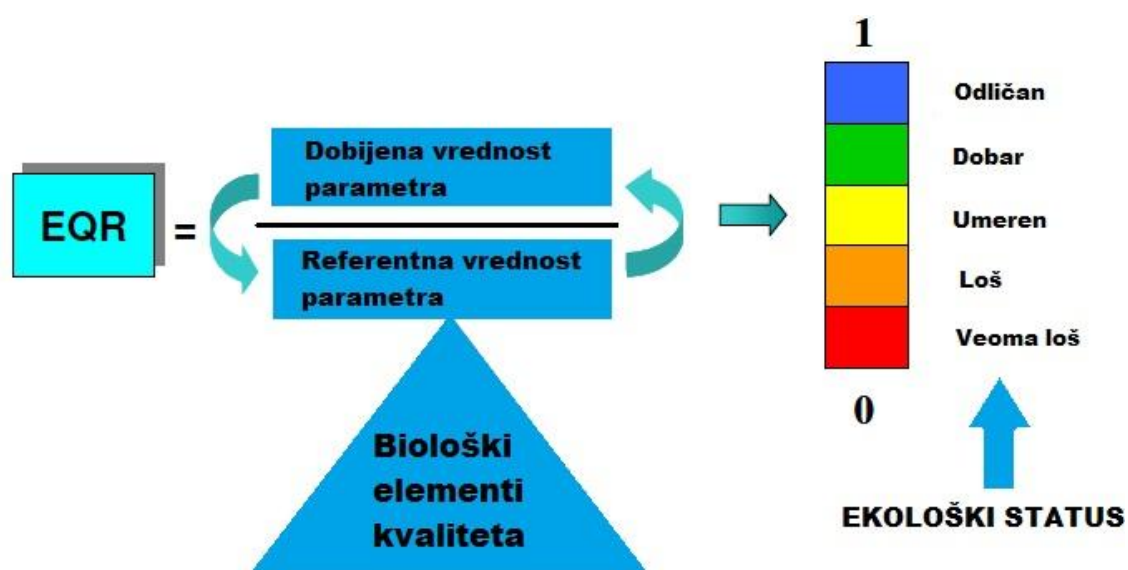
namenom zemljišta. Koordinisani način upravljanja vodama podrazumeva da se sve odluke u oblasti upravljanja vodama moraju doneti uzimajući u obzir prostorno planiranje, stambenu izgradnju, industriju, poljoprivredu i zaštitu životne sredine. Treba imati u vidu da ODV definisanjem zajedničkih pristupa i ciljeva ističe značaj uspešne zaštite voda na nacionalnom nivou, kako bi se postigao konačni cilj, a to je uspostavljanje okvira zaštite kopnenih površinskih, brakičnih, priobalnih i podzemnih voda. Stoga su sve zemlje članice i zemlje kandidati za ulazak u EU dužne da implementiraju ODV u nacionalno zakonodavstvo. Ovom Direktivom se uvodi i načelo sprečavanja daljeg pogoršanja statusa, to jest postizanje „dobrog statusa“ voda (Denić i sar. 2015). Direktiva je zamenila tradicionalni način praćenja kvaliteta vodenih ekosistema. Praćeni su specifični parametri na mestu gde je emisija pojedinačnih zagađujućih materija, tako da je ovim pristupom fokus bio na izolovanim komponentama sistema životne sredine. Iako je ovakav način monitoringa bio efikasan duži vremenski period, imao je dosta nedostataka. Jedan od glavnih nedostataka je bio zanemarivanje složenosti ekosistema. ODV je prva evropska direktiva koja se fokusira na održivost životne sredine, zbog čega se smatra potencijalnim obrascem i pilot projektom za buduće ekološke propise (Voulvoulis i sar. 2017).

ODV uvodi nov pristup u klasifikaciji vodnih tela, a to je procena ekološkog statusa/potencijala. Ovom Direktivom se zahteva od svake države članice EU da ispita status površinskih voda kao prvi korak njene implementacije (Pander i Geist 2013). Ekološki status odražava kvalitet strukture i funkcionisanja površinskih voda. Koristi se kao indikator funkcionalnosti određenog ekosistema – razlika između trenutnog stanja i željenog. Procena ekološkog statusa zasnovana je na tri grupe elemenata koje imaju za cilj da ukažu na odstupanje stanja sistema od stanja pod nepromenjenim/referentnim uslovima, a ne da ukažu na apsolutnu vrednost kvaliteta ekosistema (Voulvoulis i sar. 2017). To su: 1) biološki, 2) hidromorfološki i 3) fizičko-hemijski i hemijski elementi. Ukoliko se radi o veštačkim i značajno izmenjenim vodenim ekosistemima, koristi se termin „ekološki potencijal“ umesto „ekološki status“.

Iako države članice treba da razviju nacionalne metode za procenu „ekološkog statusa“, ODV zahteva da se klasifikacija ekološkog statusa određenog vodenog ekosistema zasniva na određivanju odnosa vrednosti relevantnog parametra u ispitivanom ekosistemu i vrednosti tog istog parametra u referentnom ekosistemu koji je

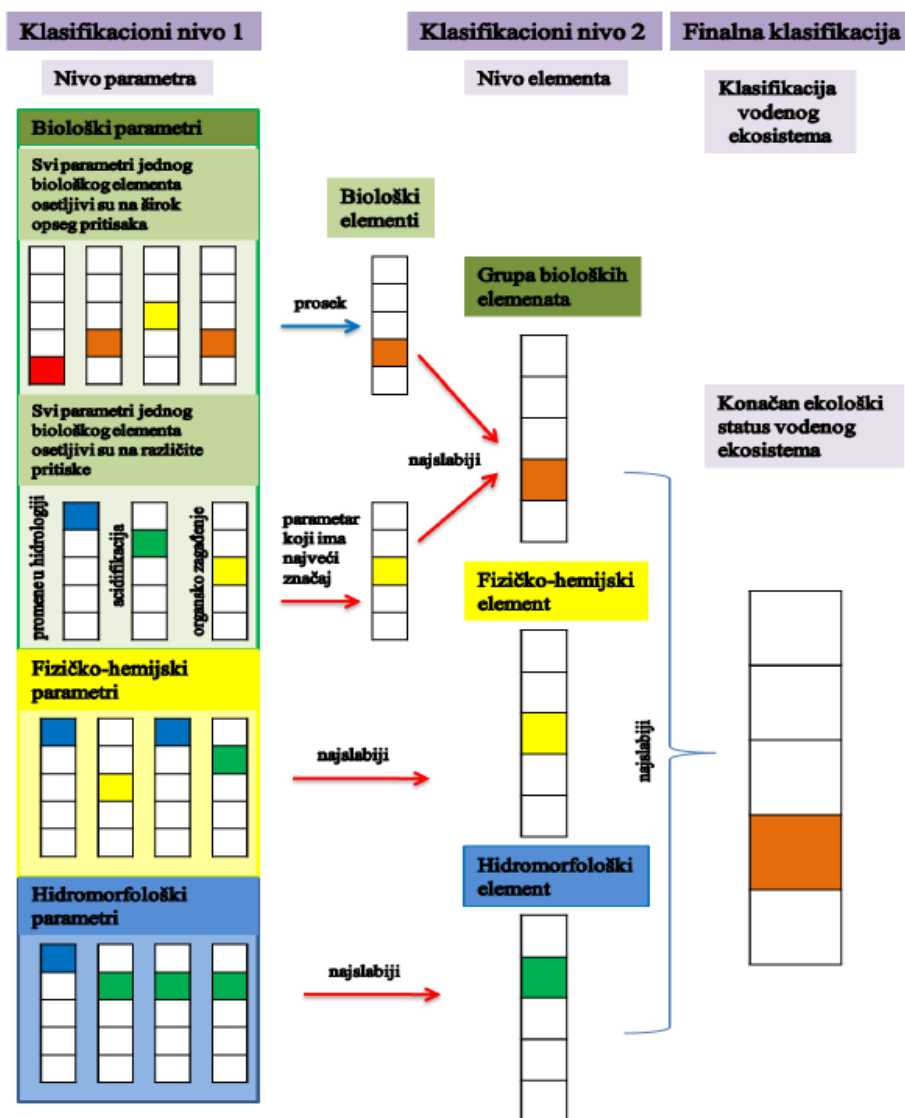


po tipologiji isti ispitivanom, to jest na određivanju Odnosa Ekološkog Kvaliteta - EQR (eng. Ecological Quality Ratio) (Slika 9). Dakle, o stepenu narušenosti određenog vodenog ekosistema nam ukazuje poređenje sa referentnim ekosistemom. EQR vrednost se kreće u rasponu od 0 do 1, pri čemu vrednosti bliže nuli upućuju na pogoršanje ekološkog statusa, a vrednosti bliže jedinici na njegovo poboljšanje (Kelly i sar. 2007). Definirano je ukupno pet klasa ekološkog statusa i svaka klasa se obeležava određenom bojom (plava odgovara odličnom ekološkom statusu, zelena dobrom, žuta umerenom, narandžasta lošem i crvena veoma lošem ekološkom statusu) (Slika 9).



Slika 9. Prikaz klasifikacije ekološkog statusa površinskih voda na osnovu Odnosa Ekološkog Kvaliteta (EQR) (preuzeto i prilagođeno od Van de Bund i Solimini (2006)).

Da bi se odredio ekološki status vodenog ekosistema, najpre se određuje ekološki status na nivou parametra, zatim na nivou elemenata i na kraju čitavog vodenog ekosistema (Denić i sar. 2015) (Slika 10). Kod hidromorfološkog i fizičko-hemijskog elementa klasa ekološkog statusa se određuje na osnovu parametra koji ukazuje na najlošiju klasu kvaliteta. Klasa ekološkog statusa na osnovu biološkog elementa se određuje na dva načina. Ili na isti način kao u sličaju ostala dva elementa ili na osnovu prosečne vrednosti parametara, a u zavisnosti od toga da li su parametri osetljivi na širok opseg uticaja (Predojević 2017).



Slika 10. Nivoi klasifikacije ekološkog statusa površinskih voda (preuzeto od Predojević 2017).

Ciljevi Direktive su (WFD CIS Guidance Document No 7 2003):

- Sprečavanje daljeg pogoršanja, zaštita i poboljšanje statusa vodnih resursa;
- Promovisanje održivog korišćenja voda na osnovu dugoročne zaštite vodnih resursa;
- Sprovođenje specifičnih mera u cilju prestanka ili smanjenja emisije zagađujućih supstanci;
- Ublažavanje posledica poplava i suša;

- Glavni cilj je postizanje dobrog ekološkog statusa vodnih tela, to jest dobrog ekološkog potencijala za veštačka i značajno izmenjena vodna tela.

Ključne akcije koje države članice EU treba da preduzmu kako bi se ostvarili ciljevi Direktive su (WFD CIS Guidance Document No 7 2003):

- Da izvrše karakterizaciju pojedinačnih rečnih basena u okviru svojih nacionalnih teritorija i da ih pridruže pojedinačnim rečnim područjima (RBDs), kao i da formiraju nadležne organe.
- Da ispituju uticaj različitih pritisaka na području rečnog basena, uključujući registar zaštićenih područja u oblasti rečnog sliva.
- Da izvrše interkalibraciju sistema klasifikacije ekološkog statusa, zajedno sa Evropskom komisijom.
- Da obezbede operativnost metoda monitoringa.
- Da utvrde program mera za postizanje ekoloških ciljeva ODV, na osnovu monitoringa i analize karakteristika rečnog basena.
- Da izrade i objave planove upravljanja rečnim basenima za svaki RBD uključujući određivanje jako modifikovanih vodnih tela.
- Da implementiraju politiku kojom se poboljšava održivost vodnih resursa.
- Da osiguraju operativnost programa mera i
- Da implementiraju programe mera i postignu zadate ciljeve do 2015.

Sve ove akcije imaju za cilj ostvarivanje glavnog cilja Direktive. Međutim, Direktiva se ne bavi samo smanjenjem zagađenja već i zaštitom i unapređenjem bioloških zajednica kroz praćenje fizičkih procesa, kao što su učestalost poplava i transport sedimenta (Peacock 2003). Glavni cilj Direktive je trebalo postići do 2015. godine. Međutim, postizanje njenih ciljeva i dalje predstavlja izazov. Dobar ekološki status nije postignut za ukupno 47% površinskih voda u EU do 2015. Tokom prvog ciklusa ODV (2009-2015.) broj površinskih vodnih tela „dobrog“ ekološkog statusa se povećao za 10%. To je dovelo do dovođenja u pitanje efikasnosti Direktive. Države članice EU koje nisu postigle spomenute ciljeve do 2015., moraju da postignu sve ciljeve u okviru ODV do kraja drugog (od 2015. do 2021) i trećeg ciklusa (od 2021. do 2027.) (European Commission 2012).

Iako ODV nesumnjivo predstavlja najveći progres politike upravljanja i zaštite vodnih resursa, mogla bi imati veću ulogu u obezbeđivanju koherentnog i održivog

upravljanja vodama u Evropi. Osim administrativnih izazova, sistemska namera i metodološki pristup Direktive zahtevaju dalja istraživanja, jer oni mogu biti razlog mnogih problema njene implementacije (Voulvoulis i sar. 2017).

### **1.3.3. Dijatomni indeksi**

Antropogeni efekti, kao što su povećana potrošnja vode, razvoj industrije i poljoprivrede, urbanizacija, sve više dovode do degradacije, pa i potpune destrukcije površinskih voda. Povećanje ovog uticaja utiče na ekološki integritet i funkcionisanje slatkovodnih ekosistema, a samim tim onemogućava njihovu upotrebu. Ovo je širom sveta dovelo do nastanka i primene indeksa koji se zasnivaju na analizi zajednica silikatnih algi– dijatomnih indeksa.

Procena ekološkog integriteta reka i potoka na osnovu silikatnih algi ima dugu istoriju tokom koje su se pojavila dva glavna pristupa. Prvo su nastali autekološki indeksi u cilju utvrđivanja nivoa zagađenja na osnovu sastava zajednica i ekoloških preferencija i tolerantnosti taksona (Kolkwitz i Marsson 1908). Druga grupa indeksa se odnosi na diverzitet silikatnih algi kao generalni indikator zdravlja reka (ekološki integritet). Konceptualna razlika između ova dva pristupa definiše dva različita cilja procene stanja životne sredine. Prvim pristupom se izvodi zaključak o ekološkom integritetu vodenog ekosistema, a drugim o nivou zagađenja (Karthikeyan i Venkatachalapathy 2016). Indeksi diverziteta se ipak smatraju nepogodnim parametrima procene ekološkog integriteta vodenih ekosistema, jer nije jasan njihov odnos sa parametrima životne sredine. Nasuprot njima, dijatomni indeksi se smatraju izuzetno pogodnim parametrima procene ekološkog integriteta vodenih ekosistema.

Silikatne alge su korišćene kao indikatori kvaliteta vode širom Evrope (Prygiel i sar. 1996, Kelly i sar. 2007), Severne Amerike (Winter i Duthie 2000, Lavoie i sar. 2014), Južne Amerike (Bere i Tundisi 2009), Australije (Chessman i sar. 1999), Azije (Lobo i sar. 1995, Rothfritz 1997) i Afrike (Bellinger i sar. 2006, Taylor i sar. 2007a, Mangadze i sar. 2015).

Većina dijatomnih indeksa su nastali sa ciljem smanjenja florističkih podataka, kako bi se lakše poredili dobijeni rezultati za različite vodene ekosisteme. Dijatomne indekse možemo definisati kao jednostavne aritmetičke izraze koji se zasnivaju na

nekom obliku brojanja vrsta silikatnih algi. Ukazuju na “indikatorsku vrednost” vrste ili se na osnovu njih vrednuje svaka vrsta u odnosu na njene “ekološke amplitude prema zagađenju”. Važno je napomenuti da je upotreba silikatnih algi u kreiranju indeksa jednostavna primena koncepta “zajednica indikatorskih vrsta” (Round 1991). Koncept ovih indeksa se sreće još u radovima Pantle i Buck-a (1955).

Većina dijatomnih indeksa, koji se rutinski koriste u proceni kvaliteta vode u Evropi, se zasnivaju na formuli Zelinka-e i Marvan-a (1961) i imaju osnovni oblik:

$$index = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j v_j}{\sum_{j=1}^n a_j v_j}$$

gde je  $a_j$  brojnost taksona  $j$  u uzorku,  $v_j$  indikatorska vrednost i  $s_j$  osetljivost taksona  $j$  na zagađenje. Vrednost indeksa zavisi od vrednosti  $s$  (indikatorska vrednost) i  $v$  (osetljivost taksona na zagađenje) svakog taksona. Dijatomni indeksi se razlikuju u broju taksona koji se koriste za njihovo izračunavanje i vrednostima  $s$  i  $v$  koje se pripisuju nakon prikupljanja podataka. Descy je osmislio prvi dijatomni indeks 1979. godine, koristeći jednačinu Zelinka-e i Marvan-a, na osnovu istraživanja silikatnih algi reka Sambr i Meze (Descy 1979, Prygiel i sar. 1996).

Koristeći metod Descy-ja, Coste (Cemagref 1982) je osmislio indeks poznat kao Specifični indeks osetljivosti na zagađenje (SPI ili IPS). Nakon SPI, predložen je Generički dijatomni indeks (GDI) (Coste i Ayphassorho 1991) koji danas obuhvata 174 roda. Široka upotreba GDI i SPI indeksa u Francuskoj dovela je do stvaranja Biološkog dijatomnog indeksa (BDI; Coste i Lenoir 1998). BDI je obuhvatao 1028 taksona. Da bi se obezbedila što šira upotreba BDI, kombinovane su morfološki slične vrste, što je smanjilo broj taksona na 830 (Coste i sar. 2009). Dell’Uomo i saradnici (2004) su predložili indeks poznat kao Indeks eutrofikacije/zagađenja (EPI-D). Jedan od najšire korišćenih dijatomnih indeksa je Trofički dijatomni indeks (TDI) koji pruža informacije o opterećenju vodenih ekosistema nutrijentima (Kelly i Whitton 1995). Sa povećanjem stepena eutrofikacije vodenih ekosistema u Evropi, broj dijatomnih indeksa je rastao. Oni su razvijani nezavisno i za lotičke i za lentičke ekosisteme (Besse-Lototskaya i sar. 2011). Pored nekoliko najčešće korišćenih indeksa, koji su razvijeni sa ciljem šire upotrebe od mesta njihovog nastanka, postoje i indeksi koji su kreirani i prilagođeni

specifičnim hidrobiološkim uslovima određene države, npr.: PDI (Pampean Diatom Index) se koristi za procenu kvaliteta tekućih voda u Argentini (Gómez i Licursi 2001), ili DI-CH (Swiss Diatom Index) u Švajcarskoj (Hurlimann i Niederhauser 2006). Poređenje rezultata procene ekološkog statusa određene reke upotrebom različitih indeksa može pokazati velike razlike. Ovo ukazuje da listu silikatnih algi na kojoj se zasnivaju dijatomni indeksi treba uvek proveriti u odnosu na hidrobiološke uslove u određenoj državi. Tek tada se može garantovati da je ta lista prikladna za biološku procenu kvaliteta vode u određenoj državi (Szczepocka i sar. 2014).

Nekoliko studija govori o upotrebi dijatomnih indeksa u regionima sa veoma različitim klimatskim uslovima u odnosu na regione gde su prvi put testirani. Tako, TDI i GDI su testirani u istočnoj Africi (Bellinger i sar. 2006), TDI u Maleziji (Maznah i Mansor 2002) i Australiji (Newall i Walsh 2005), Iranu (Atazadeh i sar. 2007), Himalajima (Jüttner i sar. 2003). GDI, SPI, BDI, i EPI-D su testirani u južnoj Africi (Walsh i Wepener 2009), TDI i Rott-ov saprobni indeks u Turskoj (Gurbuz i Kivrak 2002, Kalyoncu i sar. 2009), a SPI, BDI i DAIPo u Vijetnamu (Duong i sar. 2006, 2007). Dela-Cruz i saradnici (2006) su testirali u rekama Australije ekološke tolerancije/preferencije silikatnih algi definisanih u severnoj hemisferi. U svim nabrojanim slučajevima, čak iako su dijatomni indeksi nastali i definisani u veoma različitim regionima (Evropa, USA, Japan) u odnosu na one gde su testirani, rezultati procene zagađenja su bili dosta slični, što ukazuje na široku upotrebu silikatnih algi u biomonitoringu. Ipak, kada se region istraživanja suviše razlikuje od prvobitnog regiona u kome je indeks razvijen, istraživači više vole da razviju sopstveni dijatomni indeks (Rimet 2012). U nekim slučajevima, korisnici prilagođavaju indekse tako što uključuju nove ili korigovane autekološke karakteristike taksona, da bi dijatomni indeks prilagodili novom regionu (Besse-Lototskaya i sar. 2011).

Iako su se dijatomni indeksi pokazali veoma pogodnim za procenu ekološkog statusa površinskih voda širom sveta, postoje tri glavne poteškoće njihove primene. Prva je već pomenuta primenljivost različitih indeksa u različitim geografskim regionima (Qu i sar. 2014). Studije pokazuju da ekološki faktori u određenom regionu, poput klime, geologije, vegetacije i zemljišta mogu modifikovati odgovore vrsta na kvalitet vode. Charles i saradnici (2006) su pokazali da se ekološke preferencije taksona mogu razlikovati u različitim geografskim regionima. Pri proceni ekološkog statusa na

osnovu silikatnih algi u regionima gde ne postoje specifični indeksi, preporučuje se primena nekoliko indeksa i pažljivo analiziranje razlika u rezultatima (Besse-Lototskaya i sar. 2011). Druga poteškoća je različita osetljivost silikatnih algi na različite tipove zagađenja kao što su organsko zagađenje, kontaminacija teškim metalima i eutrofikacija. Treća poteškoća se odnosi na neophodnost precizne identifikacije silikatnih algi do nivoa vrsta, koja je neophodna za pravilnu upotrebu dijatomnih indeksa (Karthikeyan i Venkatachalapathy 2016).

#### 1.3.4. Zakonski okvir primene ODV u Srbiji

Uspostavljanje monitoringa u skladu sa ODV u Republici Srbiji je započeto 2010. godine, usvajanjem „Zakona o vodama“ (Sl. glasnik RS 30/2010) i „Pravilnika o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda“ (Sl. glasnik RS 96/2010). Naredne godine je stupio na snagu „Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda“ (Sl. glasnik RS 74/2011), kada su se promenili kriterijumi i način ocenjivanja statusa vodnih tela (Tabela 2) (Denić i sar. 2015).

Tabela 2. Elementi kvaliteta za ekološku i hemijsku klasifikaciju reka i akumulacija prema ODV i podzakonskoj regulativi Republike Srbije (preuzeto od Denić i sar. 2015).

	Биолошки елементи квалитета <sup>10</sup>	Реке	Језера и акумулације
	ЕКОЛОШКИ СТАТУС	○ Водени макробескичмењаци	+
○ Фитобентос		+	+
○ Фитопланктон		+	+
○ Макрофите		–	–
○ Рибе		–	–
Општи физичко - хемијски елементи квалитета <sup>10</sup>		+	+
Специфичне не-приоритетне загађујуће супстанце <sup>11</sup>		+	+
Хидроморфолошки елементи квалитета <sup>10</sup>			
○ Хидролошки режим		±	±
○ Континуираност речног тока		–	–
○ Морфолошки услови	–	–	
ХЕМИЈСКИ СТАТУС	Приоритетне и приоритетне хазардне супстанце <sup>12</sup>	+	+

Напомена: + ради се; ± делимично се ради; – не раде се

Kao što se vidi iz Tabele 2, u našoj zemlji fitobentos predstavlja obavezan biološki element procene ekološkog statusa reka, jezera i akumulacija. Po Pravilniku, procena ekološkog statusa se vrši ispitivanjem bentosne zajednice silikatnih algi, izračunavanjem vrednosti dva dijatoma indeksa: CEE (Coste indeks) (Descy i Coste 1991) i IPS (Indeks osetljivosti na zagađenje) (Cemagref 1982). U zavisnosti od tipa vodenog ekosistema koriste se ili oba indeksa ili samo IPS. Treba naglasiti da se granične vrednosti ovih indeksa navedene u Pravilniku razlikuju za različite klase ekološkog statusa, takođe u zavisnosti od tipa vodenog ekosistema koji se ispituje. U skladu sa preporukama ODV, prema Pravilniku, ocena ekološkog statusa/potencijala se prikazuje različitim bojama, tabelarno i/ili grafički (Tabele 3 i 4).

Tabela 3. Prikaz ocene ekološkog statusa vodnih tela površinskih voda prema Pravilniku (Sl. glasnik RS 74/2011).






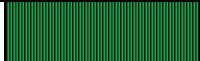
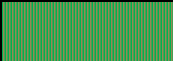
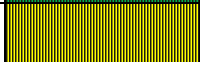
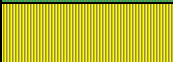
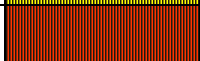
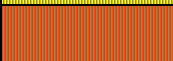
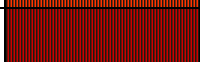
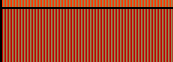
Ocena statusa	Boja	
odličan	plava	
dobar	zelena	
umeren	žuta	
slab	narandžasta	
loš	crvena	

Tabela 4. Prikaz ocene ekološkog potencijala vodnih tela površinskih voda prema Pravilniku (Sl. glasnik RS 74/2011).

Ocena potencijala	Boja			
	značajno izmenjena vodna tela		veštačka vodna tela	
dobar i bolji	jednake zelene i tamno-sive pruge		jednake zelene i svetlo-sive pruge	
umeren	jednake žute i tamno-sive pruge		jednake žute i svetlo-sive pruge	
slab	jednake narandžaste i tamno-sive pruge		jednake narandžaste i svetlo-sive pruge	
loš	jednake crvene i tamno-sive pruge		jednake crvene i svetlo-sive pruge	



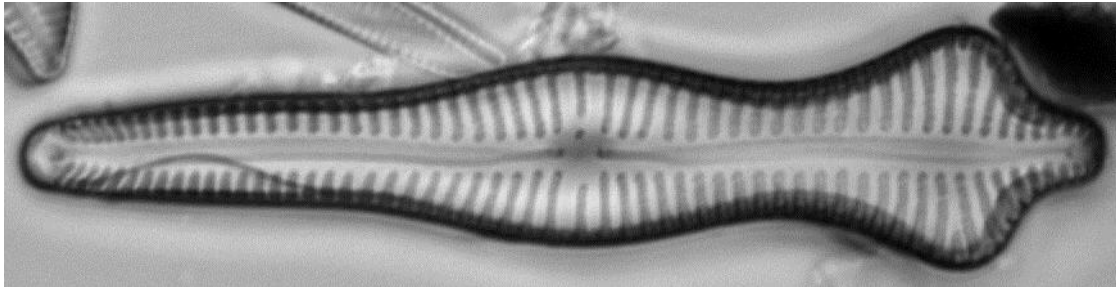
#### **1.4. Pregled algoloških istraživanja silikatnih algi Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke**

Ne postoje podaci o prethodnim istraživanjima silikatnih algi Vrle, Mlave i Radovanske reke. Ranković i saradnici (1995) su algološkom analizom reke Crnice utvrdili dominaciju silikatnih algi (84,61%) na svim istraživanim lokalitetima, od januara do septembra. Što se tiče istraživanja algi ostalih razdela, podaci su takođe veoma oskudni i odnose se samo na reku Mlavu. U vodi ove reke su zabeležene alge iz razdela Rhodophyta (Janković i Janković 1962, Simić i Ranković 1998, 2001, Simić i Đorđević 2017) i Heterokonthophyta (*Tribonema* sp.) (Janković i Janković 1962). U toku našeg istraživanja je objavljeno nekoliko radova i saopštenja na kongresima, koji se odnose na diverzitet silikatnih algi istraživanih reka (Jakovljević 2015, 2017, Jakovljević i Krizmanić 2015, Krizmanić i sar. 2016, Simić i sar. 2016, Vidaković i sar. 2017, 2018).

Tokom sedamdesetih i osamdesetih godina 20. veka u Srbiji primena algi kao bioindikatora je bila u začetku (Dukić 1972, Todić 1972, Martinović-Vitanović 1985, Obušković i sar. 1985). U Srbiji se zakonski tek nedavno (od 2011.), za razliku od država članica Evropske unije, bentosne silikatne alge (dijatomni indeksi) koriste u proceni ekološkog statusa površinskih voda. Do sada su diatomni indeksi korišćeni za procenu kvaliteta vode reka Nišave, Jerme i Temske (Andrejić 2012), pritoka akumulacije Vrutci (Krizmanić i sar. 2013, 2015, 2018), Raške (Vidaković 2013), Bigar, Jagnjil, Tisnice i Crne Reke (Vasiljević i sar. 2014), Velike Morave i Save (Vasiljević 2017, Vasiljević i sar. 2017), Despotovice (Simić i sar. 2018), kao i kanalske mreže Dunav-Tisa-Dunav (Jakovljević i sar. 2014) i barsko-močvarnog ekosistema Zasavica (Predojević 2017). Objavljeno je i nekoliko radova o proceni kvaliteta vode reka Vrle i Mlave upotrebom diatomnih indeksa na osnovu rezultata dobijenih našim istraživanjem (Jakovljević i sar. 2015, 2016, 2016a). Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije je 2012. godine započela monitoring statusa površinskih i podzemnih voda, a prema preporukama Okvirne direktive o vodama. Ovi godišnji izveštaji sadrže podatke o ekološkom i hemijskom statusu površinskih voda u Srbiji (Denić i sar. 2014, 2015, 2015a, 2015b, 2017, 2017a, 2018).

## 2. *Cíljeví rada*

---



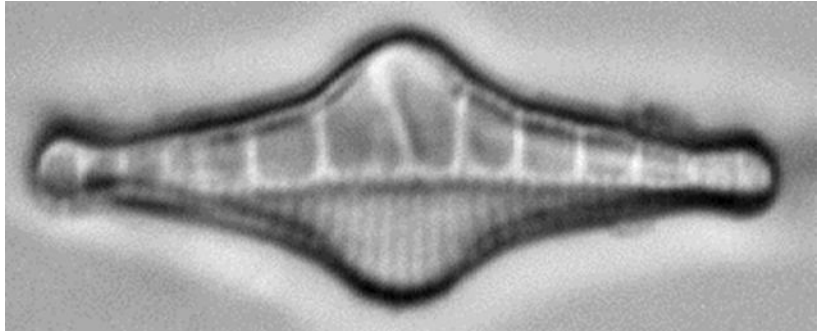
Predmet ove disertacije je floristička studija epilitskih zajednica silikatnih algi, njihova sezonska dinamika i primena dijatomnih indeksa kao relevantnih parametara u proceni ekološkog statusa odabranih reka istočne i jugoistočne Srbije (Vrle, Mlava, Crnica i Radovanska reka).

Naučni ciljevi disertacije su:

- Utvrđivanje florističkog sastava epilitskih zajednica silikatnih algi reka Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke u istraživanom području.
- Utvrđivanje sezonske dinamike epilitskih zajednica silikatnih algi odabranih reka u istraživanom području.
- Analiza fizičko-hemijskih parametara vode reka Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke u istraživanom području, sa posebnim osvrtom na parametre odgovorne za kvalitet vode.
- Statistička analiza uticaja fizičko-hemijskih parametara vode na distribuciju i sezonsku dinamiku određenih taksona epilitskih zajednica silikatnih algi, primenom softverskog paketa CANOCO 5.0.
- Izračunavanje dijatomnih indeksa na osnovu epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih delova reka primenom softverskog paketa OMNIDIA 6.0.4.
- Procena ekološkog statusa istraživanih reka na osnovu fitobentosa, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara prema Pravilniku o ekološkom i hemijskom statusu površinskih voda u Srbiji.
- Statistička analiza korelacije dijatomnih indeksa primenom softverskog paketa CANOCO 5.0.
- Razmatranje efikasnosti upotrebe postojećih dijatomnih indeksa u proceni ekološkog statusa reka u Srbiji.

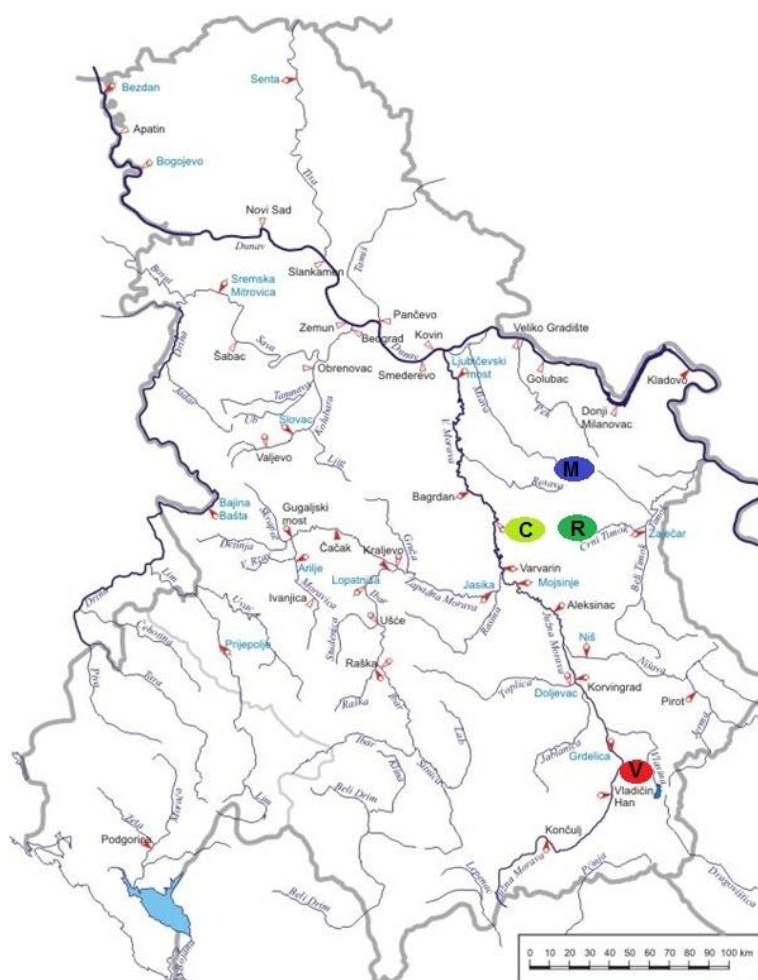
### *3. Materijal i metode*

---



### 3.1. Opis istraživanih reka

Ovo istraživanje obuhvata studiju epilitskih silikatnih algi četiri reke istočne i jugoistočne Srbije, u delu toka gde su izgrađeni pastrmski ribnjaci. To su: Vrla, Mlava, Crnica i Radovanska reka. Illies (1978) je teritoriju Evrope podelio na 25 ekoregiona, a teritoriju Srbije na 5 ekoregiona. U ODV se ističe ovaj koncept podele teritorije Evrope, koji se često koristi kao osnova za tipologiju potoka. Istraživane reke se nalaze u brdsko-planinskim oblastima Srbije, u okviru sedmog ekoregiona (Istočni Balkan) (Slika 11) (Paunović i sar. 2012). Pripadaju Crnomorskom slivu, čija je površina najveća u Srbiji (92% teritorije Srbije ili 81261 km<sup>2</sup>) (Gavrilović i Dukić 2002).



Slika 11. Hidrološka karta Srbije sa položajem istraživanih reka (V – Vrla, M – Mlava, C – Crnica, R – Radovanska reka) (karta preuzeta sa sajta <https://djordjeherceg.files.wordpress.com/2012/02/kartareke.jpg>).

Brdsko-planinske reke, pored velikog biološkog potencijala, predstavljaju osnovna izvorišta zdrave i upotrebljive vode za kojom su potrebe sve veće u današnje vreme. Međutim, glavni problem je što su upravo te vode u Srbiji slabo istražene, kako u hidrološkom, tako i u biološkom i ekološkom smislu (Kovačević-Majkić 2009).

Vrla, Mlava, Crnica i Radovanska reka su pogodne za našu studiju zbog prisustva pastrmskih ribnjaka na gornjim ili srednjim delovima toka, odnosno njihovog potencijalnog uticaja na kvalitet vode ovih reka.

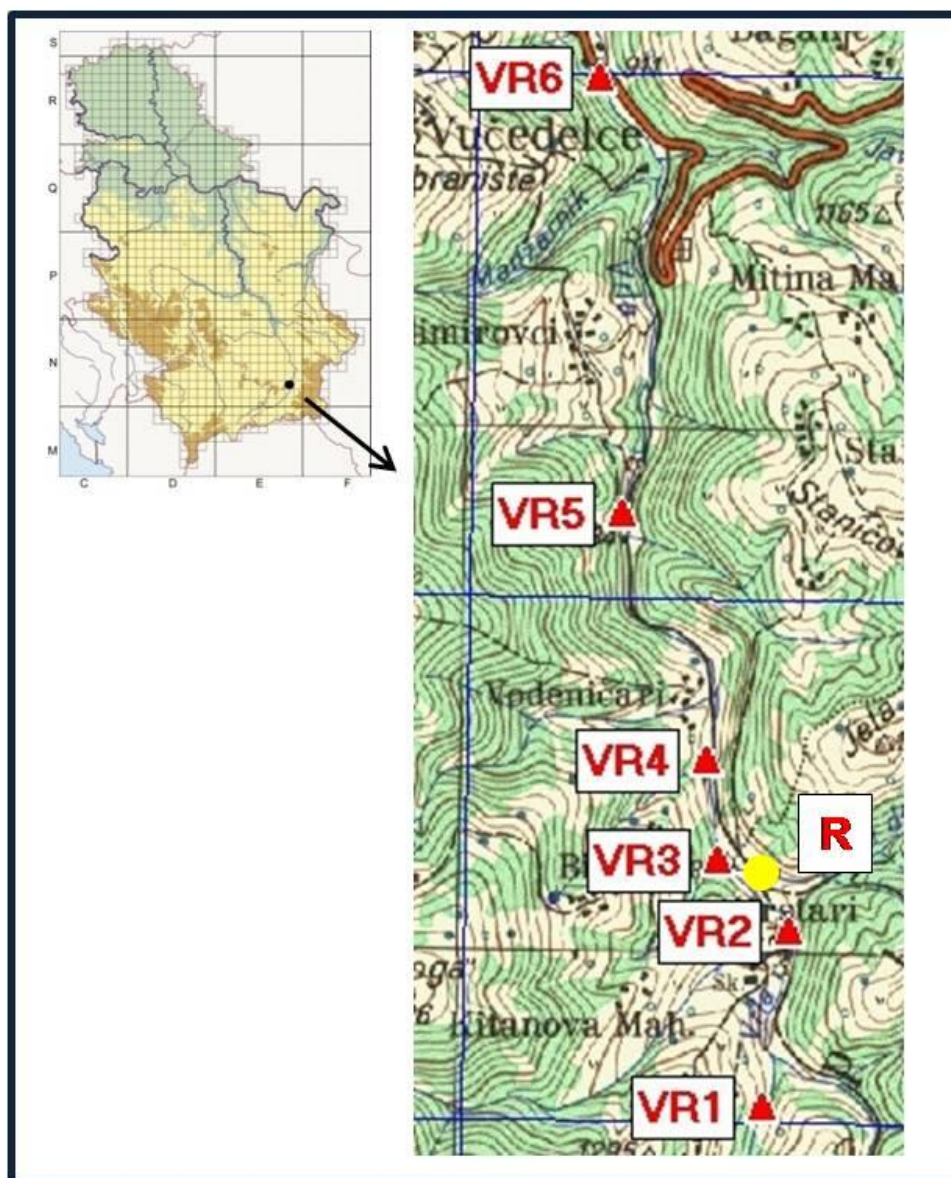
### **3.1.1. Reka Vrla**

Reka Vrla se nalazi u jugoistočnom delu Republike Srbije, u Pčinjskom regionu i predstavlja desnu pritoku Južne Morave. Njena dužina iznosi oko 28 km, a ukupna površina sliva oko 500 km<sup>2</sup>. Izvorište se nalazi na planini Vardenik na 1680 m nadmorske visine. Vrla se često smatra delom Vlasinskog hidrosistema, jer je smeštena blizu Vlasinskog jezera i izvora reke Vlasine. Osim toga, podzemnim tokovima voda iz jezera dospeva do reke Vrle (Đeković i sar. 2010). Takođe, tri od četiri hidroelektrane hidrosistema Vlasina-Vrla su izgrađene u dolini reke Vrle (Gavrilović i Dukić 2002).

Od svog izvorišta kreće pravcem sever-jug, a kod sela Valjevice skreće ka zapadu i tim pravcem teče sve do ušća (Gavrilović i Dukić 2002). U gornjem delu toka se nalaze visoke planine sa šumskom vegetacijom, poput Čemernika, zatim slede livade, pašnjaci, voćnjaci i vinogradi. Vrla protiče kroz više naseljenih mesta: Surdulicu, Vladičin Han, Masuricu, Gornje i Donje Romanovce, Alakince, Suvojniju, Dugojnicu, Kalabovce, Binovce, Belo Polje, Zagužanje, Žitorade i Prekodolce. Na delu toka kroz naseljena mesta, rečno korito je najvećim delom pokriveno betonskim pločama koje štite korito reke od erozivnih procesa (Đeković i sar. 2010). Takođe, izgrađene su horizontalne i vertikalne barijere, kao i potporni zidovi sa ciljem zaštite korita od erozije. U centru Vladičinog Hana se Vrla uliva u Južnu Moravu. Ušće reke je smešteno na 335 m nadmorske visine. Dakle, Vrla u gornjem delu toka ima karakteristike planinskog potoka, a nakon uliva nekoliko manjih reka, ona poprima osobine ravničarske reke. U reku Vrlu se ulivaju sledeće reke: Binovska, Dubnica, Masurička, Romanovska, Studenička, Gločka i nekoliko malih potoka (Đeković i sar. 2010).

Magmatske stene (granit, diorit, dacit i andezit) predstavljaju dominantan tip matične podloge duž toka reke Vrle (Gavrilović i Dukić 2002). Pored njih, geološki sastav sliva Vrle čine i metamorfne stene (gnajs i mikašist) (Đeković i sar. 2010).

Za potrebe ovog istraživanja izabrano je 6 lokaliteta duž istraživanog dela toka reke Vrle (Slika 12). Uzorkovanje je izvršeno na delu toka reke Vrle koji je dug 5 km, u okolini mesta Topli Do. Izabrana su dva lokaliteta pre ribnjaka i četiri nakon ribnjaka. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta su prikazane u Tabeli 5.



Slika 12. Položaj reke Vrle i pozicija ribnjaka (R) i istraživanih lokaliteta (VR1-VR6) (razmera 1:50.000).

Tabela 5. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta na reci Vrli.

Lokalitet	Položaj lokaliteta	Geografske koordinate	Nadmorska visina (m)	Dubina toka (m)	Širina toka (m)	Priobalna vegetacija
VR1	770 m uzvodno od ribnjaka	42° 37.779 N 22° 18.092 E	1142	0,065 – 0,205	1,5 - 5	šuma + livada
VR2	50 m uzvodno od ribnjaka	42° 38.141 N 22° 18.164 E	1098	0,06 – 0,27	1,7 – 3,6	šuma + žbunovita
VR3	50 m nizvodno od ribnjaka	42° 38.287 N 22° 17.972 E	1072	0,06 – 0,215	1,3 – 5,5	šuma + livada
VR4	450 m nizvodno od ribnjaka	42° 38.494 N 22° 17.938 E	1056	0,075 – 0,22	1,8 – 4,5	livada
VR5	1,6 km nizvodno od ribnjaka	42° 39.002 N 22° 17.699 E	1017	0,115 – 0,34	1,7 – 4,2	šuma
VR6	3,4 km nizvodno od ribnjaka	42° 39.902 N 22° 17.634 E	929	0,09 – 0,36	3,1 – 6,3	šuma + livada

\* 1.700 m<sup>2</sup> – proizvodna površina ribnjaka, 50 t konzumne ribe – proizvodni kapacitet

### 3.1.2. Reka Mlava

Reka Mlava, sa dužinom od 78 km, predstavlja jednu od dužih reka u istočnoj Srbiji (Gavrilović i Dukić 2002). Površina sliva iznosi 1830 km<sup>2</sup> (Manojlović i sar. 2012), a prosečna gustina rečne mreže u slivu 881 m/km<sup>2</sup> (Gavrilović i Dukić 2002). Izvire iz Žagubičkog vrela, ispod severnih padina Beljanice na 314 m nadmorske visine (Manojlović i sar. 2012). Vrelo reke Mlave je stavljeno pod zaštitu 1979. godine kao „hidrološki prirodni spomenik“ (Gavrilović i Dukić 2002).

U odnosu na regionalni položaj, sliv reke Mlave se sastoji od tri celine: Homolje, Gornja Mlava i Stig. Rastojanje u pravcu zapad-istok iznosi 65 km, a rastojanje između najsevernije i najjužnije tačke iznosi 81 km. Beljanica (1336 m) i Crni Vrh (1037 m) predstavljaju najviše tačke u slivu, dok najniža iznosi 67 m i nalazi se na ušću u Dunav kod Rama (Manojlović i sar. 2012).

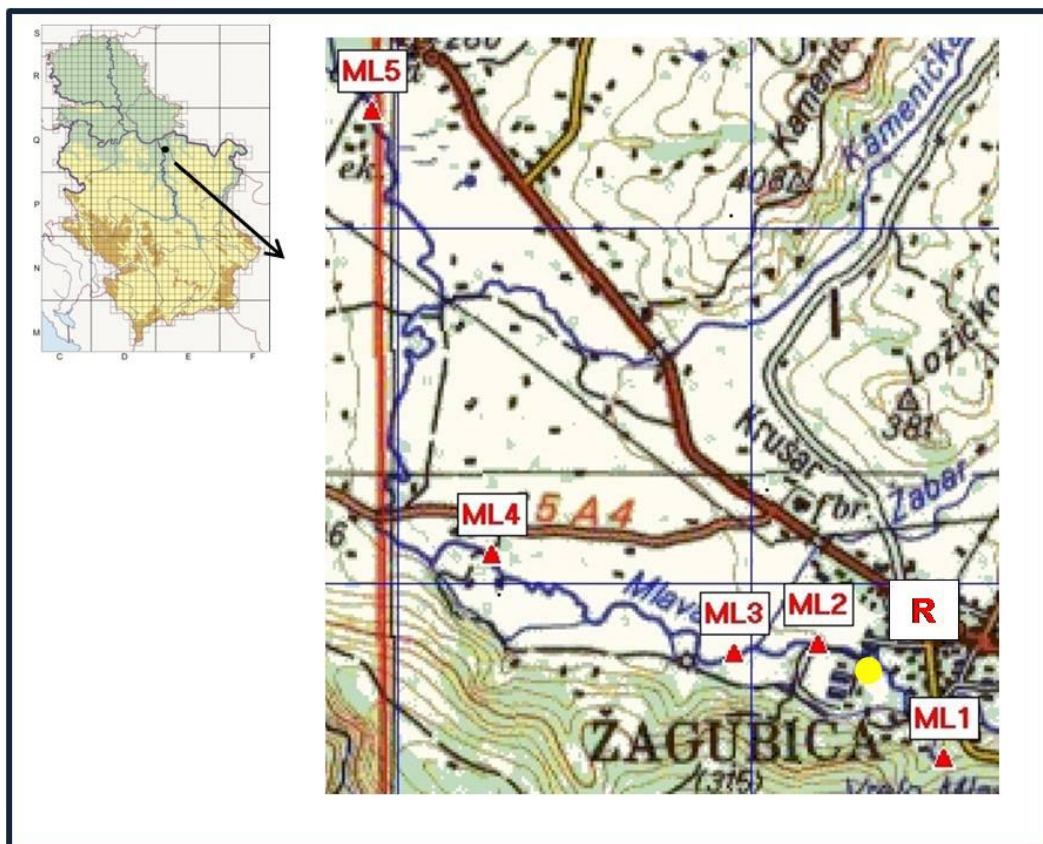
Sliv reke Mlave pripada umereno-kontinentalnom podneblju, sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha od 10,9 °C i srednjom godišnjom visinom padavina oko 702 mm, uz jedan maksimum i dva minimuma padavina u slivu. Maksimum se uvek dešava početkom leta, u junu, a minimumi u oktobru i februaru. Generalno, može



se reći, da je dominacija malih voda karakteristika sliva reke Mlave (Manojlović i sar. 2012).

Mlava ima nekoliko značajnih pritoka: Tisnica, Krupaja, Jošanička, Velika, Vitovnica i Kamenička reka (Manojlović i sar. 2012). Nedaleko od izvorišta, u reku Mlavu se uliva Velika Tisnica, a zatim prolazi kroz aluvijalnu ravan, pa kroz Ribarsko-gornjačku klisuru. Nakon izlaska iz klisure, a nizvodno od Petrovca, aluvijalna ravan postaje sve šira. Mlava se uliva u Dunav, dajući mu prosečno  $13,3 \text{ m}^3$  vode u sekundi (Gavrilović i Dukić 2002).

Sliv reke Mlave je dosta specifičan kada se posmatra geološki sastav terena. On je u svom gornjem delu izgrađen pre svega od krečnjaka Beljanice. U Žagubičkoj kotlini dominiraju neogeni sedimenti koji su neotporni i na hemijsku i na mehaničku eroziju. U najvećem delu Gornjačke klisure, teren čine crveni peščari, kredni fliš i andezit. Neogeni sedimenti (peščar, glina, glinoviti laporci) čine teren sliva nizvodno od Gornjačke klisure (Manojlović i sar. 2012).



Slika 13. Položaj reke Mlave i pozicija ribnjaka (R) i istraživanih lokaliteta (ML1-ML5) (razmera 1:100.000).

Za potrebe ovog istraživanja izabrano je 5 lokaliteta duž istraživanog dela toka reke Mlave (Slika 13). Prvi lokalitet je smešten na samom izvorištu sa kog se ribnjak snabdeva vodom, a četiri nizvodno od ribnjaka. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta su prikazane u Tabeli 6.

Tabela 6. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta na reci Mlavi.

<b>Lokalitet</b>	<b>Položaj lokaliteta</b>	<b>Geografske koordinate</b>	<b>Nadmorska visina (m)</b>	<b>Dubina toka (m)</b>	<b>Širina toka (m)</b>	<b>Priobalna vegetacija</b>
<b>ML1</b>	250 m uzvodno od ribnjaka	44° 11.498 N 21° 47.038 E	337	0,22 – 0,39	10 – 12,5	šuma
<b>ML2</b>	20 m nizvodno od ribnjaka	44° 11.844 N 21° 46.515 E	303	0,07 – 0,29	5,6 – 11	livada + njiva
<b>ML3</b>	500 m nizvodno od ribnjaka	44° 11.820 N 21° 46.159 E	300	0,09 – 0,41	7,8 – 10,5	šuma + njiva
<b>ML4</b>	2,6 km nizvodno od ribnjaka	44° 12.133 N 21° 45.131 E	293	0,05 – 0,35	4,8 – 8,5	livada + njiva
<b>ML5</b>	6,4 km nizvodno od ribnjaka	44° 13.488 N 21° 44.635 E	284	0,07 – 0,53	5,5 - 10	livada

\* 13.000 m<sup>2</sup> – proizvodna površina ribnjaka, 100 t konzumne ribe – proizvodni kapacitet

### 3.1.3. Reka Crnica

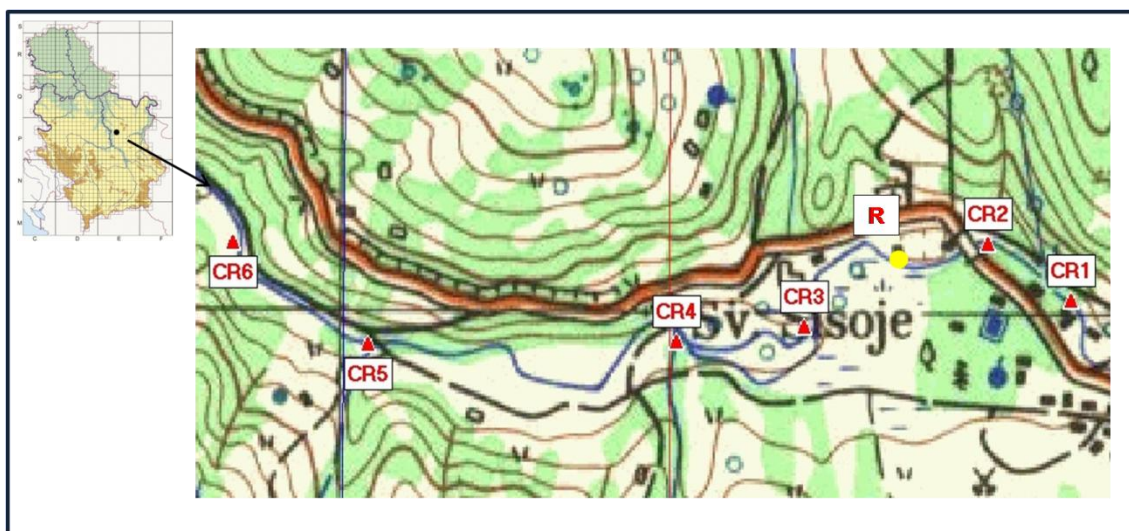
Reka Crnica predstavlja pritoku Velike Morave, ukupne dužine 31,8 km (uključujući reku Daršljivicu) sa površinom sliva od 338 km<sup>2</sup>. Izvire u Sisevcu, na zapadnoj strani Kučajskih planina, na 380 m nadmorske visine. U blizini glavnog izvora (kraško vrelo “Staro Vrelo”), nalaze se još tri kraška vrela, koja imaju prosečnu izdašnost 2 m<sup>3</sup>/s i koriste se za snabdevanje vodom okolnih naselja (Gavrilović i Dukić 2002). Temperature ovih voda se kreću u rasponu od 24,7 do 29 °C (Milić 2006).

Nakon prolaska kroz Sisevački basen, dolina reke Crnice je široka preko 500 m, a duboka preko 300 m, dok se pri dnu sužava. Najveći pad reka Crnica ima na delu toka kroz Crničinu klisuru, koju useca nakon izlaska iz doline. Takođe, Crnica prolazi kroz još jednu klisuru (Zabreška klisura), kada prima nekoliko izvora, nakon čega gradi plitku dolinu. Nakon toga, na 140 m nadmorske visine, u Crnicu se uliva Grza, koja predstavlja njenu glavnu pritoku (Milić 2006). Najvažniji vodotoci od kojih nastaje

Grza jesu Vrelna Padina i Velika Čestobrodica. Izdašnost glavnog vrela Grze iznosi 470 l/s (Gavrilović i Dukić 2002). Nedaleko od ušća reke Grze, Crnica gradi klisuru dužine oko 1000 m i dubine oko 180 m. Po izlasku iz ove klisure, uliva se u Veliku Moravu, na 120 m nadmorske visine (Milić 2006).

U slivu su najzastupljenije sedimentne stene, i to dominiraju krečnjaci (zauzimaju 34% površine sliva) (Milić 2006). Nekada se ova reka zvala reka Belica, jer na izvoru voda poprima belu boju usled prisustva krečnjaka ([www.paracin.autentik.net/vode/vode.php](http://www.paracin.autentik.net/vode/vode.php)). Međutim, u slivu su prisutne i metamorfne i magmatske stene. Sliv je bogat različitim geomorfološkim oblicima (krečnjački grebeni, klisure, kotline, terase, površi). U morfološkom pogledu, sliv Crnice se može podeliti na tri celine: dolinska ravan Velike Morave, davidovački basen i planinski deo sliva (Milić 2006).

Uočavaju se razlike između zapadnog i istočnog dela sliva kada se posmatra klima koja vlada u ovom području. Iako se čitav sliv nalazi u zoni umereno-kontinentalne klime, u zapadnom delu je viša prosečna temperatura i manja količina padavina. Generalno, čitav sliv se nalazi u oblasti za koju je karakteristična mala količina padavina, kao i godišnja varijabilnost padavina. Najveći proticaj Crnice je 3,52 m<sup>3</sup>/s, kod Paraćina (Milić 2006). Najveći vodostaj reka Crnica ima u aprilu, a najmanji u septembru (Gavrilović i Dukić 2002).



Slika 14. Položaj reke Crnice i pozicija ribnjaka (R) i istraživanih lokaliteta (CR1-CR6) (razmera 1:50.000).

Za potrebe ovog istraživanja izabrano je 6 lokaliteta duž istraživanog dela toka reke Crnice dužine oko 2 km. (Slika 14). Prva dva lokaliteta su smeštena pre ribnjaka (od kojih je prvi na samom izvoru), a četiri nizvodno od ribnjaka, na rastojanjima koja su data u Tabeli 7. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta su prikazane u Tabeli 7.

Tabela 7. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta na reci Crnici.

Lokalitet	Položaj lokaliteta	Geografske koordinate	Nadmorska visina (m)	Dubina toka (m)	Širina toka (m)	Priobalna vegetacija
CR1	250 m uzvodno od ribnjaka	43° 57.327 N 21° 35.406 E	348	0,101 – 0,27	2,7 - 8	šuma + livada
CR2	20 m uzvodno od ribnjaka	43° 57.393 N 21° 35.256 E	345	0,07 – 0,32	1 - 5	šuma + livada
CR3	20 m nizvodno od ribnjaka	43° 57.296 N 21° 34.919 E	342	0,05 – 0,46	4,8 – 6,6	šuma
CR4	400 m nizvodno od ribnjaka	43° 57.279 N 21° 34.688 E	340	0,09 – 0,36	5 – 9	šuma + livada
CR5	1,3 km nizvodno od ribnjaka	43° 57.273 N 21° 34.119 E	336	0,05 – 0,35	4,5 – 8,6	šuma
CR6	1,7 km nizvodno od ribnjaka	43° 57.396 N 21° 33.872 E	334	0,115 – 0,38	3 – 5,8	šuma

\* 4.200 m<sup>2</sup> – proizvodna površina ribnjaka, 70 t konzumne ribe – proizvodni kapacitet

### 3.1.4. Radovanska reka

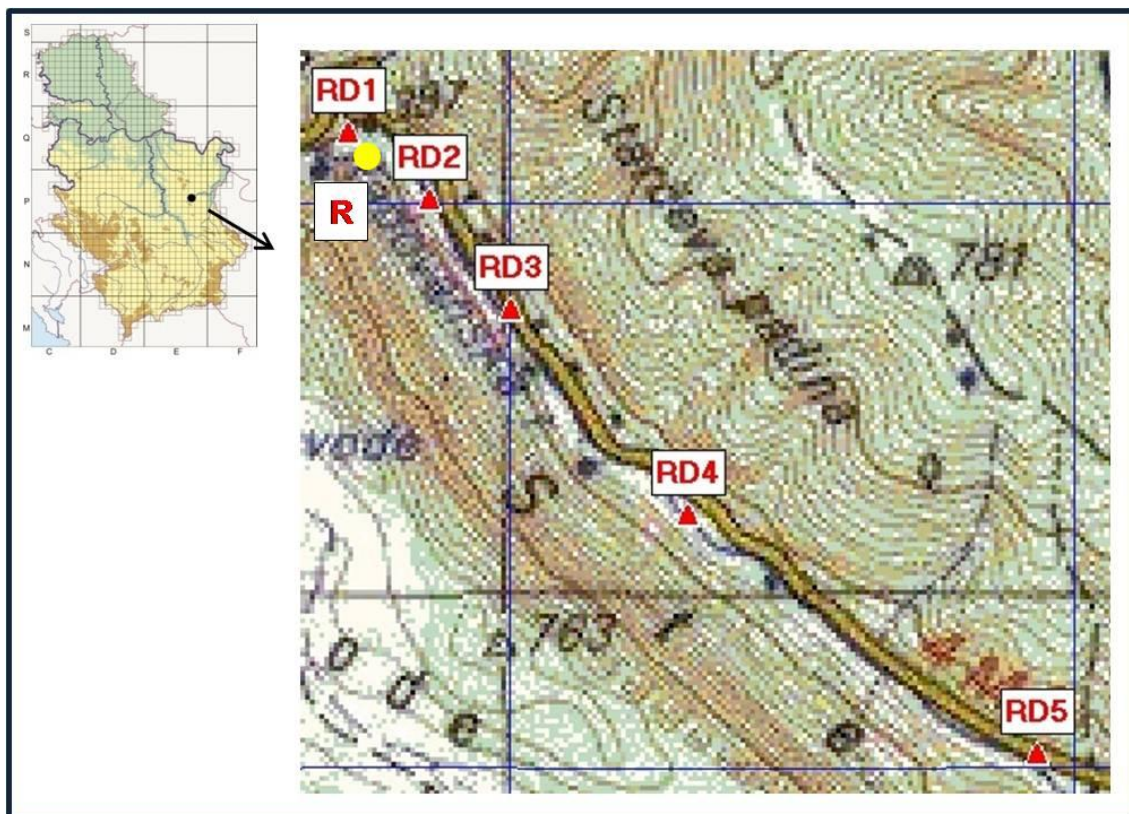
Radovanska reka se nalazi u istočnoj Srbiji, na teritoriji opštine Boljevac. Izvorište se nalazi na visoravni Tilva Njalte, u podnožju Južnog Kučaja i Velikog Malinika. Nastaje spajanjem tri potoka (Bogdanov, Predanov i potok Žid) na 642 m nadmorske visine. Dužine je oko 20 km sa prosečnim padom od 32,33%. Uliva se u Crni Timok kod sela Jablanica na nadmorskoj visini od 256 m (Petrović 1989).

Radovanska reka je tipična brdsko-planinska reka, koja od svog izvorišta teče pravolinijski, sve do klisure Žljebure, kada menja svoj tok usecajući klisuru, skrećući prema jugoistoku sve do ušća u Crni Timok. Ponire u klisuri, u pećinu Pećuru, tako da se radi o reci ponornici. Često se dešava da se u letnjem periodu vodostaj reke veoma smanji, pa i ne stigne do pećine. Interesantno je da Radovanska reka ponire i u pećinu

Vrelo, koja je podzemnim putevima u komunikaciji sa pećinom Pećurom, kada je vodostaj reke visok (Petrović 1970).

Proticaj reke se kreće u rasponu od minimalnih 90 l/s, tokom sušnih godina kada nema padavina i po tri meseca, do maksimalnih 980 l/s. Sušni period (nizak vodostaj) se uobičajeno javlja tokom jeseni, naročito u oktobru, a kišni period (visok vodostaj) u proleće nakon otapanja snega, ali i u jesen kada je prisutna velika količina padavina (Tomović i sar. 2014).

Za potrebe ovog istraživanja izabrano je 5 lokaliteta duž istraživanog dela toka Radovanske reke (Slika 15). Prvi lokalitet je smešten na samom izvorištu sa kog se ribnjak snabdeva vodom, a četiri nizvodno od ribnjaka, na rastojanjima koja su data u Tabeli 8. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta su prikazane u Tabeli 8.



Slika 15. Položaj Radovanske reke i pozicija ribnjaka (R) i istraživanih lokaliteta (RD1-RD5) (razmera 1:100.000).

Tabela 8. Glavne karakteristike ispitivanih lokaliteta na Radovanskoj reci.

Lokalitet	Položaj lokaliteta	Geografske koordinate	Nadmorska visina (m)	Dubina toka (m)	Širina toka (m)	Priobalna vegetacija
<b>RD1</b>	100 m uzvodno od ribnjaka	43° 53.802 N 21° 47.062 E	415	0,07 – 0,32	2,5 – 8,22	šuma + njiva
<b>RD2</b>	20 m nizvodno od ribnjaka	43° 53.666 N 21° 47.274 E	380	0,07 – 0,48	2,9 - 6	šuma + livada
<b>RD3</b>	500 m nizvodno od ribnjaka	43° 53.458 N 21° 47.484 E	374	0,072 – 0,32	2,5 – 6,8	šuma + livada
<b>RD4</b>	1,6 km nizvodno od ribnjaka	43° 53.066 N 21° 47.946 E	353	0,08 – 0,34	5 – 7,9	šuma + livada
<b>RD5</b>	3,1 km nizvodno od ribnjaka	43° 52.597 N 21° 48.867 E	336	0,095 – 0,42	4 – 7,5	šuma + livada

\* 1.643 m<sup>2</sup> – proizvodna površina ribnjaka, 60 t konzumne ribe – proizvodni kapacitet

### 3.2. Dinamika i način uzorkovanja

Algološka istraživanja reka istočne i jugoistočne Srbije (Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke) su sprovedena u jednogodišnjem periodu, od aprila 2011. do maja 2012. U Tabeli 9 je prikazana dinamika uzorkovanja fitobentosa, konkretno epilitske zajednice silikatnih algi (alge koje se razvijaju na površini stenja i kamenja).

Tabela 9. Dinamika uzorkovanja epilitske zajednice silikatnih algi (april 2011. - maj 2012.).

	04/ 2011	05/ 2011	07/ 2011	09/ 2011	11/ 2011	12/ 2011	02/ 2012	03/ 2012	05/ 2012
<b>Vrle</b>		+	+	+	+			+	+
<b>Mlava</b>	+		+	+		+	+		+
<b>Crnica</b>	+		+	+		+	+		+
<b>Radovanska</b>		+	+	+		+		+	+

Lokaliteti na kojima su sakupljeni uzorci birani su u odnosu na položaj pastrmskih ribnjaka, kako bi se analizirao njihov potencijalni uticaj na kvalitet vode ispitivanih reka. Duž toka reke Mlave i Radovanske reke je izabrano ukupno po 5 lokaliteta uzorkovanja (po 1 pre i 4 posle pastrmskog ribnjaka), a duž tokova reka Vrle i

Crnice je izabrano po 6 lokaliteta (po 2 pre i 4 posle pastrmskog ribnjaka). U slučaju reka Mlave i Radovanske reke, pastrmski ribnjak se snabdeva vodom sa izvora. Ukupno je sakupljeno 132 uzorka (po 36 uzoraka reka Vrle i Crnice i po 30 uzoraka reka Mlave i Radovanske).

Algološki uzorci sakupljani su sa svakog lokaliteta tako što je birano 5 kamenova srednje veličine iz konstantnog dela toka (Taylor i sar. 2007). Epilitska zajednica je struganjem uz pomoć četkice za zube sakupljena u plastične bočice zapremine 100 ml. Algološki materijal konzerviran je formaldehidom do konačne koncentracije od 4% u uzorku. Takvi uzorci su potom bili spremni za laboratorijsku analizu, tj. postupak pripreme uzoraka za izradu trajnih preparata silikatnih algi.

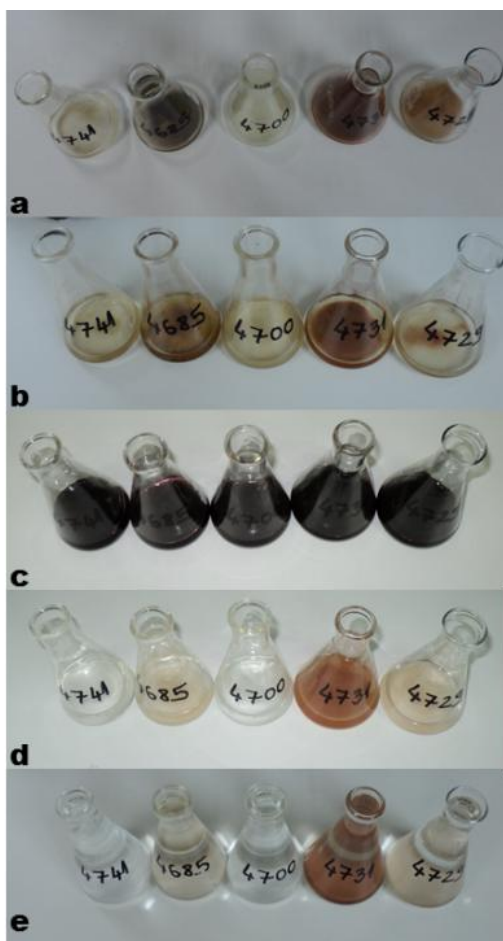
Fizički i hemijski parametri za potrebe ovog istraživanja mereni su direktno na terenu ili u laboratoriji Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju Univerziteta u Beogradu (koncentracija anjona, ukupnog fosfora, ortofosfata, jonizovane frakcije amonijaka, tvrdoća vode). To su: temperatura vode ( $t_v$ ), dubina i širina rečnog korita, brzina toka ( $V$ ), protok ( $Q$ ), tip podloge, rastvoreni kiseonik ( $O_2$ ), pH vrednost, elektroprovodljivost (EP), koncentracije anjona (sulfati ( $SO_4^{2-}$ ), nitrati ( $NO_3^-$ ) i hloridi ( $Cl^-$ )), ukupni fosfor ( $P_u$ ) i ortofosfati ( $PO_4^{3-}$ ), jonizovana frakcija amonijaka ( $NH_4^+$ ), nejonizovana frakcija ( $NH_3$ ), tvrdoća vode (TV). Merenja su izvršena u laboratoriji. Temperatura vode je merena pomoću temperaturne sonde koja je sastavni deo PCE – PHD mernog uređaja. Dubina i širina rečnog korita su merene pomoću metra. Brzina toka je određivana na osnovu formule:  $V$  (m/s) =  $0,000854C + 0,05$  ( $V$ -brzina toka, izražena u m/s, a  $C$ -broj obrtaja na displeju) pomoću mernog instrumenta – brzinometra (GEOPACKS Stream Flowmeter, UK). Protok ( $Q$ ) je meren tako što je profil reke na lokalitetima uzorkovanja, podeljen na nekoliko podsekcija, a zatim su merene dubina i brzina u okviru svake sekcije. Nakon toga je izračunata vrednost protoka ( $Q$ ), tako što je površina date sekcije pomnožena sa srednjom vrednosti brzine (merene brzinometrom) između dve tačke merenja. Analiza zastupljenosti tipa podloge je izvršena vizuelnom procenom, a sastav supstrata je klasifikovan u pet klasa: fini supstrati – mulj (<0,125 mm), pesak (0,125 – 2 mm), šljunak (2 – 64 mm), kamen (64 – 256 mm) i stena (>256 mm) (Stojanović 2017).

### 3.3. Priprema uzoraka za izradu trajnih preparata silikatnih algi

Priprema uzoraka za izradu trajnih preparata silikatnih algi je obavljena u prostorijama Katedre za algologiju, mikologiju i lihenologiju Instituta za botaniku i Botaničke bašte „Jevremovac“, Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Izrada trajnih preparata silikatnih algi podrazumeva najpre pripremu uzoraka algološkog materijala koja se naziva „spaljivanje“ silikatnih algi. Ovakav naziv potiče usled toga što priprema uzoraka za izradu trajnih preparata silikatnih algi podrazumeva

uklanjanje organskog sadržaja pomoću jakih oksidacionih sredstava. Isključivo na taj način se mogu uočiti sve morfološke strukture na ćelijskom zidu koje su glavni identifikacioni karakteri silikatnih algi. Za potrebe ovog istraživanja, korišćena je metoda hladne kiseline sa kalijum-permanganatom (Krammer i Lange-Bertalot 1986). Suština ove metode se sastoji u tome da se uzorci tretiraju jakim oksidacionim sredstvima (sumpornom kiselinom ( $H_2SO_4$ )) i prezasićenim rastvorom kalijum-permanganata ( $KMnO_4$ ) u cilju uklanjanja organske materije iz uzorka, a zatim se uzorak obezbojava dodavanjem prezasićenog rastvora oksalne kiseline ( $C_2H_2O_4$ ). Zatim se vrši ispiranje uzoraka destilovanom vodom, dok se u uzorku ne postigne pH vrednost  $\approx 7$ .



Slika 16. Priprema uzoraka za izradu trajnih preparata silikatnih algi: a) Uzorci u erlenmajerima (pre dodavanja  $H_2SO_4$ ); b) Uzorci nakon dodavanja  $H_2SO_4$ ; c) Uzorci nakon dodavanja  $KMnO_4$ ; d) Uzorci nakon dodavanja oksalne kiseline; e) Uzorci nakon 6 dana ispiranja destilovanom vodom (pH 7).

Najpre je 5 ml uzorka prebačeno u erlenmajere zapremine 100 ml (Slika 16a) vodeći računa da se sakupe nataložene alge na dnu flakona. Zatim je dodato 5 ml  $H_2SO_4$

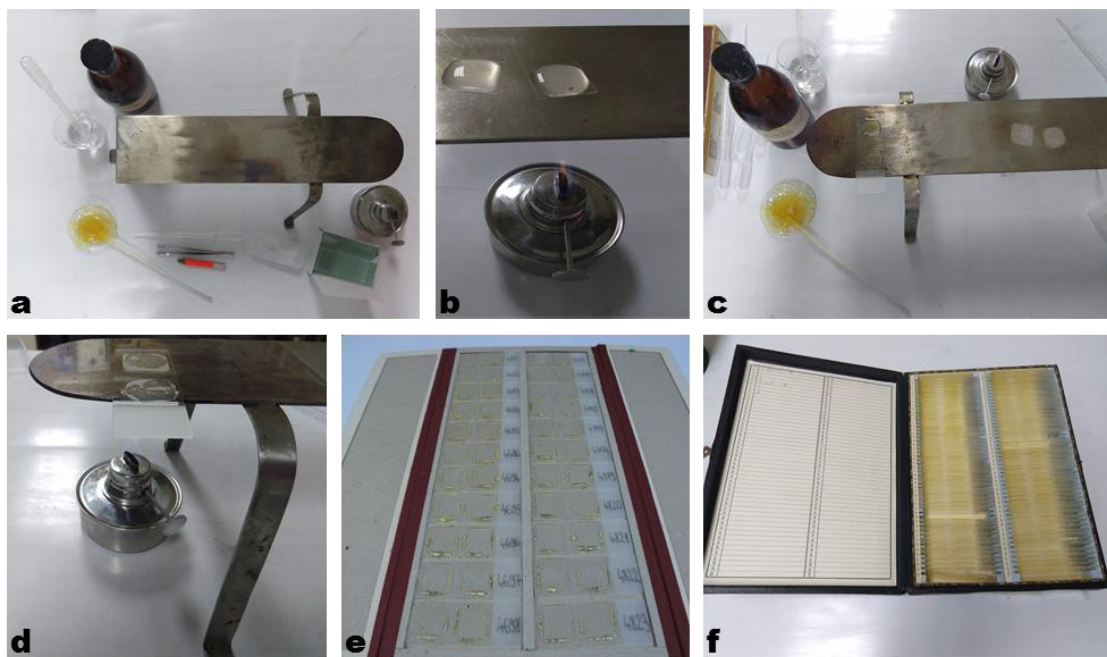


(Slika 16b). Nakon 24h je dodato oko 5 ml  $\text{KMnO}_4$  (Slika 16c) (u zavisnosti kada se boja uzorka promeni u tamno ljubičastu). Obezbojavanje uzoraka je izvršeno trećeg dana dodavanjem oksalne kiseline (Slika 16d) (isto u zavisnosti od uzorka do uzorka dodaje se dok se ne primeti obezbojavanje) i sipana je destilovana voda do vrha erlenmajera. Narednih nekoliko dana (od 5 do 7) vršeno je odlivanje supernatanta i dodavanje destilovane vode (Slika 16e). Odlivanje supernatanta je vršeno pomoću transfuzione cevi vodeći računa da se ne pokupe nataložene alge sa dna, a zatim se ponovo erlenmajer puni destilovanom vodom. Nakon 5-7 dana, kada je postignuta neutralna pH vrednost, talog iz uzoraka je prebačen u flakone i u svaki je dodato par kapi formaldehida, kako bi se sprečio razvoj mikroorganizama. Nakon toga se moglo pristupiti pravljenju trajnih preparata.

Ovako dobijeni uzorci se čuvaju u okviru mokre zbirke Katedre za algologiju, lihenologiju i mikologiju Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Sam naziv - trajni preparati - ukazuje da se oni mogu čuvati i pregledati dugo nakon njihove pripreme. Suština metode pravljenja trajnih preparata jeste sušenje uzoraka na pokrovnom staklu kako bi na njemu ostali silifikovani ćelijski zidovi algi, koji se zatim zatapaju u sintetičku smolu kako bi se mogli posmatrati pod mikroskopom (Slika 17a-d).

Kap-dve uzorka je stavljeno na oba pokrovna stakalca vodeći računa da što ravnomernije rasporedimo uzorak po pokrovnom staklu. Uzorak smo sušili postavljanjem špiritusne lampe ispod metalne ploče na kojoj se nalazi pokrovno staklo. Pri ovom koraku treba voditi računa da temperatura ne bude previsoka da bi se sprečila aglutinacija silikatnih algi na preparatu. Po završetku sušenja pokrovno staklo zatapamo u sintetičku smolu Naphrax<sup>®</sup>. Smolu nanosimo na predmetnu pločicu, a preko postavljamo pokrovno stakalce, tako da uzorak uronimo u smolu. Sve zajedno zagrevamo na metalnoj ploči dok se smola širi po čitavom pokrovnom staklu uz stvaranje mehurića. Tada skidamo predmetnu pločicu sa metalne ploče i istiskujemo višak smole i mehuriće vazduha. Tako pripremljeni tajni preparati se čuvaju u mapama nekoliko dana (Slika 17e), dok se smola stvrdne. Potom se skalpelom sastruže njen višak na ivicama pokrovnog stakla. Tako napravljeni preparati se čuvaju u zbirci trajnih preparata (Slika 17f) Katedre za algologiju, lihenologiju i mikologiju Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.



Slika 17. Postupak pravljenja trajnih preparata silikatnih algi (a-d), mape za kratkotrajno skladištenje trajnih preparata (e) i zbirka trajnih preparata (f).

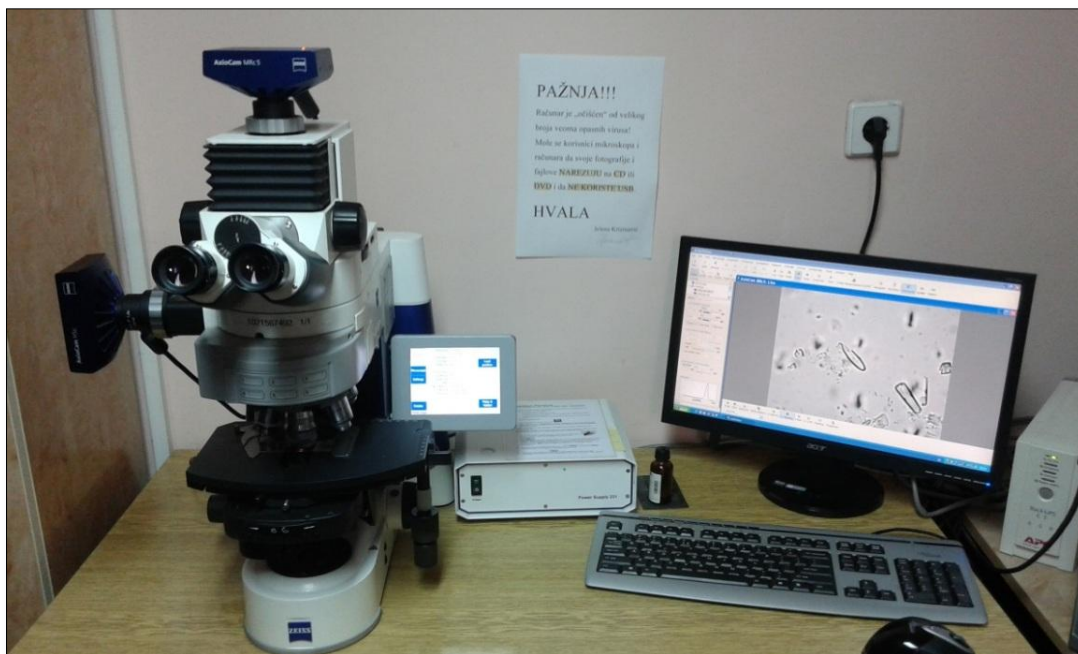
### 3.4. Mikroskopske analize i identifikacija silikatnih algi

Pregledanje trajnih preparata je izvršeno na svetlosnom mikroskopu Carl Zeiss AxioImagerM.1 sa kamerom AxioCam MRc5 kojom se vrši fotografisanje taksona (Slika 18). Za određivanje dimenzija taksona i drugih parametara neophodnih za njihovu preciznu identifikaciju, korišćen je kompjuterski softver AxioVision4.8. Preparati su posmatrani na uveličanju od 1000x i 1600x, uz upotrebu imerzionog ulja Zeiss Immersol<sup>TM</sup> 518 F i diferencijalnog interferencijskog kontrasta (DIC), kojim se postiže prividno trodimenzionalni efekat na mikrografijama, uz bolje uočavanje detalja na ćelijskom zidu silikatnih algi, što omogućuje pouzdaniju identifikaciju.

Identifikacija taksona silikatnih algi je izvršena na osnovu različitih morfometrijskih karakteristika ćelijskog zida. Za identifikaciju taksona korišćena je sledeća literatura: Hofmann i saradnici (2013), Krammer (1997, 1997a, 2000, 2002, 2003), Krammer i Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 2004), Lange-Bertalot (2001), Lange-Bertalot i saradnici (2011, 2017), Levkov (2009), Levkov i saradnici (2013, 2016), Reichardt (1997, 1999), Reichardt i Lange-Bertalot (1991), van de Vijver i sar.

(2004). Klasifikacija taksona je izvršena prema Medlin i Kaczmarska (2004) i podacima online baze „AlgaeBase” (Guiry i Guiry 2017).

Nakon kvalitativne analize urađena je i kvantitativna analiza u okviru epilitske zajednice silikatnih algi. Ona je prikazana u vidu procentualne zastupljenosti svakog pojedinačnog taksona u uzorku brojanjem 400 valvi na svakom preparatu (Round 1991).



Slika 18. Svetlosni mikroskop Carl Zeiss AxioImagerM.1 sa kamerom AxioCam MRc5 i softverom Axio-Vision4.8.

### **3.5. Izračunavanje dijatomnih indeksa i određivanje ekološkog statusa istraživanih reka**

Za izračunavanje dijatomnih indeksa korišćen je softverski paket OMNIDIA 6.0.4. U program se unose tačni nazivi taksona silikatnih algi identifikovanih na istraživanom lokalitetu i njihova brojnost u datom uzorku izražena kroz broj valvi (Slika 19 i Slika 20), prethodno opisanom metodom kvantitativne analize zajednice epilitskih algi (poglavlje 3.4.).



softver računa numeričku vrednost dijatomnih indeksa. Prvi softverski paket OMNIDIA je omogućavao dobijanje numeričkih vrednosti za 6 dijatomnih indeksa (CEE, DESCY, GENRE, IDSE/5, SLA i IPS) i objedinio je postojeće baze podataka silikatnih algi u Francuskoj (Lecointe i sar. 1993). Najnovija verzija softvera OMNIDIA 6.0.4, koja je korišćena u ovom radu, omogućava izračunavanje 18 dijatomnih indeksa. Trofički dijatomni indeks za jezera (TDIL), kao što mu samo ime kaže, je dizajniran isključivo za jezera, tako da nije bio od značaja za naše istraživanje. U Tabeli 10 su dati nazivi 18 dijatomnih indeksa čije se vrednosti dobijaju koristeći softverski paket OMNIDIA 6.0.4, kao i njihovi autori.

Tabela 10. 18 dijatomnih indeksa čije se vrednosti dobijaju koristeći softverski paket OMNIDIA 6.0.4.

Dijatomni indeks	Autori
Indeks osetljivosti na zagađenje (IPS)	Cemagref 1982
Biološki dijatomni indeks (IBD; BDI)	Coste i Lenoir 1998, Coste i sar. 2009
Dijatomni indeks eutrofizacije/zagađenja (EPI-D)	Dell'Uomo 2004
Indeks za određivanje trofičkog nivoa (SHE)	Steinberg i Schiefele 1988
Trofički dijatomni indeks (TDI)	Kelly i Whitton 1995, Kelly i sar. 2001
Indeks trofičnosti (TID)	Rott i sar. 1999
Indeks saprobnosti (SID)	Rott i sar. 1997
Sladecek-ov indeks saprobnosti (SLA)	Sládeček 1986
Švajcarski dijatomni indeks (DI-CH; Hurl)	Hurlimann i Niederhauser 2006
Pampean dijatpmni indeks (IDP, PDI)	Gòmez i Licursi 2001
Artois-Picardie dijatomni indeks (IDAP)	Prygiel i sar. 1996
Brazilski dijatomni indeks (LOBO)	Lobo i sar. 2004
Watanabe dijatomni indeks (WAT; DAİpo)	Watanabe i sar. 1986
DESCY (DES)	Descy 1979
IDSE/5 (L&M)	Leclercq i Maquet 1987
Coste indeks (CEE)	Descy i Coste 1991
Generički dijatomni indeks (GENRE; IDG)	Rumeau i Coste 1988
Trofički dijatomni indeks za jezera (TDIL)	Stenger-Kovacs i sar. 2007

Većina dijatomnih indeksa čije se vrednosti dobijaju pomoću softverskog paketa OMNIDIA 6.0.4 govore prvenstveno o globalnom zagađenju. Neki od njih pružaju informacije o „tačkastim“ stresorima, ukazujući na promene u trofičkim uslovima. TDI,

TID i SHE se koriste za procenu uticaja promene koncentracije nutrijenata (fosfata i nitrata) na kvalitet vode, a SID, SLA i WAT za procenu organskog opterećenja vode.

Prvobitno su granice klasa bile različite za različite indekse. Međutim, urađena je aproksimacija u softveru OMNIDIA, tako da je sada rezultujuća vrednost svakog indeksa u rasponu 0-20, kako bi granice klasa kvaliteta vode bile iste za sve indekse (Tabela 11). U prethodnoj verziji softvera OMNIDIA, izuzetak su bili indeksi IDSE/5 i TDI. Vrednosti IDSE/5 su se kretale u rasponu 0-5, a vrednosti TDI u rasponu 0-100. Međutim, u najnovijoj verziji softvera OMNIDIA izvršena je i njihova aproksimacija.

Tabela 11. Granice klasa kvaliteta vode na osnovu vrednosti dijatomnih indeksa (Leclercq i Maquet 1987, Prygiel i Coste 2000).

Vrednosti dijatomnih indeksa	Kvalitet vode
<5	veoma loš
≥5 - <9	loš
≥9 - <13	srednji
≥13 - <17	dobar
≥17 - 20	veoma dobar

Ocena ekološkog statusa istraživanih reka je izvršena u skladu sa „Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda“ (Sl. glasnik RS 96/2010) i “Pravilnikom o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda” (Sl. glasnik RS 74/2011). Prema njima, ekološki status/potencijal površinskih voda u Srbiji se određuju na osnovu bioloških, hemijskih i fizičko-hemijskih i hidromorfoloških parametara. Dijatomni indeksi IPS i CEE predstavljaju biološke parametre ocene ekološkog statusa reka na osnovu fitobentosa u Republici Srbiji. Istraživani delovi vodotokova su svrstani u odgovarajuća vodna tela, a potom i tipove vodotoka.

Utvrđeno je da istraživani delovi tokova pripadaju kategoriji reka i dodeljene su im šifre: VRL\_4, ML\_7, CRN\_3 i RAD\_1. Reka Vrla pripada četvrtom tipu vodnog tela, koji se odnosi na male i srednje vodotoke, nadmorske visine preko 500 m, sa dominacijom krupne podloge. Reke Mlava i Crnica pripadaju trećem tipu vodnog tela.

U tip 3 se svrstavaju mali i srednji vodotoci, nadmorske visine do 500 m, sa dominacijom krupne podloge. Radovanska reka se ubraja u šesti tip vodotoka (mali vodotoci izvan područja Panonske nizije koji nisu obuhvaćeni tipom 3 i 4, kao i vodotoci koji nisu obuhvaćeni Pravilnikom (Sl. glasnik RS 96/10). Za određivanje klasa ekološkog statusa vodnih tela na Vrli, Mlavi i Crnici, na osnovu biološkog elementa, su korišćena dva parametra (IPS i CEE indeksi). Jedan parameter (IPS) je korišćen u slučaju Radovanske reke. Vrednosti ovih indeksa za određivanje klasa ekološkog statusa tipa 3, 4 i 6 vodotokova (u koje su svrstane istraživane reke), date su u Tabeli 12.

Tabela 12. Granice između klasa ekološkog statusa reka tipova 3, 4 i 6 vodotokova u Republici Srbiji na osnovu vrednosti IPS i CEE indeksa (Sl. glasnik RS 74/2011).

BIOLOŠKI PARAMETRI OCENE EKOLOŠKOG STATUSA fitobentos					
Reke Tip vodotoka	Parametar	Granice između klasa ekološkog statusa			
		I-II	II-III	III-IV	IV-V
Tip 3	IPS	16	14	12	9
	CEE	12	9	7	5
Tip 4	IPS	16	14	12	9
	CEE	12	9	7	5
Tip 6	IPS	14	10	8	6

Konačna klasa ekološkog statusa istraživanih vodnih tela je određena prema principu “jedan izvan, svi izvan”. To znači da element sa najnižom ocenom određuje konačnu klasu ekološkog statusa. Na ovaj način se određuje i konačna klasa biološkog elementa u slučaju da su parametri nekog elementa osetljivi na različite vidove negativnih uticaja. Ekološki status na osnovu određenog biološkog elementa se može odrediti i na osnovu prosečne vrednosti parametara. Ovaj način određivanja ekološkog statusa se primenjuje ukoliko su svi parametri jednog biološkog elementa osetljivi na širok opseg negativnih uticaja (Denić i sar. 2015). U našem istraživanju je na prvi način određen ekološki status na osnovu biološkog elementa, to jest fitobentosa. Zatim je po istom principu (parametar koji ukazuje na najlošiju klasu određuje i klasu na koju upućuje ceo element) određen ekološki status na osnovu hemijskih i fizičko-hemijskih parametara (Tabela 13). Kod fizičko-hemijskog i hidromorfološkog elementa klasa na koju element upućuje određuje se uvek na ovaj način, kao i konačna klasa ekološkog statusa vodenog ekosistema (Denić i sar. 2015). I konačno, na osnovu biološkog i

fizičko-hemijskog elementa, po istom principu je određen i konačni ekološki status istraživanih vodenih ekosistema.

Tabela 13. Granice između klasa ekološkog statusa reka tipova 3, 4 i 6 vodotokova u Republici Srbiji na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara (Sl. glasnik RS 74/2011).

<b>HEMIJSKI I FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI OCENE EKOLOŠKOG STATUSA</b>					
<b>Parametar</b>	<b>Reke Tip vodotoka</b>	<b>Granice između klasa ekološkog statusa</b>			
		<b>I-II</b>	<b>II-III</b>	<b>III-IV</b>	<b>IV-V</b>
pH vrednost	Tip 3	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	<6,5; >8,5
	Tip 4	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	<6,5; >8,5
	Tip 6	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	<6,5; >8,5
Rastvoreni kiseonik (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	8,5	7,0	5,0	4,0
	Tip 4	8,5	7,0	5,0	4,0
	Tip 6	8,5	7,0	5,0	4,0
BPK <sub>5</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	1,5	5,0	6,0	20,0
	Tip 4	1,8	4,0	6,0	20,0
	Tip 6	1,5	4,0	8,0	20,0
Ukupni organski ugljenik(mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	2,0	6,0	7,0	23,0
	Tip 4	2,0	5,0	7,0	23,0
	Tip 6	2,0	5,0	9,0	23,0
Amonijum jon (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	0,05	0,1	0,8	1,0
	Tip 4	0,1	0,3	0,8	1,0
	Tip 6	0,05	0,1	0,8	1,0
Nitrati (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	1,50	3,00	6,00	15,00
	Tip 4	1,50	3,00	6,00	15,00
	Tip 6	1,0	3,0	6,00	15,00
Ortofosfati (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	0,02	0,1	0,2	0,5
	Tip 4	0,02	0,05	0,1	0,3
	Tip 6	0,02	0,1	0,2	0,5
Ukupni rastvoreni fosfor (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	0,05	0,2	0,4	1,0
	Tip 4	0,05	0,1	0,2	0,5
	Tip 6	0,05	0,15	0,3	1,0
Hloridi (mg l <sup>-1</sup> )	Tip 3	50	100		
	Tip 4	50	100		
	Tip 6	50	100		

### 3.6. Statistička obrada podataka

Multivarijantne analize ekoloških podataka rađene su u programu CANOCO, verzija 5.0 (Ter Braak i Šmilauer 2012). U tu svrhu korišćene su kanonijska korespondentna analiza (CCA) i analiza redundantnosti (RDA).

Kako bi se sagledala povezanost zabeleženih taksona silikatnih algi na osnovu prisustva/odsustva i sezona u kojima je vršeno uzorkovanje, urađena je kanonijska



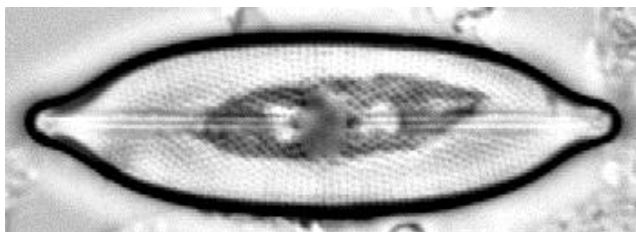
korespondentna analiza. CCA analiza je rađena za svaku reku posebno, a na finalnim dijagramima predstavljeno je 45 taksona koji pokazuju izraženu sezonsku dinamiku.

Povezanost zabeleženih taksona silikatnih algi (svih taksona na osnovu prisustva/odsustva, kao i dominantnih taksona) i ekoloških parametara takođe je predstavljena pomoću dve kanonijske korespondentne analize. Prva CCA analiza obuhvatila je sve taksone (prisustvo/odsustvo) iz sve četiri reke i ekološke parametre. Kao glavne varijable korišćene su fizičko-hemijske karakteristike vode, a kao dodatne reke i podatak koji označava položaj mesta uzorkovanja – odnosno podatak da li se mesto uzorkovanja nalazi pre ili posle ribnjaka. Najznačajniji ekološki parametri koji utiču na varijabilnost zabeleženih taksona izabrani su pomoću opcije “Interactive forward selection” koja na bazi Monte-Karlo testa bira varijable sa stepenom značajnosti  $p < 0,05$ . Druga CCA analiza predstavila je vezu dominantnih taksona silikatnih algi iz sve četiri reke i ekoloških parametara. U analizu su uključeni oni taksoni silikatnih algi (njihova procentualna zastupljenost) koji su se u zajednici javili sa učestalošću većom od 5%. Bez obzira što set podataka nije uključio prisustvo/odsustvo vrsta, dužina gradijenta je iznosila 3,3 standardne devijacije (SD), na osnovu čega je odabrana unimodalna metoda, a ne linearna. Kao glavne varijable korišćene su fizičko-hemijske karakteristike vode, koje su, kao i u prethodnoj analizi podvrgnute opciji “interactive forward selection” na osnovu koje su izabrane najznačajnije. Od pomoćnih varijabli, takođe su izabrane reke i opisne varijable koje označavaju položaj mesta uzorkovanja – pre ili posle ribnjaka, ali i sezone u kojima je uzorkovanje vršeno.

Analizom redundantnosti (RDA) nastojala se pokazati povezanost dijetomnih indeksa, ekoloških parametara (fizičko-hemijskih karakteristika vode) i lokaliteta na kojima je vršeno uzorkovanje. Analiza je rađena za svaku reku posebno, pri čemu su uzeti u obzir svi indeksi i svi fizičko-hemijski parametri vode kako bi se sagledao odnos sa svima, ali je naglašeno i koji faktor je najznačajniji nakon upotrebe opcije “interactive forward selection”.

## *4. Rezultati*

---



#### 4.1. Floristički sastav epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka

U Vrli, Mlavi, Crnici i Radovanskoj reci, ustanovljeno je ukupno 375 taksona u epilitskoj zajednici silikatnih algi (Tabela 14). Najveći broj taksona je identifikovan u Mlavi (230), a najmanji u Crnici (170). Po ukupnom broju taksona, Vrla se razlikuje od Mlave za dva (228). U Radovanskoj reci je ustanovljeno ukupno 206 taksona silikatnih algi. Od svih zabeleženih taksona, 83 taksona se nalaze u sve četiri reke. U Vrli je identifikovan najveći broj taksona koji nisu pronađeni u ostale tri reke (70 taksona). Zatim, sledi Mlava (44), Radovanska reka (29) i na kraju Crnica sa ukupno 19 taksona koji su identifikovani samo u ovoj reci.

Tabela 14. Floristički spisak sa odgovarajućim taksonomskim kategorijama u okviru razdela Bacillariophyta na osnovu ispitivanih uzoraka iz Vrle (VR), Mlave (ML), Crnice (CR) i Radovanske reke (RD). Novi taksoni za floru algi Srbije su označeni zvezdicom (\*).

	Kod	VR	ML	CR	RD
<b>COSCINODISCOPHYTINA</b>					
<b>COSCINODISCOPHYCEAE</b>					
<b>COSCINODISCOPHYCIDAE</b>					
<b>AULACOSEIRALES</b>					
<b>AULACOSEIRACEAE</b>					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	AUGR		+	+	+
<b>COSCINODISCALES</b>					
<b>COSCINODISCACEAE</b>					
<i>Lindaviatenuistriata</i> (Hust.) T.Nakov et al.	HGLA	+	+	+	+
<b>MELOSIROPHYCIDAE</b>					
<b>MELOSIRALES</b>					
<b>MELOSIRACEAE</b>					
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MVAR		+	+	+
<b>PARALIOPHYCIDAE</b>					
<b>PARALIALES</b>					
<b>RADIALIPLICATACEAE</b>					
<i>Ellerbeckia arenaria</i> (G.Moore ex Ralfs) R.M.Crawford	EARE	+	+		+
<i>Ellerbeckia arenaria</i> f. <i>teres</i> (Brun) R.M.Crawford	EATE			+	
<b>BACILLARIOPHYTINA</b>					
<b>MEDYOPHYCEAE</b>					

THALASSIOSIROPHYCIDAE					
<b>STEPHANODISCALES</b>					
<b>STEPHANODISCACEAE</b>					
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	CATO				+
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG		+		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	+	+	+	+
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hust.) Houk & Klee	DPST				+
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantoc.) K.T.Kiss & E.Ács	COCE	+	+		
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<b>BACILLARIOPHYCIDAE</b>					
<b>BACILLARIALES</b>					
<b>BACILLARIAEAE</b>					
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	BPAR		+		
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	DTEN	+	+	+	+
<i>Grunowia tabellaria</i> (Grun.) Rabenhorst	NTAB		+		+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow	HAMP	+		+	+
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W.Smith	NACI	+	+	+	+
* <i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot	NACD	+			
<i>Nitzschia adamata</i> Hustedt	NZAD	+			
<i>Nitzschia</i> aff. <i>scalpelliformis</i> Grunow	NISC				+
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	NZAL	+	+	+	
* <i>Nitzschia alpinobacillum</i> Lange-Bertalot	NAPB	+			+
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP		+		
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	NIAR	+	+	+	+
<i>Nitzschia bacillum</i> Hustedt	NBCL		+		
<i>Nitzschia bergii</i> Cleve-Euler	NBRG				+
* <i>Nitzschia bryophila</i> (Hust.) Hustedt	NIBR		+		
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	NCPL		+		
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	NCLA	+			
* <i>Nitzschia dealpina</i> Lange-Bertalot & G.Hofmann	NDLP	+		+	
<i>Nitzschia denticula</i> Grunow	NDEN		+		+
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Rabenhorst	NDIS	+	+	+	+
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantz.) Grunow	NDME	+	+	+	+
<i>Nitzschia flexa</i> Schumann	NFLE		+		
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grun.) Grunow	NFON	+	+	+	+
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kütz.) Grunow	NIFR	+	+		
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst	NHAN	+	+	+	+
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	NHEU	+	+		
<i>Nitzschia homburgiensis</i> Lange-Bertalot	NHOM	+			
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	NINC	+			
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	NINT			+	+
<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	NILA		+		
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	NLIN	+	+	+	+

<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	NMIC			+	
<i>Nitzschia oligotrappenta</i> (Lan.-Bert.) Lange-Bertalot	NIOG	+	+	+	
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Smith	NPAL	+	+	+	+
* <i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i> Grunow	NPAT	+	+	+	+
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grun.) Grunow	NPAE		+	+	
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grun.) M.Peragallo	NIPM	+			
<i>Nitzschia pseudofonticola</i> Hustedt	NPSF		+		
<i>Nitzschia pura</i> Hustedt	NIPR	+	+		
<i>Nitzschia pusilla</i> Grunow	NIPU	+	+	+	+
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NREC	+	+	+	+
<i>Nitzschia sigma</i> (Kütz.) W.Smith	NSIG		+		
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	NSOC		+	+	+
<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis	NSTS	+	+	+	+
<i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt	NSBL	+	+		
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	NZSU		+		
<i>Nitzschia tenuis</i> W.Smith	NITE	+			
<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow	NTUB		+		
* <i>Nitzschia vermicularioides</i> Lange-Bertalot & Rumrich	NVMO		+		
* <i>Simonsenia delognei</i> (Grun.) Lange-Bertalot	SIDE			+	+
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	TAPI		+	+	
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grun.) Frenguelli	NIHU		+		+
<b>COCCONEIDALES</b>					
<b>ACHNANTHIDIACEAE</b>					
<i>Achnantheidium affine</i> (Grun.) Czarnecki	ACAF	+	+	+	+
<i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT		+	+	+
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grun.) Czarnecki	ADEG	+			
<i>Achnantheidium jackii</i> Rabenhorst	ADJK	+	+		
<i>Achnantheidium latecephalum</i> H.Kobayasi	ADLA				+
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki	ADMI	+	+	+	+
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hust.) H.Kobayasi	ADPY		+	+	+
<i>Achnantheidium subatomus</i> (Hust.) Lange-Bertalot	ADSU	+			
* <i>Achnantheidium thienemannii</i> (Hust.) Lange-Bertalot	ADTH		+		
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hust.) Bukhtiyarova	KALA	+			
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grun.) Round & Basson	LHUN	+			+
* <i>Planothidium biporum</i> (M.H.Hohn & Hell.) Lange-Bertalot	PLBI	+	+		
<i>Planothidium dubium</i> (Grun.) Round & Bukhtiyarova	PTDU	+	+	+	+
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lang.-Bert.) Lange-Bertalot	PLFR	+	+	+	+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bertalot	PTLA	+	+	+	+
<i>Planothidium rostratoholarcticum</i> Lange-Bertalot & Båk	PROH	+			
* <i>Psammothidium bioretii</i> (H.Germ.) Bukhtiyarova & Round	PBIO	+			+
<i>Psammothidium daonense</i> (Lang.-Bert.) Lange-Bertalot	PDAO	+	+		+
<i>Psammothidium grischunum</i> (Wuthr.) L.Bukhtiyarova & Round	PGRI	+			+
* <i>Psammothidium lauenburgianum</i> (Hust.) Bukhtiyarova & Round	PLAU		+	+	+
<i>Psammothidium subatomoides</i> (Hust.) Bukhtiyarova & Round	PSAT	+	+		

<i>Rossithidium pusillum</i> (Grun.) Round & Bukhtiyarova	RPUS	+			
<b>COCCONEIDACEAE</b>					
<i>Cocconeis disculus</i> (Schum.) Cleve	CDIS	+			
<i>Cocconeis euglypta</i> (Ehr.) Grunow	CEUG	+	+	+	+
<i>Cocconeis lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	CLNT	+	+	+	+
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer	CNDI	+	+	+	+
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CPED		+	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	CPLA	+	+	+	
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>klinoraphis</i> Geitler	CPLK	+	+		+
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geit.) Lange-Bertalot	COPL	+	+	+	+
* <i>Cocconeis pseudothumensis</i> Reichardt	COPS		+		
<b>CYMBELLALES</b>					
<b>ANOMOEONEIDACEAE</b>					
<i>Adlafia bryophila</i> (J.B.Peter.) Lange-Bertalot	ABRY	+	+		
<i>Adlafia minuscula</i> (Grun.) Lange-Bertalot	ADMS	+	+	+	+
* <i>Adlafia minuscula</i> var. <i>muralis</i> (Grun.) Lange-Bertalot	ADMM		+		
* <i>Adlafia suchlandtii</i> (Hust.) Monnier & Ector	ADFS	+	+		+
<b>CYMBELLACEAE</b>					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	CAFF	+	+	+	+
<i>Cymbella aspera</i> (Ehr.) Cleve	CASP	+			
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	CCMP	+	+	+	+
<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer	CEXF	+	+		+
<i>Cymbella excisiformis</i> var. <i>nonprotracta</i> Krammer	CENP				+
<i>Cymbella exigua</i> Krammer	CEXI	+	+		
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	CHUS		+		
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI				+
<i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner	CPAR		+	+	+
<i>Cymbella perparva</i> Krammer	CPPV			+	+
<i>Cymbella subcistula</i> Krammer	CSCI		+		+
<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer	CSUT			+	+
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) Van Heurck	CTUM			+	
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Näg.) Krammer	CBAM			+	
<i>Cymbopleura anglica</i> (Lager.) Krammer	CAGL	+			
<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kütz.) Krammer	CBCU	+			
* <i>Cymbopleura frequens</i> Krammer	CBFQ	+			
* <i>Cymbopleura hercynica</i> (A.Schm.) Krammer	CHCN	+			
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auers. ex Heib.) Krammer	CBNA	+			
<i>Paraplaconeis placentula</i> (Ehr.) Kulikovskiy & Lange-Bertalot	PPPL	+			
<b>GOMPHONEMATACEAE</b>					
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	EAUE				+
* <i>Encyonema brevicapitatum</i> Krammer	EBVC	+	+	+	+
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	ECAE				+
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer	ENLB	+	+	+	

<i>Encyonema lange-bertalotii</i> var. <i>obscuriformis</i> Krammer	ELBO	+			
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agar.) W.J.Silva et al.	ELEI	+			+
<i>Encyonema lunatum</i> (W.Smith) Van Heurck	ENLU	+			
<i>Encyonema minutum</i> (Hil.) D.G.Mann	ENMI	+	+	+	+
<i>Encyonema perminutum</i> Krammer	ENPM	+			
* <i>Encyonema sarsii</i> (Fog.) Krammer	ENSA	+			
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleis.) D.G.Mann	ESLE	+	+	+	+
* <i>Encyonema subminutum</i> Krammer & Lange-Bertalot	ENSU		+		+
<i>Encyonema ventricosum</i> (C. Agar.) Grunow	ENVE	+	+	+	+
<i>Encyonema vulgare</i> Krammer	EVUL	+			
* <i>Encyonopsis krammeri</i> E. Reichardt	ECKR		+		
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grun.) Krammer	ENCM	+	+	+	+
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	ECPM	+	+	+	+
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & E.Reichardt	ESUM		+		
<i>Geissleria acceptata</i> (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin	GACC	+	+		+
<i>Geissleria decussis</i> (Øst.) Lange-Bertalot & Metzeltin	GDEC	+	+		+
<i>Geissleria gereckeii</i> M.Cantonati & Lange-Bertalot	GGRK		+	+	+
* <i>Geissleria paludosa</i> (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin	GPAL	+	+		+
* <i>Gomphonema acidoclinatum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GADC	+			
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	GACU	+	+	+	+
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	GANG	+	+		
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	GAUG		+		
* <i>Gomphonema calcifugum</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	GCLF		+		
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	GCAP	+	+	+	
<i>Gomphonema clavatum</i> E.Reichardt	GCVT	+			
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	GCLA	+			
<i>Gomphonema cymbelliclinum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	GCBC	+	+		
<i>Gomphonema drutelingense</i> E.Reichardt	GDRU	+	+	+	
<i>Gomphonema elegantissimum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	GELG	+	+	+	+
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & E.Reichardt	GEXL	+	+	+	+
* <i>Gomphonema extentum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	GEXT	+			
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	GGRA	+			
<i>Gomphonema hebridense</i> W.Gregory	GHEB	+	+		
<i>Gomphonema innocens</i> E.Reichardt	GINN	+		+	
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	GLGN		+	+	+
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	GMIC	+	+	+	+
<i>Gomphonema</i> aff. <i>micropus</i> Kützing	GMIC		+		
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh	GMIN	+			
<i>Gomphonema occultum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	GOCU	+		+	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horne.) Brébisson	GOLI	+	+	+	+
<i>Gomphonema parvuliforme</i> Levkov et al.	GPVF			+	
<i>Gomphonema parvulus</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	GPVL			+	
<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing	GPAR	+	+	+	+
* <i>Gomphonema procerum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	GPRC		+		

<i>Gomphonema productum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & E.Reichardt	GPRO	+	+		+
<i>Gomphonema pseudo-bohemicum</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	GPBO	+			
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grun.) E.Reichardt & Lange-Bertalot	GPUM	+		+	
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPRI	+	+	+	+
<i>Gomphonema rhombicum</i> Fricke	GRHO			+	+
<i>Gomphonema saprophyllum</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	GSPP	+	+		+
<i>Gomphonema sarcophagus</i> W.Gregory	GSAR	+	+		+
* <i>Gomphonema sphenovertex</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	GSPV		+		
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grun.) Grunow	GSCL	+	+	+	+
<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grun.) Fricke	GTER	+	+	+	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GTRU	+	+	+	+
<i>Gomphonema utae</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	GUTA	+			
* <i>Gomphonema vibrio</i> var. <i>bohemicum</i> (Reichelt & Fricke) R.Ross	GBOH	+			
<i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bertalot	PPAE	+	+		+
<i>Placoneis undulata</i> (Øst.) Lange-Bertalot	PUND		+		+
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Greg.) Kociolek & Stoermer	RSIN	+	+	+	+
* <i>Reimeria uniseriata</i> S.E.Sala et al.	RUNI			+	+
<b>RHOICOSPHEIACEAE</b>					
<i>Gomphosphenia</i> sp. Lange-Bertalot			+		
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agar.) Lange-Bertalot	RABB	+	+	+	+
<b>MASTOGLOIALES</b>					
<b>ACHNANTHACEAE</b>					
<i>Achnanthes coarctata</i> (Bréb. ex W.Smith) Grunow	ACOA	+	+	+	
<i>Rossithidium pusillum</i> (Grun.) Round & Bukhtiyarova	RPUS		+		
<b>MASTOGLOIACEAE</b>					
<i>Decussata hexagona</i> (Torka) Lange-Bertalot	DHEX	+			
<b>NAVICULALES</b>					
<b>AMPHIPLEURACEAE</b>					
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kütz.) Kützing	APEL		+	+	+
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thw.) De Toni	FVUL	+	+	+	+
<i>Halamphora montana</i> (Kras.) Levkov	HLMO		+	+	+
<b>CAVINULACEAE</b>					
<i>Cavinula lapidosa</i> (Kras.) Lange-Bertalot	CVLP	+			
<b>DIADESMIDACEAE</b>					
<i>Humidophila brekkaensis</i> (Peter.) Lowe et al.	HBRE	+			
<i>Humidophila contenta</i> (Grun.) Lowe et al.	HUCO	+	+	+	+
<i>Humidophila perpusilla</i> (Grun.) Lowe et al.	HPEP	+	+		+
* <i>Luticola acidoclinata</i> Lange-Bertalot	LACD	+	+		+
<i>Luticola goeppertiana</i> (Blei.) D.G.Mann et al.	LGOP	+		+	
<i>Luticola mutica</i> (Kütz.) D.G.Mann	LMUT	+	+	+	+
* <i>Luticola triundulata</i> Levkov, Metzeltin & A.Pavlov	LTRI		+		
<i>Luticola ventricosa</i> (Kütz.) D.G.Mann	LVEN	+	+	+	
<b>DIPLONEIDACEAE</b>					
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve	DELL	+			



<i>Diploneis fontanella</i> Lange-Bertalot	DFON	+	+		+
<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt	DKRA	+	+	+	+
<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt	DMAR		+		+
<i>Diploneis oculata</i> (Bréb.) Cleve	DOCU				+
<i>Diploneis petersenii</i> Hustedt	DPET	+		+	
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	DSEP	+	+	+	+
NAVICULACEAE					
<i>Caloneis aerophila</i> W.Bock	CAER	+			
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cleve	CBAC	+	+		
<i>Caloneis fontinalis</i> (Grun.) Cleve-Euler	CFON	+	+	+	+
<i>Caloneis lancettula</i> (Sch.) Lange-Bertalot & Witkowski	CLCT	+	+	+	+
<i>Caloneis silicula</i> (Her.) Cleve	CSIL	+			+
<i>Caloneis</i> sp. Cleve			+		
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	GYAC		+		+
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	GYAT		+		+
<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grun.) Cleve	GYKU				+
<i>Gyrosigma sciotoense</i> (W.S.Sull.) Cleve	GSCI	+	+	+	+
<i>Hippodonta capitata</i> (Her.) Lange-Bertalot et al.	HCAP	+	+		+
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & U.Rumrich	NAAM	+	+		
<i>Navicula</i> aff. <i>pseudoppugnata</i> Lange-Bertalot & Miho	NPUG			+	
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT	+	+	+	+
<i>Navicula</i> aff. <i>antonii</i> Lange-Bertalot	NANT			+	+
* <i>Navicula aquaedurae</i> Lange-Bertalot	NAQR	+	+		
* <i>Navicula associata</i> Lange-Bertalot	NXAS		+	+	+
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain	NCPR		+	+	+
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	NCAR		+		
* <i>Navicula cariocincta</i> Lange-Bertalot	NCCC		+		
<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot & G.Hofmann	NCAT			+	+
* <i>Navicula cataracta-rheni</i> Lange-Bertalot	NCTT	+			
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	NCIN	+			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY	+	+	+	+
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	+	+	+	+
* <i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	NCTO	+	+	+	+
<i>Navicula exilis</i> Kützing	NEXI	+			+
* <i>Navicula germainii</i> J.H.Wallace	NGER	+			
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	NGRE	+	+	+	+
<i>Navicula hintzii</i> Lange-Bertalot	NHIN	+			
<i>Navicula jakovljevicii</i> Hustedt	NJAK				+
<i>Navicula kotschyi</i> Grunow	NKOT		+		
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	NLAN	+	+	+	+
<i>Navicula lundii</i> E.Reichardt	NLUN	+	+		
<i>Navicula microcari</i> Lange-Bertalot	NMCA				+
* <i>Navicula neowiesneri</i> Chaudev & Kulikovskiy	NWIE	+			
<i>Navicula novaesiberica</i> Lange-Bertalot	NNOV	+			

<i>Navicula oligotrapphenta</i> Lange-Bertalot & G.Hofmann	NOLI	+			+
* <i>Navicula oppugnata</i> Hustedt	NOPU	+	+		+
* <i>Navicula praeterita</i> Hustedt	NPRA		+		
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NRAD	+	+	+	+
<i>Navicula recens</i> (Lan.-Bert.) Lange-Bertalot	NRCS		+	+	+
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH	+	+	+	+
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grun.) Grunow	NREI		+		+
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	NRHY	+			
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	NROS		+		+
<i>Navicula salinarum</i> Grunow	NSAL	+			
<i>Navicula salinicola</i> Hustedt	NSLC	+			
* <i>Navicula subalpina</i> E.Reichardt	NSBN		+		+
<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	NTEN	+	+	+	+
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müll.) Bory	NTPT	+			
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	NTRV	+	+	+	+
<i>Navicula upsaliensis</i> (Grun.) Van Heurck	NUSA				+
* <i>Navicula vandamii</i> Schoeman & R.E.M.Archibald	NVDA		+		
<i>Navicula veneta</i> Kützing	NVEN		+	+	+
<i>Navicula vilaplantii</i> (Lan.-Bert. & Sab.) Lange-Bertalot & Sabater	NVIP				+
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenberg	NVIR	+		+	+
NAVICULALES INCERTAE SEDIS					
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>alcimonica</i> (E.Reich.) Reichardt	MAAL		+		
<i>Mayamaea permitis</i> (Hust.) Lange-Bertalot	MPMI	+	+	+	+
<i>Pseudofallacia monoculata</i> (Hust.) Liu, Kociolek & Wang	PMOC	+		+	+
NEIDIACEAE					
<i>Muelleria gibbula</i> (Cleve) Spaulding & Stoermer	MUGI	+			
<i>Neidiomorpha binodiformis</i> (Kram.) M.Cantonati et al.	NDBF	+		+	+
<i>Neidiomorpha binodis</i> (Her.) M.Cantonati et al.	NDMB				+
<i>Neidium dubium</i> (Ehr.) Cleve	NEDN	+	+	+	
<i>Neidium dubium</i> var. <i>cuneatum</i> Fontell	NEDU				+
<i>Neidium hercynicum</i> Ant.Mayer	NEHC	+			
PINNULARIACEAE					
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	PBOR	+	+	+	
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>sublinearis</i> Krammer	PBSL		+		
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kütz.) Rabenhorst	PBRE	+			
<i>Pinnularia brevicostata</i> Cleve	PBVC				+
* <i>Pinnularia grunowii</i> Krammer	PGRU	+			
* <i>Pinnularia isselana</i> Krammer	PISS	+			+
<i>Pinnularia marchica</i> I.Schönfelder	PMCH				+
<i>Pinnularia microstauron</i> (Her.) Cleve	PMIC	+			+
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	POBS	+			
<i>Pinnularia obscuriformis</i> Krammer	POBF	+		+	
<i>Pinnularia persudetica</i> Krammer	PPES				+
<i>Pinnularia reichardtii</i> Krammer	PREI	+			

<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	PSHO	+		+	+
<i>Pinnularia semicrucata</i> (Sch.) A.Cleve	PSEM	+			
<i>Pinnularia</i> sp. Ehrenberg			+		
* <i>Pinnularia stomatophora</i> var. <i>irregularis</i> Krammer	PSIR	+			
<i>Pinnularia subcommutata</i> Krammer	PSCM			+	
<i>Pinnularia subcommutata</i> var. <i>nonfasciata</i> Krammer	PSNF			+	
<i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer	PSRU	+	+		
<b>SELLAPHORACEAE</b>					
* <i>Fallacia insociabilis</i> (Kras.) D.G.Mann	FINS	+	+		
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kütz.) Stickle & D.G.Mann	FPYG		+		
<i>Fallacia pygmaea</i> ssp. <i>subpygmaea</i> Lange-Bertalot et al.	FPSP		+		
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grun.) D.G.Mann	FSBH	+	+	+	+
* <i>Fallacia sublucidula</i> (Hust.) D.G.Mann	FSLU		+	+	+
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehr.) D.G.Mann	SEBA		+		
<i>Sellaphora joubaudii</i> (H.Germ.) Aboal	SJOU	+	+	+	+
<i>Sellaphora mutatoides</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	SMTO				+
<i>Sellaphora nigri</i> (De Not.) C.E. Wetzel & L.Ector	SNIG	+	+	+	+
<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Kras.) Lange-Bertalot	SPPU	+			
<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschkovsky	SPUP	+	+		+
<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) Wetzel & Mann	SSGE	+	+	+	+
<b>STAURONEIDACEAE</b>					
<i>Craticula accomoda</i> (Hust.) Mann	CRAC		+		
<i>Craticula ambigua</i> (Ehr.) Mann	CAMB		+		+
<i>Craticula minusculoides</i> (Hust.) Lange-Bertalot	CMNO		+		
* <i>Craticula molestiformis</i> (Hust.) Mayama	CMLF		+		
<i>Craticula subminuscula</i> (Mang.) Wetzel & Ector	CSNU		+		
<i>Stauroneis</i> aff. <i>obtusa</i> Lagerstedt	SOBT				+
<i>Stauroneis agrestiformis</i> Van de Vijver & Lange-Bertalot	SAGT	+			
<i>Stauroneis gracilior</i> E.Reichardt	SGRL				+
<i>Stauroneis kriegeri</i> R.M.Patrick	STKR				+
<i>Stauroneis parathermicola</i> (J.B.Peter.) Lund	SPTH			+	+
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitz.) Ehrenberg	SPHO		+	+	
<i>Stauroneis reichardtii</i> Lange-Bertalot et al.	SRCH	+		+	
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	SSMI	+		+	+
<b>RHOPALODIALES</b>					
<b>RHOPALODIACEAE</b>					
<i>Epithemia gibba</i> (Ehr.) Kützing	RGIB		+		
<b>SURIRELLALES</b>					
<b>SURIRELLACEAE</b>					
<i>Cymatopleura apiculata</i> W.Smith	CSAP	+		+	+
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) W.Smith	CELL		+	+	
<i>Iconella linearis</i> (W.Smith) Ruck & Nakov	SLIN			+	
<i>Surirella amphioxys</i> W.Smith	SAPH		+		
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG	+	+	+	+

<i>Surirella birostrata</i> Hustedt ex Ant.Mayer	SBIR				+
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot	SBKU	+			
<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	CSOL		+	+	+
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing	SUMI	+	+	+	+
<b>THALASSIOPHYSALES</b>					
<b>CATENULACEAE</b>					
<i>Amphora aequalis</i> Krammer	AAEQ	+			
<i>Amphora affinis</i> Kützing	AAFI	+			
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald	ACOP	+	+		+
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	AINA	+	+	+	+
* <i>Amphora meridionalis</i> Levkov	AMDN		+	+	+
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kützing	AOVA		+	+	+
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grunow	APED	+	+	+	+
<b>EUNOTIOPHYCIDAE</b>					
<b>EUNOTIALES</b>					
<b>EUNOTIACEAE</b>					
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	EARC	+			
<i>Eunotia curtagrunowii</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	ECTG				+
<i>Eunotia exigua</i> (Bréb. ex Kütz.) Rabenhorst	EEXI	+			
<i>Eunotia minor</i> (Kütz.) Grunow	EMIN	+			
<i>Eunotia soleirolii</i> (Kütz.) Rabenhorst	ESOL	+			
<i>Eunotia</i> sp. Ehrenberg			+		
<b>FRAGILARIOPHYCIDAE</b>					
<b>FRAGILARIALES</b>					
<b>FRAGILARIACEAE</b>					
<i>Fragilaria austriaca</i> (Grun.) Lange-Bertalot	FAUT			+	
<i>Fragilaria</i> aff. <i>austriaca</i> (Grun.) Lange-Bertalot	FAUT			+	
<i>Fragilaria biceps</i> Ehrenberg	FBCP			+	
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	FCAP	+	+		+
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	FGRA		+	+	+
* <i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot et al.	FPRU		+		+
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	+	+	+	+
<i>Fragilaria</i> cf. <i>recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP			+	+
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) G.W.F.Carlson	FRUM		+	+	+
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kütz.) J.B.Petersen	FVAU	+	+	+	+
<i>Fragilaria</i> aff. <i>vaucherae</i> 1 (Kütz.) J.B.Petersen	FVAU			+	
<i>Fragilaria</i> aff. <i>vaucherae</i> 2 (Kütz.) J.B.Petersen	FVAU			+	
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing	DHIE	+			
<i>Odontidium mesodon</i> (Kütz.) Kützing	OMES	+	+	+	+
<b>STAUROSIRACEAE</b>					
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith)E.Morales	PPRS		+		+
<i>Staurosira binodis</i> (Ehr.) Lange-Bertalot	SBND				+
<i>Staurosira venter</i> (Ehr.) Cleve & J.D.Möller	SSVE	+	+	+	+

<i>Staurosira</i> aff. <i>venter</i> (Ehr.) Cleve & J.D.Möller	SSVT			+	
<i>Staurosirella dubia</i> (Grun.) E.A.Morales & K.M.Manoylov	SLDU		+	+	
<i>Staurosirella martyi</i> (Hérib.-Jos.) E.A.Morales & K.M.Manoylov	SLMA	+		+	
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehr.) D.M.Williams & Round	SPIN	+	+	+	+
<b>LICMOPHORALES</b>					
<b>ULNARIACEAE</b>					
<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) R.M.Patrick	HARC	+	+	+	+
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agar.) D.M.Williams & Round	TFAS		+		+
<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Aboal	UACU	+	+	+	+
<i>Ulnaria contracta</i> (Østr.) E.A.Morales & M.L.Vis	UCON			+	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Compère	UULN	+	+	+	+
<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>aequalis</i> (Kütz.) Aboal	UUAE				+
<b>TABELLARIALES</b>					
<b>TABELLARIACEAE</b>					
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	DEHR		+	+	+
<i>Diatoma ehrenbergii</i> f. <i>capitulata</i> (Grun.) Lange-Bertalot	DECA		+	+	+
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kütz.) D.M.Williams	DMON	+	+	+	+
<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>ovalis</i> (Fric.) Lange-Bertalot et al.	DVOV			+	
* <i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot	DPRO		+		
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	DVUL	+	+	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C.Agarth	MCIR	+	+	+	+
<i>Meridion constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	MCON	+	+	+	+

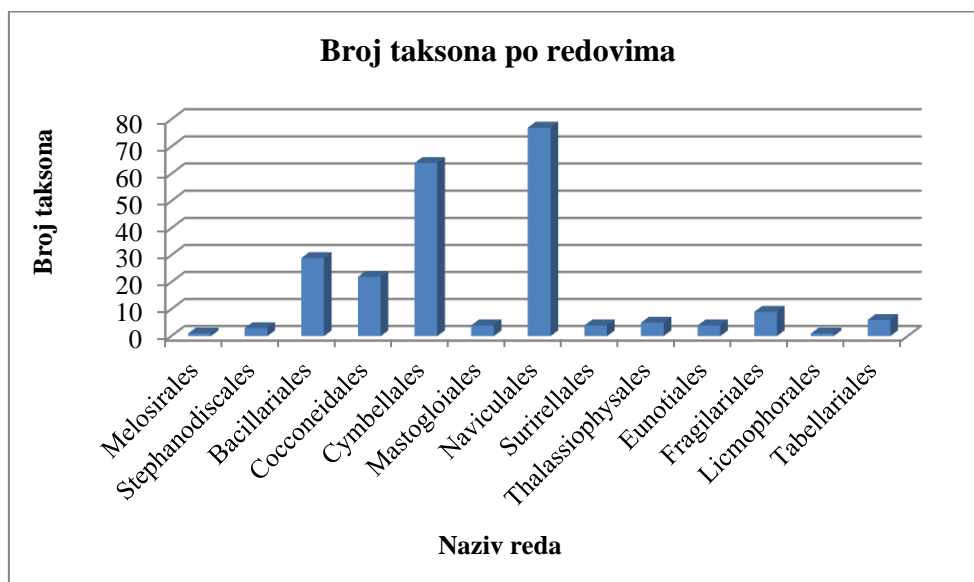
#### 4.1.1. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi reke Vrle

Identifikacijom silikatnih algi u uzorcima epilitske zajednice reke Vrle utvrđeno je prisustvo 228 taksona. Svi oni su svrstani u 2 podrazdela, 3 klase, 5 potklasa, 13 redova, 28 familija i 51 rod. Samo jedan takson (*Ellerbeckia arenaria*) pripada podrazdelu Coscinodiscophytina i klasi Coscinodiscophyceae. Svi ostali pripadaju podrazdelu Bacillariophytina (Tabela 14).

Najzastupljeniji su predstavnici klase Bacillariophyceae (225 taksona; 98,25%), dok su predstavnici klase Mediophyceae zastupljeni sa svega 3 taksona (1,31%).

Potklasa Bacillariophycidae je prisutna sa najvećim brojem taksona (205 taksona, 89,51%), zatim sledi potklasa Fragilariophycidae (16 taksona; 6,98%), dok su predstavnici ostalih potklasa zastupljeni sa svega nekoliko taksona (Eunotiophycidae - 4 taksona, 1,74%; Thalassiosirophycidae - 3 taksona, 1,31% i Melosirophycidae - 1 takson, 0,43%).

Predstavnici reda Naviculales su najzastupljeniji sa 77 taksona (33,62%), a prate ih predstavnici reda Cymbellales sa 64 taksona (27,94%) (Grafik 1).



Grafik 1. Broj identifikovanih taksona u okviru redova razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Vrle.

Po broju utvrđenih rodova izdvajaju se familije Gomphonemataceae (6), Achnanthidiaceae (6) i Naviculaceae (4), a u 16 familija je identifikovan po 1 rod (Tabela 15).

Tabela 15. Zastupljenost rodova u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Vrle.

familija	broj rodova	%	familija	broj rodova	%
Paraliaceae	1	1,96	Diploneidaceae	1	1,96
Stephanodiscaceae	2	3,92	Naviculaceae	4	7,84
Bacillariaceae	3	5,88	Naviculales incertae sedis	2	3,92
Achnanthidiaceae	6	9,80	Neidiaceae	3	5,88
Cocconeidaceae	1	1,96	Pinnulariaceae	1	1,96
Anomoeoneidaceae	1	1,96	Sellaphoraceae	2	3,92
Cymbellaceae	2	3,92	Stauroneidaceae	1	1,96
Gomphonemataceae	6	11,76	Surirellaceae	2	3,92
Rhoicospheniaceae	1	1,96	Catenulaceae	1	1,96
Achnanthaceae	1	1,96	Eunotiaceae	1	1,96
Mastogloiaceae	1	1,96	Fragilariaceae	1	1,96
Amphipleuraceae	1	1,96	Staurosiraceae	1	1,96
Cavinulaceae	1	1,96	Ulnariaceae	1	1,96
Diadesmidaceae	2	3,92	Tabellariaceae	2	3,92

Po broju utvrđenih taksona se takođe izdvajaju familije Gomphonemataceae (49) i Naviculaceae (35), ali i familija Bacillariaceae (29) (Tabela 16).

Tabela 16. Zastupljenost taksona u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Vrle.

familija	broj taksona	%	familija	broj taksona	%
Paraliaceae	1	0,43	Diploneidaceae	5	2,18
Stephanodiscaceae	3	1,31	Naviculaceae	35	15,28
Bacillariaceae	29	12,66	Naviculales incertae sedis	2	0,87
Achnanthidiaceae	15	6,55	Neidiaceae	4	1,74
Cocconeidaceae	7	3,05	Pinnulariaceae	12	5,24
Anomooneidaceae	3	1,31	Sellaphoraceae	7	3,05
Cymbellaceae	11	4,80	Stauroneidaceae	3	1,31
Gomphonemataceae	49	21,39	Surirellaceae	4	1,74
Rhoicospheniaceae	1	0,43	Catenulaceae	5	2,18
Achnanthaceae	3	1,31	Eunotiaceae	4	1,74
Mastogloiaceae	1	0,43	Fragilariaceae	6	2,62
Amphipleuraceae	1	0,43	Staurosiraceae	3	1,31
Cavinulaceae	1	0,43	Ulnariaceae	1	0,43
Diadesmidaceae	7	3,05	Tabellariaceae	6	2,62

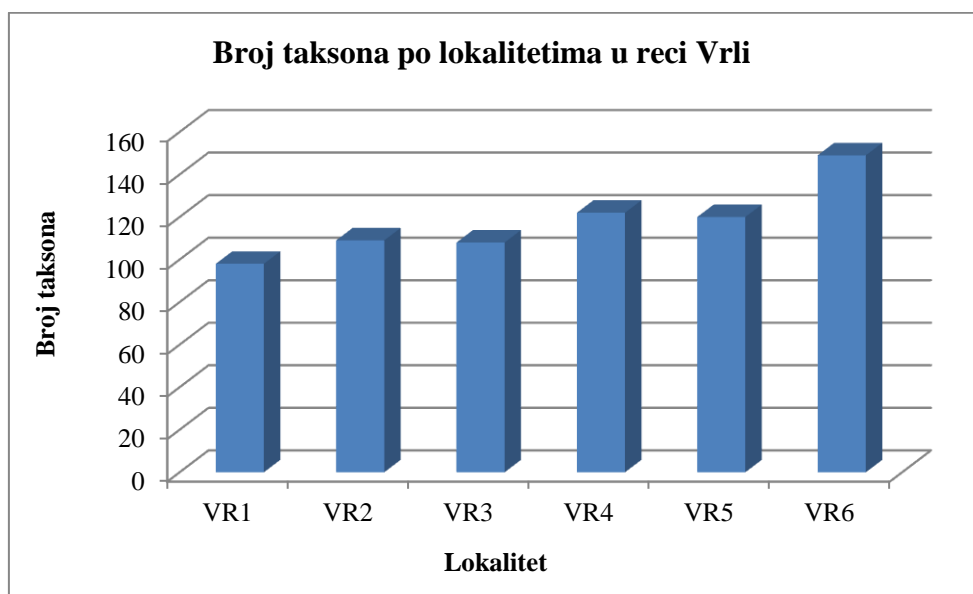
Tabela 17. Zastupljenost taksona u rodovima razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Vrle.

rod	broj taksona	%	rod	broj taksona	%
<i>Ellerbeckia</i>	1	0,43	<i>Humidophila</i>	3	1,31
<i>Cyclotella</i>	2	0,87	<i>Luticola</i>	4	1,74
<i>Handmannia</i>	1	0,43	<i>Diploneis</i>	5	2,18
<i>Denticula</i>	1	0,43	<i>Caloneis</i>	5	2,18
<i>Hantzschia</i>	1	0,43	<i>Girosygma</i>	1	0,43
<i>Nitzschia</i>	27	11,79	<i>Hippodonta</i>	1	0,43
<i>Achnanthidium</i>	5	2,18	<i>Navicula</i>	28	12,22
<i>Karayevia</i>	1	0,43	<i>Eolimna</i>	1	0,43
<i>Lemnicola</i>	1	0,43	<i>Mayamaea</i>	1	0,43
<i>Planothidium</i>	5	2,18	<i>Muelleria</i>	1	0,43
<i>Psammothidium</i>	3	1,31	<i>Neidiomorpha</i>	1	0,43
<i>Cocconeis</i>	7	3,05	<i>Neidium</i>	2	0,87
<i>Adlafia</i>	3	1,31	<i>Pinnularia</i>	12	5,24
<i>Cymbella</i>	6	2,62	<i>Fallacia</i>	3	1,31
<i>Cymbopleura</i>	5	2,18	<i>Sellaphora</i>	4	1,74
<i>Encyonema</i>	11	4,80	<i>Stauroneis</i>	3	1,31
<i>Encyonopsis</i>	2	0,87	<i>Cymatopleura</i>	1	0,43
<i>Geissleria</i>	3	1,31	<i>Surirella</i>	3	1,31
<i>Gomphonema</i>	30	13,10	<i>Amphora</i>	5	2,18
<i>Placoneis</i>	2	0,87	<i>Eunotia</i>	4	1,74
<i>Reimeria</i>	1	0,43	<i>Fragilaria</i>	6	2,62
<i>Rhoicosphenia</i>	1	0,43	<i>Staurosira</i>	3	1,31
<i>Achnanthes</i>	3	1,31	<i>Hannaea</i>	1	0,43
<i>Decussata</i>	1	0,43	<i>Diatoma</i>	4	1,74

<i>Frustulia</i>	1	0,43	<i>Meridion</i>	2	0,87
<i>Cavinula</i>	1	0,43			

Predstavници roda *Gomphonema* su zastupljeni sa najvećim brojem taksona (30), a zatim slede predstavnici rodova *Navicula* (28) i *Nitzschia* (27) (Tabela 17).

Najveći broj taksona u reci Vrli je zabeležen na šestom lokalitetu (149 taksona), a najmanji broj na prvom lokalitetu (98 taksona). Pregled broja taksona po lokalitetima u reci Vrli je prikazan na Grafiku 2.



Grafik 2. Broj taksona po lokalitetima u reci Vrli.

Najučestaliji taksoni u reci Vrli, koji su pronađeni u svim uzorcima, bili su: *Achnantheidium minutissimum*, *A. subatomus*, *Amphora pediculus*, *Geissleria acceptata*, *Gomphonema elegantissimum*, *Navicula antonii*, *Nitzschia soratensis*, *Planothidium lanceolatum* i *Reimeria sinuata*. Zatim slede taksoni *Amphora inariensis*, *Cocconeis lineata*, *Odontidium mesodon*, *Hannaea arcus* i *Navicula gregaria*, koji su prisutni u 97% uzoraka. Među učestalim taksonima izdvajaju se i *Adlafia suchlandtii*, *Encyonema brevicapitatum*, *E. lange-bertalotii*, *E. minutum*, *E. silesiacum*, *E. ventricosum*, *Sellaphora nigri*, *Fragilaria recapitellata*, *Gomphonema parvulum*, *G. pumilum* var. *rigidum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula lanceolata*, *N. lundii*, *N. tripunctata*, *Nitzschia dissipata*, *N. pura*, *Planothidium frequentissimum*, *Rhoicosphenia abbreviata* i *Sellaphora seminulum*, koji su pronađeni u 75% - 94% uzoraka.



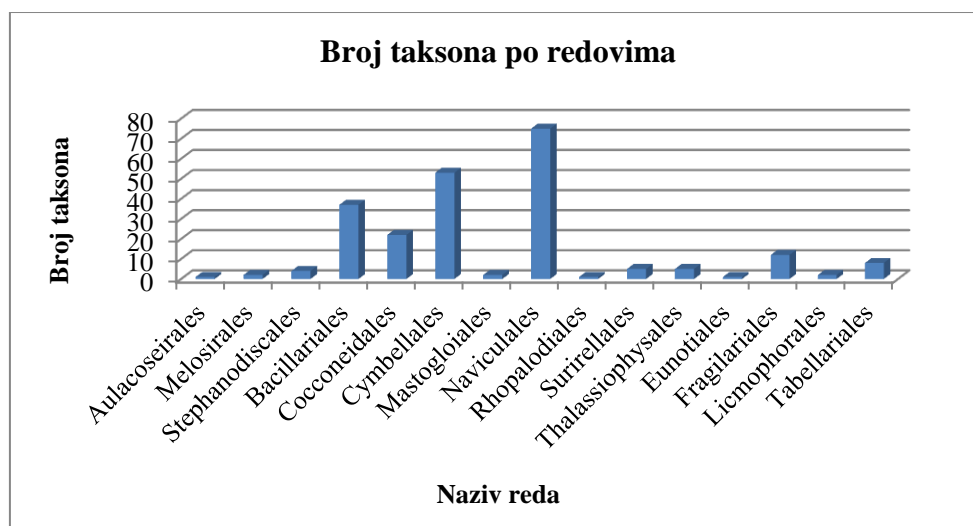
#### 4.1.2. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi reke Mlave

Identifikacijom silikatnih algi u uzorcima epilitske zajednice reke Mlave utvrđeno je prisustvo 230 taksona. Svi oni su svrstani u 2 podrazdela, 3 klase, 5 potklasa, 15 redova, 29 familija i 52 rod. Samo tri taksona (1,30%) pripadaju podrazdelu Coscinodiscophytina i klasi Coscinodiscophyceae. Svi ostali pripadaju podrazdelu Bacillariophytina (Tabela 14).

Najzastupljeniji su predstavnici klase Bacillariophyceae (223 taksona; 96,95%), dok su predstavnici klase Mediophyceae zastupljeni sa svega 4 taksona (1,73%).

Potklasa Bacillariophycideae izdvaja po broju taksona (200 taksona; 86,95%), zatim slede potklase Fragilariophycidae (22 taksona; 9,56%) i Thalassiosirophycidae (4 taksona; 1,73%). Najmanji broj taksona zabeležen je u potklasama Melosirophycidae i Eunotiophycidae (po 1 takson; 0,43%).

Najveći broj taksona je zabeležen u okviru reda Naviculales (75 taksona; 32,60%), a zatim slede redovi Cymbellales (53 taksona; 23,04%) i Bacillariales (37 taksona; 16,08%) (Grafik 3).



Grafik 3. Broj identifikovanih taksona u okviru redova razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Mlave.

Po broju utvrđenih rodova izdvajaju se familije Gomphonemataceae (6) i Naviculaceae (4), a u 15 familija je prisutan po 1 rod (Tabela 18).

Tabela 18. Zastupljenost rodova u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima iz reke Mlave.

familija	broj rodova	%	familija	broj rodova	%
Aulacoseiraceae	1	1,92	Naviculaceae	4	7,69
Melosiraceae	1	1,92	Naviculales incertae sedis	2	3,84
Paraliaceae	1	1,92	Neidiaceae	1	1,92
Stephanodiscaceae	2	3,84	Pinnulariaceae	1	1,92
Bacillariaceae	3	5,76	Sellaphoraceae	2	3,84
Achnanthidiaceae	3	5,76	Stauroneidaceae	2	3,84
Cocconeidaceae	1	1,92	Rhopalodiaceae	1	1,92
Anomoeoneidaceae	1	1,92	Surirellaceae	2	3,84
Cymbellaceae	1	1,92	Catenulaceae	1	1,92
Gomphonemataceae	6	11,53	Eunotiaceae	1	1,92
Rhoicospheniaceae	2	3,84	Fragilariaceae	1	1,92
Achnanthaceae	1	1,92	Staurosiraceae	1	1,92
Amphipleuraceae	3	5,76	Ulnariaceae	2	3,84
Diadesmidaceae	2	3,84	Tabellariaceae	2	3,84
Diploneidaceae	1	1,92			

Po broju utvrđenih taksona se izdvajaju familije Gomphonemataceae (41), Bacillariaceae (37) i Naviculaceae (36) (Tabela 19).

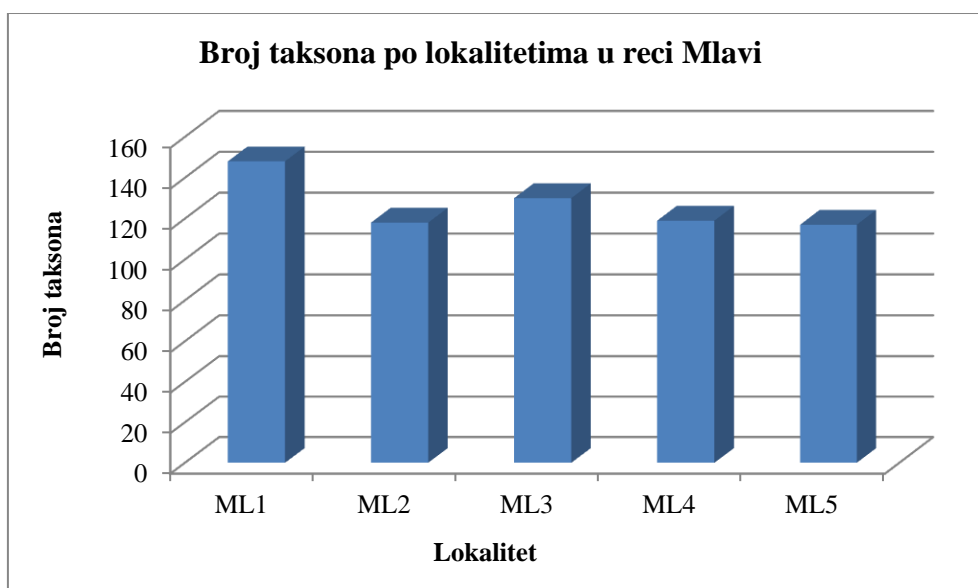
Tabela 19. Zastupljenost taksona u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima iz reke Mlave.

familija	broj taksona	%	familija	broj taksona	%
Aulacoseiraceae	1	0,43	Naviculaceae	36	15,65
Melosiraceae	1	0,43	Naviculales incertae sedis	4	1,73
Paraliaceae	1	0,43	Neidiaceae	1	0,43
Stephanodiscaceae	4	1,73	Pinnulariaceae	5	2,17
Bacillariaceae	37	16,08	Sellaphoraceae	9	3,91
Achnanthidiaceae	14	6,08	Stauroneidaceae	7	3,04
Cocconeidaceae	8	3,47	Rhopalodiaceae	1	0,43
Anomoeoneidaceae	4	1,73	Surirellaceae	5	2,17
Cymbellaceae	6	2,60	Catenulaceae	5	2,17
Gomphonemataceae	41	17,82	Eunotiaceae	1	0,43
Rhoicospheniaceae	2	0,86	Fragilariaceae	9	3,91
Achnanthaceae	2	0,86	Staurosiraceae	3	1,30
Amphipleuraceae	3	1,30	Ulnariaceae	2	0,86
Diadesmidaceae	6	2,60	Tabellariaceae	8	3,47
Diploneidaceae	4	1,73			

Što se tiče rodova, predstavnici roda *Nitzschia* su zastupljeni sa najvećim brojem taksona (35) a zatim slede predstavnici rodova *Navicula* (28) i *Gomphonema* (24) (Tabela 20).

Tabela 20. Zastupljenost taksona u rodovima razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima iz reke Mlave.

rod	broj taksona	%	rod	broj taksona	%
<i>Aulacoseira</i>	1	0,43	<i>Humidophila</i>	2	0,86
<i>Melosira</i>	1	0,43	<i>Luticola</i>	4	1,73
<i>Ellerbeckia</i>	1	0,43	<i>Diploneis</i>	4	1,73
<i>Cyclotella</i>	3	1,30	<i>Caloneis</i>	4	1,73
<i>Handmannia</i>	1	0,43	<i>Gyrosigma</i>	3	1,30
<i>Bacillaria</i>	1	0,43	<i>Hippodonta</i>	1	0,43
<i>Denticula</i>	1	0,43	<i>Navicula</i>	28	12,17
<i>Nitzschia</i>	35	15,21	<i>Eolimna</i>	2	0,86
<i>Achnanthidium</i>	6	2,60	<i>Mayamaea</i>	2	0,86
<i>Planothidium</i>	4	1,73	<i>Neidium</i>	1	0,43
<i>Psammothidium</i>	4	1,73	<i>Pinnularia</i>	5	2,17
<i>Cocconeis</i>	8	3,47	<i>Fallacia</i>	5	2,17
<i>Adlafia</i>	4	1,73	<i>Sellaphora</i>	4	1,73
<i>Cymbella</i>	6	2,60	<i>Craticula</i>	4	1,73
<i>Encyonema</i>	6	2,60	<i>Stauroneis</i>	3	1,30
<i>Encyonopsis</i>	4	1,73	<i>Rhopalodia</i>	1	0,43
<i>Geissleria</i>	4	1,73	<i>Cymatopleura</i>	2	0,86
<i>Gomphonema</i>	24	10,43	<i>Surirella</i>	3	1,30
<i>Placoneis</i>	2	0,86	<i>Amphora</i>	5	2,17
<i>Reimeria</i>	1	0,43	<i>Eunotia</i>	1	0,43
<i>Gomphosphenia</i>	1	0,43	<i>Fragilaria</i>	9	3,91
<i>Rhoicosphenia</i>	1	0,43	<i>Staurosira</i>	3	1,30
<i>Achnanthes</i>	2	0,86	<i>Hannaea</i>	1	0,43
<i>Amphipleura</i>	1	0,43	<i>Tabularia</i>	1	0,43
<i>Frustulia</i>	1	0,43	<i>Diatoma</i>	6	2,60
<i>Halumphora</i>	1	0,43	<i>Meridion</i>	2	0,86



Grafik 4. Broj taksona po lokalitetima u reci Mlavi.

Najveći broj taksona zabeležen je na prvom lokalitetu (148), a najmanji na petom (115). Pregled broja taksona po lokalitetima u reci Mlavi je prikazan na Grafiku 4.

Najučestaliji taksoni u reci Mlavi, koji su pronađeni u svim uzorcima, bili su: *Achnantheidium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis lineata*, *Denticula tenuis* i *Planothidium frequentissimum*. Učestali taksoni, prisutni u 76% - 96% uzoraka, bili su: *Achnantheidium pyrenaicum*, *Cocconeis pseudolineata*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *E. ventricosum*, *Ulnaria ulna*, *F. vaucheriae*, *Gomphonema elegantissimum*, *G. parvulum*, *Navicula cryptotenella*, *N. lanceolata*, *N. reichardtiana*, *Nitzschia dissipata*, *N. fonticola*, *N. linearis*, *Planothidium dubium*, *P. lanceolatum*, *Reimeria sinuata* i *Rhoicosphenia abbreviata*.

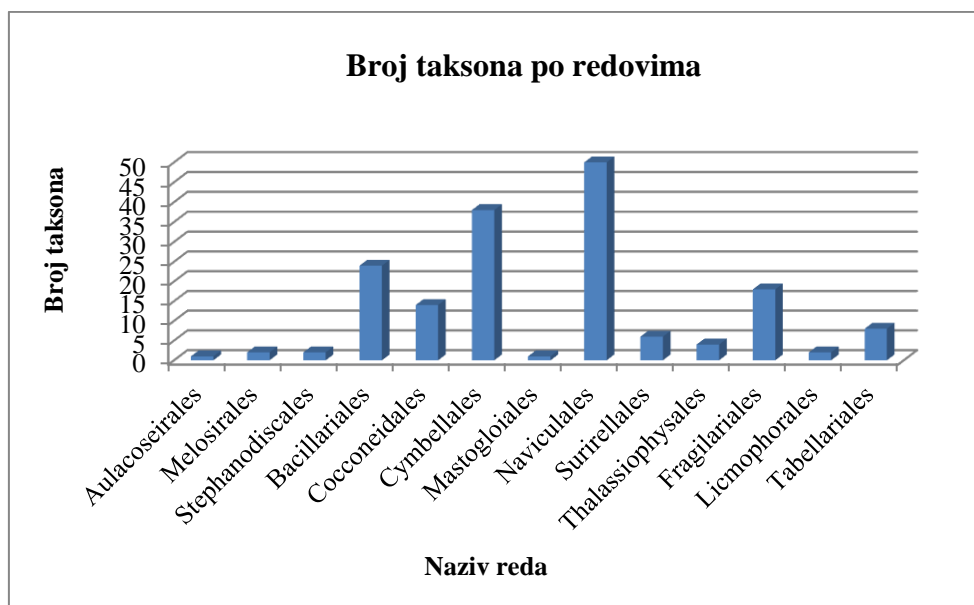
#### 4.1.3. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi reke Crnice

Identifikacijom silikatnih algi u uzorcima epilitske zajednice reke Crnice utvrđeno je prisustvo 170 taksona. Oni su svrstani u 2 podrazdela, 3 klase, 4 potklase, 13 redova, 27 familija i 49 rodova. Tri taksona (*Aulacoseira granulata*, *Melosira varians* i *Ellerbeckia arenaria* f. *teres*) pripadaju podrazdelu Coscinodiscophytina. Svi ostali pripadaju podrazdelu Bacillariophytina (Tabela 14).

Najzastupljeniji su predstavnici klase Bacillariophyceae (165 taksona; 97,05%), dok su predstavnici klase Coscinodiscophyceae zastupljeni sa svega 3 taksona (1,76%) i klase Mediophyceae sa 2 taksona (1,17%).

Najveći broj identifikovanih taksona je pronađen u okviru potklase Bacillariophycidae (137 taksona; 80,58%), zatim sledi potklasa Fragilariophycidae (28 taksona; 16,47%), dok je u okviru potklase Thalassiosirophycidae pronađeno svega po 2 taksona (1,17%). Iz potklasa Coscinodiscophycidae, Melosirophycidae i Paraliophycidae zabeležen je po jedan takson (1,70 %).

Red Naviculales je prisutan sa najvećim brojem taksona (50 taksona; 29,41%), a prate ga predstavnici redova Cymbellales (38 taksona; 22,35%) i Bacillariales (24 taksona; 14,11%) (Grafik 5).



Grafik 5. Broj identifikovanih taksona u okviru redova razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Crnice.

Predstavnici familije Gomphonemataceae su zastupljeni sa najvećim brojem rodova (5; 10,20%), zatim sledi familija Bacillariaceae sa 4 roda (8,16%) (Tabela 21).

Tabela 21. Zastupljenost rodova u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Crnice.

familija	broj rodova	%	familija	broj rodova	%
Aulacoseiraceae	1	2,04	Diploneidaceae	1	2,04
Melosiraceae	1	2,04	Naviculaceae	3	6,12
Paraliaceae	1	2,04	Naviculales incertae sedis	2	4,08
Stephanodisceae	2	4,08	Neidiaceae	2	4,08
Bacillariaceae	4	8,16	Pinnulariaceae	1	2,04
Achnanthidiaceae	3	6,12	Sellaphoraceae	2	4,08
Cocconeidaceae	1	2,04	Stauroneidaceae	1	2,04
Anomoeoneidaceae	1	2,04	Surirellaceae	2	4,08
Cymbellaceae	2	4,08	Catenulaceae	1	2,04
Gomphonemataceae	5	10,20	Fragilariaceae	1	2,04
Rhoicospheniaceae	1	2,04	Staurosiraceae	1	2,04
Achnanthaceae	1	2,04	Ulnariaceae	2	4,08
Amphipleuraceae	3	6,12	Tabellariaceae	2	4,08
Diadesmidaceae	2	4,08			

Po broju utvrđenih taksona se izdvajaju familije Gomphonemataceae (29 taksona; 17,05%), Bacillariaceae (24 taksona; 14,11%) i Naviculaceae (23 taksona; 13,52%) (Tabela 22).

Tabela 22. Zastupljenost taksona u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Crnice.

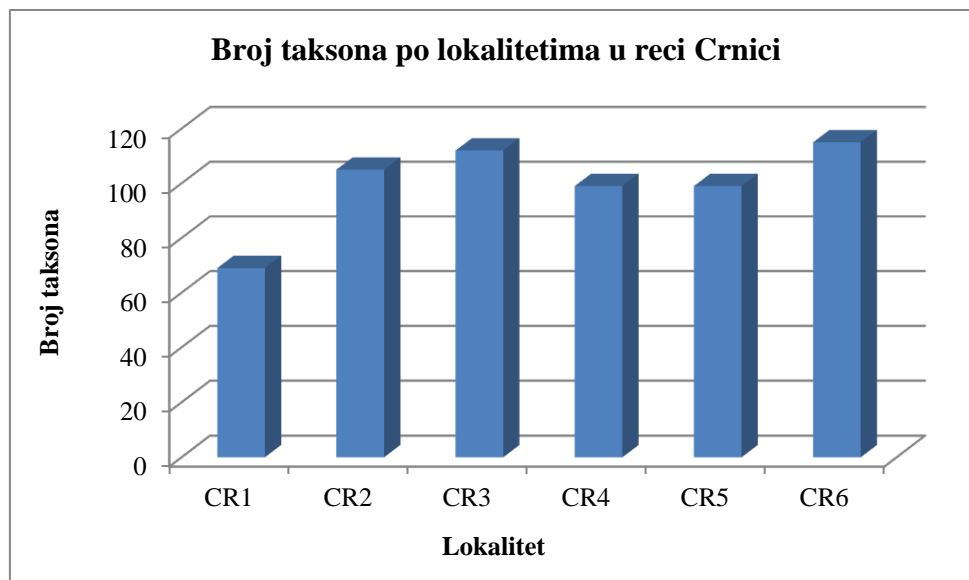
familija	broj taksona	%	familija	broj taksona	%
Aulacoseiraceae	1	0,58	Diploneidaceae	3	1,76
Melosiraceae	1	0,58	Naviculaceae	23	13,52
Paraliaceae	1	0,58	Naviculales incertae sedis	2	1,17
Stephanodiscaceae	2	1,17	Neidiaceae	2	1,17
Bacillariaceae	24	14,11	Pinnulariaceae	5	2,94
Achnanthidiaceae	8	4,70	Sellaphoraceae	4	2,35
Cocconeidaceae	6	3,52	Stauroneidaceae	4	2,35
Anomoeoneidaceae	1	0,58	Surirellaceae	6	3,52
Cymbellaceae	7	4,11	Catenulaceae	4	2,35
Gomphonemataceae	29	17,05	Fragilariaceae	13	7,64
Rhoicospheniaceae	1	0,58	Staurosiraceae	5	2,94
Achnanthaceae	1	0,58	Ulnariaceae	2	1,17
Amphipleuraceae	3	1,76	Tabellariaceae	8	4,70
Diadesmidaceae	4	2,35			

Tabela 23. Zastupljenost taksona u rodovima razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima reke Crnice.

rod	broj taksona	%	rod	broj taksona	%
<i>Aulacoseira</i>	1	0,58	<i>Halamphora</i>	1	0,58
<i>Melosira</i>	1	0,58	<i>Humidophila</i>	1	0,58
<i>Ellerbeckia</i>	1	0,58	<i>Luticola</i>	3	1,76
<i>Cyclotella</i>	1	0,58	<i>Diploneis</i>	3	1,76
<i>Handmania</i>	1	0,58	<i>Caloneis</i>	2	1,17
<i>Denticula</i>	1	0,58	<i>Gyrosigma</i>	1	0,58
<i>Hantzschia</i>	1	0,58	<i>Navicula</i>	20	11,76
<i>Nitzschia</i>	21	12,35	<i>Eolimna</i>	1	0,58
<i>Simosenia</i>	1	0,58	<i>Mayamaea</i>	1	0,58
<i>Achnanthidium</i>	4	2,35	<i>Neidiomorpha</i>	1	0,58
<i>Planothidium</i>	3	1,76	<i>Neidium</i>	1	0,58
<i>Psammothidium</i>	1	0,58	<i>Pinnularia</i>	5	2,94
<i>Cocconeis</i>	6	3,52	<i>Fallacia</i>	3	1,76
<i>Adlafia</i>	1	0,58	<i>Sellaphora</i>	1	0,58
<i>Cymbella</i>	6	3,52	<i>Stauroneis</i>	4	2,35
<i>Cymbopleura</i>	1	0,58	<i>Cymatopleura</i>	3	1,76
<i>Encyonema</i>	5	2,94	<i>Surirella</i>	3	1,76
<i>Encyonopsis</i>	2	1,17	<i>Amphora</i>	4	2,35
<i>Geissleria</i>	1	0,58	<i>Fragilaria</i>	12	7,64
<i>Gomphonema</i>	19	11,17	<i>Staurosira</i>	5	2,94
<i>Reimeria</i>	2	1,17	<i>Hannaea</i>	1	0,58
<i>Rhoicosphenia</i>	1	0,58	<i>Ulnaria</i>	1	0,58
<i>Achnanthes</i>	1	0,58	<i>Diatoma</i>	6	3,52
<i>Amphipleura</i>	1	0,58	<i>Meridion</i>	2	1,17
<i>Frustulia</i>	1	0,58			

Predstavnici roda *Nitzschia* su zastupljeni sa najvećim brojem taksona (21), a zatim slede predstavnici rodova *Navicula* (20) i *Gomphonema* (19) (Tabela 23).

Najveći broj taksona zabeležen je na šestom lokalitetu (115), a najmanji na prvom (69). Pregled broja taksona po lokalitetima u reci Crnici je prikazan na Grafiku 6.



Grafik 6. Broj taksona po lokalitetima u reci Crnici.

Najučestaliji taksoni u reci Crnici, koji su pronađeni u svim uzorcima, bili su: *Achnanthydium minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *Amphora pediculus* i *Cocconeis lineata*. Zatim slede taksoni *Gomphonema elengatissimum*, *Meridion circulare* i *Reimeria sinuata* koji su prisutni u 97% uzoraka. Među učestalim taksonima izdvajaju se *Cocconeis pseudolineata*, *Denticula tenuis*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema micropus*, *G. olivaceum*, *Navicula cryptotenella*, *N. tripunctata*, *Planothidium dubium*, *P. frequentissimum* i *P. lanceolatum*, koji su pronađeni u 75% - 94% uzoraka.

#### 4.1.4. Floristička analiza epilitske zajednice silikatnih algi Radovanske reke

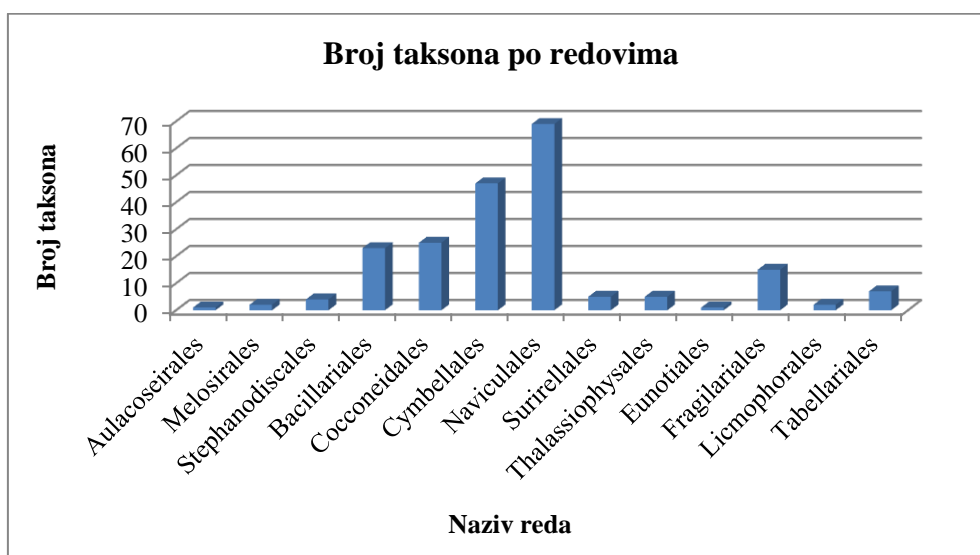
Identifikacijom silikatnih algi u uzorcima epilitske zajednice Radovanske reke utvrđeno je prisustvo 206 taksona. Svi oni su svrstani u 2 podrazdela, 3 klase, 5 potklasa, 13 redova, 27 familija i 52 roda. Tri taksona (*Aulacoseira granulata*, *Melosira*

*varians* i *Ellerbeckia arenaria*) pripadaju podrazdelu Coscinodiscophytina i klasi Coscinodiscophyceae. Svi ostali pripadaju podrazdelu Bacillariophytina (Tabela 14).

Po broju taksona se izdvaja klasa Bacillariophyceae (199 taksona; 96,66%), dok su predstavnici klase Mediophyceae zastupljeni sa 4 taksona (1,94%) i Coscinodiscophyceae sa 3 taksona (1,45%).

Najzastupljeniji su predstavnici potklase Bacillariophycidae (174 taksona; 84,46%). Za njom sledi potklasa Fragilariophycidae (24 taksona; 11,65%), dok su predstavnici 4 potklase zastupljeni sa po jednim taksonom (0,48%): Coscinodiscophycidae, Melosirophycidae, Paraliophycidae i Eunotiophycidae.

Što se tiče redova, po broju taksona se izdvaja red Naviculales (69 taksona; 33,49%), zatim slede redovi Cymbellales (47 taksona; 22,81%), Cocconeidales (25 taksona; 12,13%) i Bacillariales (23 taksona; 11,16%) (Grafik 7).



Grafik 7. Broj identifikovanih taksona u okviru redova razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima Radovanske reke.

Po broju utvrđenih rodova izdvajaju se familije Gomphonemataceae (6), Naviculaceae (4), Bacillariaceae (4) i Achnanthidiaceae (4), a u 13 familija je prisutan po 1 rod (Tabela 24).



Tabela 24. Zastupljenost rodova u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima Radovanske reke.

familija	broj rodova	%	familija	broj rodova	%
Aulacoseiraceae	1	1,92	Diploneidaceae	1	1,92
Melosiraceae	1	1,92	Naviculaceae	4	7,69
Paraliaceae	1	1,92	Naviculales incertae sedis	2	3,84
Stephanodiscaceae	2	3,84	Neidiaceae	2	3,84
Bacillariaceae	4	7,69	Sellaphoraceae	2	3,84
Achnanthidiaceae	4	7,69	Stauroneidaceae	2	3,84
Cocconeidaceae	1	1,92	Surirellaceae	2	3,84
Pinnulariaceae	1	1,92	Catenulaceae	1	1,92
Anomoeoneidaceae	1	1,92	Eunotiaceae	1	1,92
Cymbellaceae	1	1,92	Fragilariaceae	1	1,92
Gomphonemataceae	6	11,53	Staurosiraceae	1	1,92
Rhoicospheniaceae	1	1,92	Ulnariaceae	2	3,84
Amphipleuraceae	3	5,76	Tabellariaceae	2	3,84
Diadesmidaceae	2	3,84			

Iste familije se izdvajaju po broju utvrđenih taksona (Naviculaceae - 39 taksona, Gomphonemataceae - 34 taksona, Bacillariaceae - 23 taksona i Achnanthidiaceae - 13 taksona) (Tabela 25).

Tabela 25. Zastupljenost taksona u familijama razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima Radovanske reke.

familija	broj taksona	%	familija	broj taksona	%
Aulacoseiraceae	1	0,48	Diploneidaceae	5	2,42
Melosiraceae	1	0,48	Naviculaceae	39	18,93
Paraliaceae	1	0,48	Naviculales incertae sedis	2	0,97
Stephanodiscaceae	4	1,94	Neidiaceae	3	1,45
Bacillariaceae	23	11,16	Sellaphoraceae	7	3,39
Achnanthidiaceae	13	6,31	Stauroneidaceae	6	2,91
Cocconeidaceae	6	2,91	Surirellaceae	5	2,42
Pinnulariaceae	6	2,91	Catenulaceae	5	2,42
Anomoeoneidaceae	2	0,97	Eunotiaceae	1	0,48
Cymbellaceae	10	4,85	Fragilariaceae	12	5,82
Gomphonemataceae	34	16,50	Staurosiraceae	3	1,45
Rhoicospheniaceae	1	0,48	Ulnariaceae	2	0,97
Amphipleuraceae	3	1,45	Tabellariaceae	7	3,39
Diadesmidaceae	4	1,94			

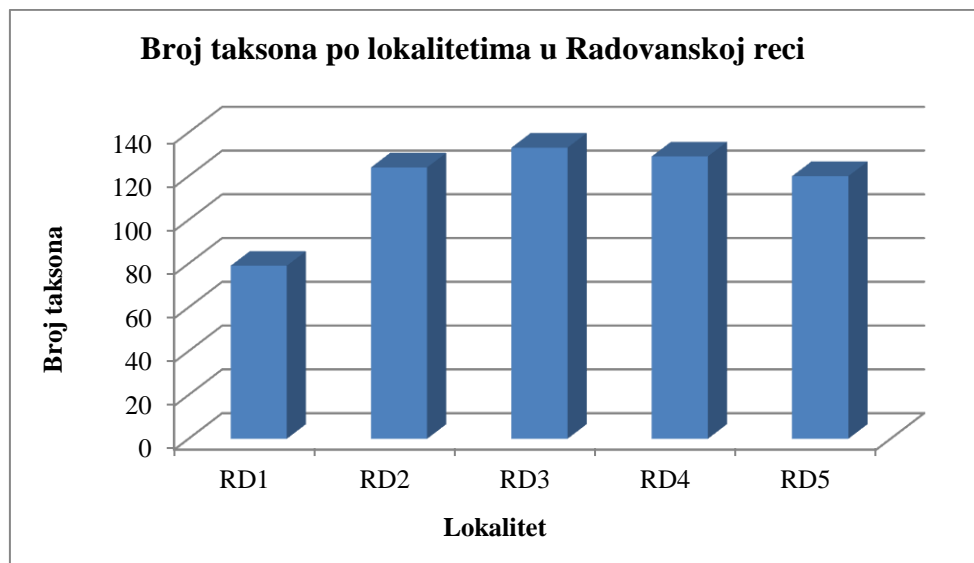
Predstavnici roda *Navicula* su zastupljeni sa najvećim brojem taksona (30), a zatim slede predstavnici rodova *Nitzschia* (20) i *Gomphonema* (16) (Tabela 26).

Tabela 26. Zastupljenost taksona u rodovima razdela Bacillariophyta u ispitivanim uzorcima Radovanske reke.

rod	broj taksona	%	rod	broj taksona	%
<i>Aulacoseira</i>	1	0,48	<i>Halamphora</i>	1	0,48
<i>Melosira</i>	1	0,48	<i>Humidophila</i>	2	0,97
<i>Ellerbeckia</i>	1	0,48	<i>Luticola</i>	2	0,97
<i>Cyclotella</i>	3	1,45	<i>Diploneis</i>	5	2,42
<i>Handmania</i>	1	0,48	<i>Caloneis</i>	4	1,94
<i>Denticula</i>	1	0,48	<i>Gyrosigma</i>	4	1,94
<i>Hantzschia</i>	1	0,48	<i>Hippodonta</i>	1	0,48
<i>Nitzschia</i>	20	9,70	<i>Navicula</i>	30	14,56
<i>Simonsenia</i>	1	0,48	<i>Eolimna</i>	1	0,48
<i>Achnanthidium</i>	5	2,42	<i>Mayamaea</i>	1	0,48
<i>Lemnicola</i>	1	0,48	<i>Neidiomorpha</i>	1	0,48
<i>Planothidium</i>	2	0,97	<i>Neidium</i>	1	0,48
<i>Psammothidium</i>	4	1,94	<i>Fallacia</i>	3	1,45
<i>Cocconeis</i>	6	2,91	<i>Sellaphora</i>	4	1,94
<i>Pinnularia</i>	6	2,91	<i>Craticula</i>	1	0,48
<i>Adlafia</i>	2	0,97	<i>Stauroneis</i>	5	2,42
<i>Cymbella</i>	10	4,85	<i>Cymatopleura</i>	2	0,97
<i>Encyonema</i>	8	3,88	<i>Surirella</i>	3	1,45
<i>Encyonopsis</i>	2	0,97	<i>Amphora</i>	5	2,42
<i>Geissleria</i>	4	1,94	<i>Eunotia</i>	1	0,48
<i>Gomphonema</i>	16	7,76	<i>Fragilaria</i>	12	5,82
<i>Placoneis</i>	2	0,97	<i>Staurosira</i>	3	1,45
<i>Reimeria</i>	2	0,97	<i>Hannea</i>	1	0,48
<i>Rhoicoshenia</i>	1	0,48	<i>Tabularia</i>	1	0,48
<i>Amphipleura</i>	1	0,48	<i>Diatoma</i>	5	2,42
<i>Frustulia</i>	1	0,48	<i>Meridion</i>	2	0,97

Najveći broj taksona (133) zabeležen je na trećem lokalitetu, a najmanji na prvom (79). Pregled broja taksona po lokalitetima u Radovanskoj reci je prikazan na Grafiku 8.

Taksoni koji su pronađeni u svim uzorcima iz Radovanske reke bili su *Amphora pediculus* i *Reimeria sinuata*. Taksoni koji su prisutni u 96% uzoraka bili su: *Achnanthidium minutissimum*, *Cocconeis lineata*, *C. pseudolineata*, *Gomphonema elengatissimum*, *Meridion circulare*, *Planothidium dubium*, *P. lanceolatum* i *P. frequentissimum*. Među učestalim taksonima izdvajaju se i *Achnanthidium pyrenaicum*, *Denticula tenuis*, *Odontidium mesodon*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *E. ventricosum*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonema micropus*, *G. parvulum*, *Handmania glabriuscula*, *Navicula cryptotenella*, *N. tripunctata*, *Nitzschia dissipata*, *N. fonticola*, *N. linearis* i *Staurosirella pinnata*, koji su pronađeni u 76% - 93% uzoraka.



Grafik 8. Broj taksona po lokalitetima u Radovanskoj reci.

#### 4.1.5. Novi nalazi za floru algi Srbije

Od ukupnog broja identifikovanih taksona, 50 je prvi put zabeleženo u flori algi Srbije. Ovi taksoni se svrstavaju u 18 rodova, od kojih *Decussata* predstavlja novi rod za floru algi Srbije. Novi taksoni silikatnih algi za floru Srbije su označeni zvezdicom u Tabeli 14.

##### 4.1.5.1. Prvi nalaz roda *Decussata* (Patrick) Lange-Bertalot (Bacillariophyta) u Srbiji

Na četiri lokaliteta, u sedam uzoraka iz reke Vrle je uočeno prisustvo vrste *Decussata hexagona*, što predstavlja, prvi nalaz jednog taksona iz roda *Decussata* u Srbiji.

Klasa: Bacillariophyceae

Potklasa: Bacillariophycidae

Red: Mastogloiales

Familija: Mastogloiaceae

Rod: *Decussata*

Vrsta: *Decussata hexagona* (Torka) Lange-Bertalot 2000: 671 (Lange-Bertalot 2000)

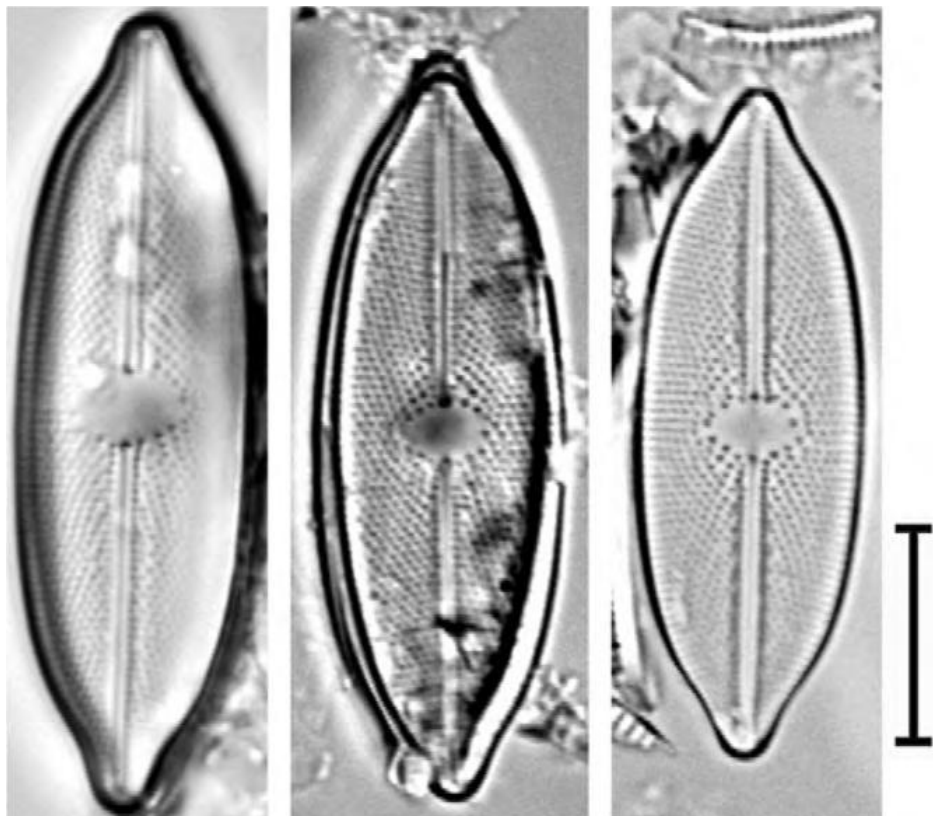
Bazionim: *Navicula hexagona* Torka (1933)

Valve linearno-eliptične sa uskim krajevima koji su tupo zaobljeni. Dužina valve iznosi 29,9 – 38  $\mu\text{m}$ , širina 10,3 – 11,9  $\mu\text{m}$  (Slika 29). Lice valve je ravno, rafa filiformna. Osovinsko polje je linearno, a centralna zona transapikalno eliptična. Odnos dužina/širina valve se kreće od 2,9 do 3,5. Poprečne pruge su paralelne do blago radijalne, 24 – 26 u 10  $\mu\text{m}$ . Ova vrsta se veoma lako razlikuje od ostalih taksona ovog roda.

**RASPROSTRANJENOST:** Retka vrsta, do sada poznata samo u Evropi (Krasske 1923, 1925; Torck 1933; Lange-Bertalot 2001; Levkov i sar. 2001, 2005; Stancheva i Temniskova 2006; Hafner i sar. 2008; Kapetanović i sar. 2011).

**RASPROSTRANJENOST U SRBIJI:** reka Vrla (VR2, VR3, VR4, VR5)

**EKOLOGIJA:** javlja se u maloj brojnosti u tresavama i na mahovinama. U Vrlu je zabeležena u okviru epilitske zajednice, čija je voda neutralna do slabo alkalna sa niskim sadržajem jona.



Slika 29. Mikrofotografije valvane strane *Decussata hexagona* (skala 10  $\mu\text{m}$ ).

#### 4.1.5.2. Novi taksoni za Srbiju

Nazivi novih taksona za floru Srbije, njihove dimenzije i rasprostranjenje u Srbiji su dati u nastavku.

*Achnanthidium thienemannii* (Hustedt) Lange-Bertalot 1991 (Prilog, Tab. 2, Sl. 1-2)

Bazionim: *Achnanthes thienemannii* Hustedt

Referenca: Krammer & Lange-Bertalot (1991) (str. 63, tab. 36: sl. 19-23)

Dimenzije: Dužina valve: 10,86-13,63, širina: 4,32-4,59, broj pruga: 19-24/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava.

*Adlafia minuscula* var. *muralis* (Grunow) Lange-Bertalot 1999 (Prilog, Tab. 2, Sl. 27-29)

Bazionim: *Navicula muralis* Grunow

Referenca: Lange-Bertalot & Genkal (1999) (str. 32)

Dimenzije: Dužina valve: 10,39-11,33  $\mu\text{m}$ , širina: 4,45-5,13  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

*Adlafia suchlandtii* (Hustedt) Monnier & Ector 2012 (Prilog, Tab. 2, Sl. 30-31)

Bazionim: *Navicula suchlandtii* Hustedt

Referenca: Monnier i sar. (2012) (str. 139)

Dimenzije: Dužina valve: 10,39-15,18  $\mu\text{m}$ , širina: 2,36-3,24  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 26-28/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EP75 Radovanska reka.

*Amphora meridionalis* Levkov 2009 (Prilog, Tab. 2, Sl. 42-47)

Referenca: Levkov (2009) (str. 81, tab. 55: sl. 18-30; str. 289, tab. 166: sl. 1-6, tab. 167: sl. 1-5, tab. 196: sl.5)

Dimenzije: Dužina valve: 15,72-34,27  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,12-6,21  $\mu\text{m}$ , širina frustule: 9,45-12,46  $\mu\text{m}$ , broj pruga (dorzalno): 14-17/10  $\mu\text{m}$ , broj pruga (ventralno): 14-16/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

***Cocconeis pseudothumensis*** Reichardt 1982 (Prilog, Tab. 4, Sl. 8)

Referenca: Reichardt (1982) (str. 99, tab. 1: sl. 1-5)

Dimenzije: Dužina valve: 11,4 µm, širina: 8,43 µm, broj pruga: 12/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava.

***Craticula molestiformis*** (Hustedt) Mayama 1999 (Prilog, Tab. 4, Sl. 14-15)

Bazionim: *Navicula molestiformis* Hustedt

Referenca: Mayama (1999) (str. 2)

Dimenzije: Dužina valve: 11,4 µm, širina: 14,37 µm, broj pruga: 25-26/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava.

***Cymbopleura frequens*** Krammer 2003 (Prilog, Tab. 6, Sl. 20)

Referenca: Krammer (2003) (str. 158, tab. 91: sl. 19-23, tab. 92: sl. 1-22)

Dimenzije: Dužina valve: 31,09 µm, širina valve: 9,82 µm, broj pruga: 13/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Cymbopleura hercynica*** (Schmidt) Krammer 2003 (Prilog, Tab. 6, Sl. 21)

Bazionim: *Cymbella hercynica* A.Schmidt

Referenca: Krammer (2003) (str. 72, tab. 96: sl. 17, 19-21)

Dimenzije: Dužina valve: 28,71 µm, širina valve: 9,17 µm, broj pruga: 13/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Diatoma problematica*** Lange-Bertalot 1993 (Prilog, Tab. 7, Sl. 13-14)

Referenca: Lange-Bertalot (1993) (str. 23, tab. 6: sl. 11-15, 21-27, tab. 7: sl. 1-6, tab. 8: sl. 1-5)

Dimenzije: Dužina valve: 17,07-19,97 µm, širina valve: 5,4-5,53 µm, broj pruga: 6-10/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava.

***Encyonema brevicapitatum*** Krammer 1997 (Prilog, Tab. 8, Sl. 6-10)

Referenca: Krammer (1997) (str. 170, tab. 34: sl. 1-7; str. 170, tab. 27: sl. 1-9, 17)

Dimenzije: Dužina valve: 11,66-23,53  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,38-6,81  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 14-18/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

***Encyonema sarsii*** (Foged) Krammer 1997 (Prilog, Tab. 8, Sl. 22-24)

Bazionim: *Cymbella sarsii* Foged

Referenca: Krammer (1997) (str. 105, sl. 13-17)

Dimenzije: Dužina valve: 20,94  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,86  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 16/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Encyonema subminutum*** Krammer & Lange-Bertalot 1997 (Prilog, Tab. 9, Sl. 1-7)

Referenca: Krammer (1997) (str. 159, sl. 17-25, sl. 28-34)

Dimenzije: Dužina valve: 18,69-26,38  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,72-6,48  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 14-17/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

***Encyonopsis krammeri*** Reichardt 1997 (Prilog, Tab. 9, Sl. 13-20)

Referenca: Reichardt (1997) (str. 61, sl. 1-20)

Dimenzije: Dužina valve: 12,28-14,37  $\mu\text{m}$ , širina valve: 3,17-3,24  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 28-30/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava.

***Fallacia insociabilis*** (Krasske) Mann 1990 (Prilog, Tab. 9, Sl. 46)

Bazionim: *Navicula insociabilis* Krasske

Referenca: Round i sar. (1990) (str. 669)

Dimenzije: Dužina valve: 10,04-15,25  $\mu\text{m}$ , širina valve: 5,18-6,14  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 22-23/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava.

***Fallacia sublucidula*** (Hustedt) Mann 1990 (Prilog, Tab. 9, Sl. 56-60)

Bazionim: *Navicula sublucidula* Hustedt

Referenca: Round i sar. (1990) (str. 669)

Dimenzije: Dužina valve: 7,02-10,52  $\mu\text{m}$ , širina valve: 3,71-4,59  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 24-28/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

***Fragilaria pararumpens*** Lange-Bertalot, G. Hofmann & Werum 2011 (Prilog, Tab. 10, Sl. 20-21)

Referenca: Hofmann i sar. (2013) (str. 269, tab 8: sl. 4-10)

Dimenzije: Dužina valve: 33,6-46,42  $\mu\text{m}$ , širina valve: 2,09-3,44  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 19/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

***Geissleria paludosa*** (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin 1996 (Prilog, Tab. 11, Sl. 21-23)

Bazionim: *Navicula paludosa* Hustedt

Referenca: Lange-Bertalot & Metzeltin (1996) (str. 67, tab. 104: sl. 3)

Dimenzije: Dužina valve: 13,09-19,83  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,45-6,69  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 13-17/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava, EP75 Radovanska reka.

***Gomphonema acidoclinatum*** Lange-Bertalot & Reichardt 2004 (Prilog, Tab. 11, Sl. 24)

Referenca: Werum & Lange-Bertalot (2004) (str. 160, tab. 92: sl. 1-19, tab. 93: sl. 1-3)

Dimenzije: Dužina valve: 35,4  $\mu\text{m}$ , širina valve: 7,02  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 10/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Gomphonema calcifugum*** Lange-Bertalot & Reichardt 1999 (Prilog, Tab. 11, Sl. 32)

Referenca: Lange-Bertalot & Genkal (1999) (str. 53, sl. 74)

Dimenzije: Dužina valve: 16,19  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,52  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 12/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

***Gomphonema extantum*** Reichardt & Lange-Bertalot 1994 (Prilog, Tab. 12, Sl. 10-11)

Referenca: Reichardt (1994) (str. 128, tab. 1: sl. 16-21, tab. 5: sl. 5-8.)



Dimenzije: Dužina valve: 21,37-40,04  $\mu\text{m}$ , širina valve: 6,15-8,2  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 13/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Gomphonema procerum*** Reichardt & Lange-Bertalot 2001 (Prilog, Tab. 12, Sl. 56)

Referenca: Reichardt & Lange-Bertalot (1991) (str. 526, tab. 4: sl. 1-12)

Dimenzije: Dužina valve: 37,91  $\mu\text{m}$ , širina valve: 5  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 11/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

***Gomphonema sphenovortex*** Lange-Bertalot & Reichardt 1996 (Prilog, Tab. 13, Sl. 17-19)

Referenca: Lange-Bertalot & Metzeltin (1996) (str. 73, tab. 65:sl. 22-23)

Dimenzije: Dužina valve: 16,62-17,54  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,79-5,26  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 14/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

***Gomphonema vibrio*** var. ***bohemicum*** (Reichelt & Fricke) R.Ross 1986 (Prilog, Tab. 13, Sl. 35)

Bazionim: *Gomphonema bohemicum* Reichelt & Fricke

Referenca: Hartley (1986) (str. 608)

Dimenzije: Dužina valve: 24,61  $\mu\text{m}$ , širina valve: 6,8  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 16/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Luticola acidoclinata*** Lange-Bertalot 1996 (Prilog, Tab. 14, Sl. 33-34)

Referenca: Lange-Bertalot & Metzeltin (1996) (str. 76, tab. 24: sl. 24-26, tab. 104: sl. 10-16)

Dimenzije: Dužina valve: 10,12-28,6  $\mu\text{m}$ , širina valve: 5,61-8,74  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 19-23/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava River, EP75 Radovanska reka.

***Luticola triundulata*** Levkov, Metzeltin & Pavlov 2013 (Prilog, Tab. 15, Sl. 4)

Referenca: Levkov i sar. (2013) (str. 240, tab. 178: sl. 19-30, tab. 180:sl. 5-8)

Dimenzije: Dužina valve: 24 µm, širina valve: 7,29 µm, broj pruga: 17/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Navicula aquaedurae* Lange-Bertalot 1993 (Prilog, Tab. 15, Sl. 35)

Referenca: Lange-Bertalot (1993) (str. 95, tab. 46: sl. 14-19)

Dimenzije: Dužina valve: 22,8 µm, širina valve: 5,33 µm, broj pruga: 15/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Navicula associata* Lange-Bertalot 2001 (Prilog, Tab. 15, Sl. 36-38)

Referenca: Lange-Bertalot (2001) (str. 18, tab. 13: sl. 36-40)

Dimenzije: Dužina valve: 22,29-22,33 µm, širina valve: 6,88-6,95 µm, broj pruga: 14-15/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River, EP75 Radovanska reka.

*Navicula cariocincta* Lange-Bertalot 2000 (Prilog, Tab. 15, Sl. 43)

Referenca: Tsarenko i sar. (2000) (str. 271, tab. 23: sl. 203-207)

Dimenzije: Dužina valve: 43,58 µm, širina valve: 7,22 µm, broj pruga: 12/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Navicula cataracta-rheni* Lange-Bertalot 1993 (Prilog, Tab. 16, Sl. 9-10)

Referenca: Lange-Bertalot (1993) (str. 99, tab. 59: sl. 13-15)

Dimenzije: Dužina valve: 29,57-38,1 µm, širina valve: 7,23-8,31 µm, broj pruga: 12-13/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Navicula cryptotenelloides* Lange-Bertalot 1993 (Prilog, Tab. 16, Sl. 30-37)

Referenca: Lange-Bertalot (1993) (str. 105, tab. 50: sl. 9-12, tab. 51: sl. 1-2)

Dimenzije: Dužina valve: 8,3-16,12 µm, širina valve: 3,85-4,99 µm, broj pruga: 16-18/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava River, EP75 Radovanska reka.

*Navicula germainii* J.H.Wallace 1960 (Prilog, Tab. 16, Sl. 44)

Referenca: Wallace (1960) (str. 3, tab. 2: sl. 1 A-C)

Dimenzije: Dužina valve: 33,14 $\mu$ m, širina valve: 8,74  $\mu$ m, broj pruga: 15/10  $\mu$ m.

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Navicula neowiesneri* Chudaev & Kulikovskiy 2016 (Prilog, Tab. 17, Sl. 24)

Referenca: Chudaev i sar. (2016) (str. 148, tab. 2: sl. 5-11)

Dimenzije: Dužina valve: 21,54  $\mu$ m, širina valve: 4,86  $\mu$ m, broj pruga: 13/10  $\mu$ m.

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Navicula oppugnata* Hustedt 1945 (Prilog, Tab. 17, Sl. 30-35)

Referenca: Hustedt (1945) (str. 925, tab. 42: sl. 1)

Dimenzije: Dužina valve: 31,1 $\mu$ m, širina valve: 8,6  $\mu$ m, broj pruga: 10/10  $\mu$ m.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River, EP75 Radovanska reka.

*Navicula praeterita* Hustedt 1945 (Prilog, Tab. 17, Sl. 36-40)

Referenca: Hustedt (1945) (str. 923, tab. 42: sl. 5-8)

Dimenzije: Dužina valve: 29,68  $\mu$ m, širina valve: 6,61  $\mu$ m, broj pruga: 14/10  $\mu$ m.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Navicula subalpina* Reichardt 1988 (Prilog, Tab. 19, Sl. 10-11)

Referenca: Reichardt (1988) (str. 241, sl. 30-41)

Dimenzije: Dužina valve: 21,86  $\mu$ m, širina valve: 5,94  $\mu$ m, broj pruga: 18/10  $\mu$ m.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Navicula vandamii* Schoeman & R.E.M.Archibald 1987 (Prilog, Tab. 19, Sl. 32)

Referenca: Schoeman & Archibald (1987) (str. 482, sl. 1-14, sl. 34-36)

Dimenzije: Dužina valve: 26,71  $\mu$ m, širina valve: 5,8  $\mu$ m, broj pruga: 16/10  $\mu$ m.

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Nitzschia acidoclinata* Lange-Bertalot 1976 (Prilog, Tab. 20, Sl. 10-11)

Referenca: Lange-Bertalot (1976) (str. 277, tab 7: sl. 19-21; str. 278, tab. 10: sl. 1, 2)

Dimenzije: Dužina valve: 14,25-17,44  $\mu\text{m}$ , širina valve: 2,59-3,02  $\mu\text{m}$ , broj fibula: 11-12/10  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 24/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Nitzschia alpinobacillum* Lange-Bertalot 1993 (Prilog, Tab. 20, Sl. 16)

Referenca: Lange-Bertalot (1993) (str. 143, tab. 114: sl. 2-6, tab. 115: sl. 5)

Dimenzije: Dužina valve: 14,9  $\mu\text{m}$ , širina valve: 3,89  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 11/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Nitzschia bryophila* (Hustedt) Hustedt 1943 (Prilog, Tab. 20, Sl. 29-30)

Bazionim: *Nitzschia frustulum* var. *bryophila* Hustedt

Referenca: Hustedt (1943) (str. 232, sl. 66-71)

Dimenzije: Dužina valve: 14,03-15,25  $\mu\text{m}$ , širina valve: 3,44-4,18  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 11-13/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

*Nitzschia dealpina* Lange-Bertalot & G.Hofmann 1993 (Prilog, Tab. 20, Sl. 34)

Referenca: Lange-Bertalot (1993) (str. 146, tab. 114: sl. 8-13, tab. 115: sl.1-4)

Dimenzije: Dužina valve: 8,74-13,6  $\mu\text{m}$ , širina valve: 3,02-3,67  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 11-14/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Nitzschia palea* var. *tenuirostris* Grunow 1881 (Prilog, Tab. 21, Sl. 29-34)

Referenca: Van Heurck (1881) (str. 183, tab. 69: sl. 13)

Dimenzije: Dužina valve: 31,41-39,05  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,53-4,64  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 16/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

*Nitzschia vermicularioides* Lange-Bertalot (Prilog, Tab. 22, Sl. 27-28)

Referenca: Hofmann i sar. (2013) (str. 115, sl. 4-6: 468)

Dimenzije: Dužina valve: 77,55-78,08  $\mu\text{m}$ , širina valve: 4,5  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 14/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

***Pinnularia grunowii*** Krammer 2000 (Prilog, Tab. 23, Sl. 1)

Referenca: Krammer (2000) (str. 100, tab. 77: sl. 7-14; str. 222, tab. 81: sl. 10-17, tab. 82:sl. 7,8)

Dimenzije: Dužina valve: 33,46-53  $\mu\text{m}$ , širina valve: 8,85-10,59  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 12-14/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava River.

***Pinnularia isselana*** Krammer 2000 (Prilog, Tab. 23, Sl. 2-3)

Referenca: Krammer (2000) (str. 132, tab. 103: sl. 1-20)

Dimenzije: Dužina valve: 35,5-46,3  $\mu\text{m}$ , širina valve: 7,56-8,63  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 12-13/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EP75 Radovanska reka.

***Pinnularia stomatophora var. irregularis*** Krammer 2000 (Prilog, Tab. 23, Sl. 18)

Referenca: Krammer (2000) (str. 126, 226, tab. 101: sl. 4-10)

Dimenzije: Dužina valve: 76,1  $\mu\text{m}$ , širina valve: 11,12  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 13/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla.

***Planothidium biporumum*** (Hohn and Hellerman) Lange-Bertalot 1999 (Prilog, Tab. 23, Sl. 30-31)

Bazionim: *Achnanthes biporoma* Hohn & Hellerman

Referenca: Lange-Bertalot (1999) (str. 281)

Dimenzije: Dužina valve: 16,46-18,24  $\mu\text{m}$ , širina valve: 5,46-5,83  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 14-15/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EQ40 Mlava River.

***Psammothidium bioretii*** (H.Germain) Bukhtiyarova & Round 1996 (Prilog, Tab. 24, Sl. 10-14)

Bazionim: *Achnanthes bioretii* H.Germain

Referenca: Bukhtiyarova & Round (1996) (str. 9, sl. 26-31)

Dimenzije: Dužina valve: 12,08-18,35  $\mu\text{m}$ , širina valve: 5,46-8,85  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 23-27/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: FN02 Vrla, EP75 Radovanska reka.

***Psammothidium lauenburgianum*** (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot 1996 (Prilog, Tab. 24, Sl. 23-28)

Bazionim: *Achnanthes lauenburgiana* Hustedt

Referenca: Bukhtiyarova & Round (1996) (str. 17, sl. 62-65)

Dimenzije: Dužina valve: 7,22-17,47  $\mu\text{m}$ , širina valve: 3,91-6,07  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 26-29/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EQ40 Mlava River.

***Reimeria uniseriata*** S.E.Sala, J.M.Guerrero & M.E.Ferrario 1993 (Prilog, Tab. 24, Sl. 49-61)

Bazionim: *Cymbella sinuata* W.Gregory

Referenca: Sala i sar. (1993) (str. 445, sl. 7-10)

Dimenzije: Dužina valve: 14,77-26,24  $\mu\text{m}$ , širina valve: 5-6,21  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 7-9/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EP75 Radovanska reka.

***Simonsenia delognei***(Grunow) Lange-Bertalot 1979 (Prilog, Tab. 25, Sl. 13-18)

Bazionim: *Nitzschia delognei* Grunow

Referenca: Lange-Bertalot (1979) (str. 132)

Dimenzije: Dužina valve: 9,11-14,23  $\mu\text{m}$ , širina valve: 2,29-2,7  $\mu\text{m}$ , broj pruga: 17-19/10  $\mu\text{m}$ .

Rasprostranjenje u Srbiji: EP75 Radovanska reka.

#### **4.2. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka**

Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka je prikazana po sezonama (prolećna, letnja, kasna jesenja i zimska) u okviru kojih je predstavljena dinamika na lokalitetima. Kanonijskom korespondentnom analizom

dotatno je sagledan odnos zabeleženih taksona silikatnih algi i sezona za svaku reku posebno.

#### 4.2.1. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi reke Vrle

U prolećnom periodu (maj 2011. i 2012. godine) u reci Vrli je utvrđeno ukupno 149 taksona silikatnih algi (Tabela 27). Najveći broj taksona u prolećnom periodu je identifikovan na petom lokalitetu, u maju 2011. godine ukupno 60 taksona, a u maju 2012. godine 79 taksona. Najmanji broj taksona je identifikovan na prvom lokalitetu, u maju 2011. godine ukupno 57 taksona, a u maju 2012. godine 61 takson.

U reci Vrli, u prolećnom periodu, je prisutno 14 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 27). Ovi taksoni se javljaju na svim lokalitetima u prolećnom periodu. *Achnanthydium minutissimum* (24,5%), *Gomphonema elegantissimum* (19,8%) i *Nitzschia soratensis* (20,05%) predstavljaju dominantne taksoni. *A. minutissimum* je dominantan takson na drugom, trećem i šestom lokalitetu u maju 2011., *G. elegantissimum* na prvom lokalitetu u maju 2011., a *N. soratensis* na četvrtom i petom u maju 2012. godine.

Tabela 27. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Vrle u prolećnom periodu (maj 2011. i 2012. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	maj 2011.						maj 2012.					
	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6
▲ <i>Achnanthydium minutissimum</i>	16,5	24,5	18,5	16	18,6	22	16,4	10,4	15,8	18,3	4,9	9,8
<i>A. jackii</i>	+	+		+	+		2,4	1,2		0,9	2,7	1,4
▲ <i>A. subatomus</i>	10,6	7,6	5,6	3,9	6,4	4,7	6,2	3,2	5,2	4,2	6,1	2,9
<i>Adlafia bryophila</i>							+	0,2			+	
<i>A. minuscula</i>	0,2	+	+		+	+	+	0,2	0,2	+	0,2	0,2
<i>A. suchlandtii</i>	0,7						0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0,2
<i>Amphora inariensis</i>		+	+	0,4	0,5	0,5	+	0,5	0,7	0,7	0,5	1,4
▲ <i>A. pediculus</i>	6,6	4,7	2,4	3,2	1,2	3,7	2,9	2,9	5,6	1,9	4,9	2,4
<i>Caloneis bacillum</i>								+	0,2	+	+	0,2
<i>C. fontinalis</i>			+									
<i>C. lancetula</i>						+						
<i>Cocconeis disculus</i>				+								
<i>C. neodiminuta</i>	0,5					0,5		1,2		0,9	0,5	+

<i>C. euglypta</i>								0,7		0,5		+
<i>C. lineata</i>	0,9		0,2	1,9	0,5	1,2	0,2	0,5	1,4	1,7	1,2	2,4
<i>C. placentula</i>	0,7							0,2	0,5	0,7		0,7
<i>C. pseudolineata</i>	0,5	+	0,2		+	+	0,2		1,2	1,2	0,5	1,7
<i>Cyclotella meneghiniana</i>				+		+					+	
<i>Cymbella aspera</i>											+	
<i>C. compacta</i>	0,2	+	+	0,2	0,5	0,2		+	+	0,5	+	+
<i>Cymbopleura hercynica</i>						+						
<i>C. naviculiformis</i>					+			0,2				
<i>Decussata hexagona</i>			+		+						0,3	
<i>Denticula tenuis</i>	+	+				+			+			+
<i>Diatoma moniliformis</i>										+		0,4
<i>D. vulgaris</i>									+	+		0,7
<i>Diploneis elliptica</i>		+		+								
<i>D. krammeri</i>							+					
<i>Encyonema brevicapitatum</i>	0,7	0,9	1,4	0,2	0,2	+	1	0,9	0,2	0,5	0,2	0,2
<i>E. lange-bertalotii</i>	+	+	+	+	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	+	+	
<i>E. lunatum</i>										0,2	+	
<i>E. minutum</i>	3,9	1,7	3,2	2,4	2,2	1,2	4,2	2,7	0,9	3,4	2,7	0,2
<i>E. sarsii</i>						+						
<i>E. silesiacum</i>	+	0,7	0,2	0,2	0,5	0,7	0,7	1,2	0,2	0,5	0,9	0,7
<i>E. ventricosum</i>	1,7	1,4	0,2	0,4		0,2	0,7	+	0,2	+	0,2	
<i>Encyonopsis minuta</i>		+										
<i>Eumotia arcus</i>				+	+							
<i>E. soleirolii</i>				+		+		+				
<i>Fallacia insociabilis</i>												1,9
<i>Fragilaria arcus</i>								0,7				
<i>F. recapitellata</i>	+	+	0,2	0,2	0,5	+	0,7	0,2	+	+	+	0,2
<i>F. vaucheriae</i>					+	+					+	
<i>Frustulia vulgaris</i>	0,2			0,4	+		+				+	
<i>Geissleria acceptata</i>	0,5	1,9	0,7	+	0,2	0,9	1,2	1,7	1,4	0,5	1,2	0,4
<i>G. decussis</i>	+					+				0,2	+	+
<i>G. paludosa</i>		+				0,2	0,5	0,2	0,2	+	+	
<i>Gomphonema capitatum</i>				+	+							
<i>G. cymbelliclinum</i>									+		+	
<i>G. drutelingense</i>					+	+					+	
<sup>▲</sup> <i>G. elegantissimum</i>	19,8	19	6,9	4,2	4,4	6,9	3,2	7,9	5,4	1,4	3,4	5,6
<i>G. exilissimum</i>		+										
<i>G. extantum</i>		+										
<i>G. hebridense</i>			+									
<i>G. innocens</i>			+						+	0,2		
<i>G. micropus</i>			0,2	0,2	0,2	+	1,9	1,7	1,2	0,2	1,2	2,7
<i>G. minutum</i>	+		+									



<i>G. occultum</i>									+		+		
<i>G. olivaceum</i>		+								+			
<i>G. parvulum</i>	+	+	+	+	0,2	+		0,2	+		+		
<i>G. saprophilum</i>						+							
<i>G. productum</i>		+		+	+			0,2	+				
<i>G. pseudoboheicum</i>				+									
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	1,2	1,9	0,2	0,9	+	+	1,2	0,7	0,5	0,7	2,4	2,9	
<i>G. sarcophagus</i>				+	+								
<i>G. subclavatum</i>		+		+	+	+	+		0,2				
<i>G. tergestinum</i>	+	0,2				+	+		+			0	
<i>G. truncatum</i>		+		+	+				0,25				
<i>G. utae</i>		+											
<sup>▲</sup> <i>Hannaea arcus</i>	2,9	2,2	7,1	18,2	13,9	8,6	0,2	0,5	0,5	2,2	0,7	1,4	
<i>Hantzschia amphioxys</i>											+	0,4	
<i>Hippodonta capitata</i>				+							+		
<i>Humidophila contenta</i>		+					0,2			+	0,2	0,9	
<i>H. perpusilla</i>	+	+		+	+		0,7	0,2	+	+	+	0,2	
<i>Karayevia laterostrata</i>				+							+	+	
<i>Lemnicola hungarica</i>											+		
<i>Luticola acidoclinata</i>											+	+	
<i>L. mutica</i>			+		+		0,2				+		
<i>L. ventricosa</i>											+		
<sup>▲</sup> <i>Mayamaea permitis</i>	0,7	2,2	0,9	0,2		+	5,7	4,9	3,4	3,9	3,9	0,4	
<i>Meridion circulare</i>				+		+		+				0,4	
<i>M. constrictum</i>			+		+		+	+	+		+		
<i>Navicula antonii</i>	+	0,5	0,2	+	+	+	1	0,2	0,2	0,2	0,2	+	
<i>N. cataracta-rheni</i>		+	+				+						
<i>N. cryptocephala</i>		+	0,2	0,2	+	+							
<i>N. cryptotenella</i>		+				+							
<i>N. cryptotenelloides</i>	0,2					+	+	+			+		
<i>N. exilis</i>						+	+	+	+	+		+	
<i>N. gregaria</i>	0,2	+	0,5	+	+	0,9	+	0,7	0,2	2,9	4,2	4,6	
<i>N. lanceolata</i>	0,2	+	0,5	0,7	0,2	1,9	+	0,2	0,7	0,5	1,4	3,9	
<i>N. lundii</i>	0,2	0,7	1,2	0,7	0,5	+	2,4	2,4	1,9	1,4	1,4	3,4	
<i>N. oppugnata</i>											+		
<i>N. reichardtiana</i>	+	+	0,7	0,2						+	+		
<i>N. salinicola</i>						+			0,2	0,7		+	
<i>N. splenicula</i>	+	+		0,2		+			+	+			
<i>N. tenelloides</i>		+					0,7		+				
<i>N. tripunctata</i>		+	+	+	+	+	0,2	0,2		0,5			
<i>N. trivialis</i>				+							+		
<i>Neidiomorpha binodiformis</i>				+		+							
<i>Neidium hercynicum</i>											+		

<i>Nitzschia acidoclinata</i>		+										
<i>N. alpina</i>		+	+		+				+		+	
<i>N. archibaldii</i>	0,2		0,2	0,2			+		0,2	+	0,5	0,4
<i>N. dealpina</i>	+	+				+						
<i>N. dissipata</i>	1,2	0,9	3,9	0,7	0,9	1,7	0,2	+		0,5	0,5	0,4
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>					+		0,2				+	
<i>N. fonticola</i>	+		0,7	0,4	0,5	1,2	+	0,2	+	+	0,2	
<sup>▲</sup> <i>N. frustulum</i>	1,4	2,2	2,2	6,1	6,7	2,4	0,2		+	0,5	0,2	
<i>N. inconspicua</i>							0,2					
<i>N. hantzschiana</i>	+	+			0,2	0,7		+	0,2	+		
<i>N. heufleriana</i>					+							
<i>N. hamburgiensis</i>		+										
<i>N. linearis</i>				0,4		0,2		2,7	+		0,5	0,7
<i>N. palea</i>		+				0,2			0,5	0,2		0,2
<i>N. palea</i> var. <i>tenuistrois</i>			+	+								
<sup>▲</sup> <i>N. pura</i>	8,9	4,2	15,3	18,5	15,6	7,1	0,5	0,5		0,2	2,4	0,9
<i>N. pusilla</i>										+	+	
<sup>▲</sup> <i>N. soratensis</i>	1,7	1,9	11,3	3,9	8,9	19,5	8,4	3,7	6,1	19,3	20	9,1
<i>N. sublinearis</i>			+									
<sup>▲</sup> <i>Odontidium mesodon</i>	1,9	2,2	3,9	6,1	4,2	0,7	9,2	7,6	9,9	2,7	5,9	3,9
<i>Pinnularia borealis</i>										+	+	
<i>P. breissonii</i>							+				+	
<i>P. isselana</i>		+					0,2					
<i>P. obscura</i>		+	+						0,2			
<i>P. obscuriformis</i>	+											
<i>P. semicrucata</i>							+					
<i>P. subrupestris</i>								+				
<i>Paraplaconeis placentula</i>						+						
<i>Placoneis paraelginensis</i>		+			+		+			+		
<i>Planothidium biporum</i>												+
<i>P. dubium</i>	+	+										
<sup>▲</sup> <i>P. frequentissimum</i>	3,4	5,9	1,2	2,4	0,2	1,7	3,7	7,6	7,1	7,6	2,7	2,7
<sup>▲</sup> <i>P. lanceolatum</i>	4,2	6,4	3,9	2,2	8,4	5,9	8,2	15,6	12,8	6,4	7,4	16,7
<i>Psammothidium bioretii</i>	+	+							+		0,5	
<i>P. daonense</i>	0,5	0,9	0,5	+			0,5	0,5	2,2	0,9	2,9	
<i>P. subatomoides</i>		1,4										
<sup>▲</sup> <i>Reimeria sinuata</i>	1,4	0,9	0,9	0,7	0,5	0,9	5,4	3,4	4,2	4,4	5,4	6,4
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		0,5	0,2		0,5	0,5		0,5	+	+	+	
<i>Rossithidium pusillum</i>	+											
<i>Sellaphora seminulum</i>	0,2	+	+		0,2	+	0,7	+	1,4	0,9	0,2	+
<sup>▲</sup> <i>S. nigri</i>	3,7	1,2	2,7	1,2	1,2	1,2	1,4	5,2	3,7	2,4		0,4
<i>S. pseudopupula</i>										+		
<i>S. pupula</i>			+		+							+

<i>S. saugerresii</i>	+	+		+	+		3,7	0,2			2,7	0,2
<i>Stauroneis agrestiformis</i>		+										
<i>S. reichardtii</i>							+					0,2
<i>S. smithii</i>	+											
<i>Surirella angusta</i>			+	+				+		0,2	+	
<i>S. minuta</i>		+						+			+	+
<i>Ulnaria ulna</i>			+	0,2	+	+		+	+		+	

U letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine) je zabeleženo ukupno 140 taksona silikatnih algi (Tabela 28). Na četvrtom lokalitetu je identifikovan najveći broj taksona, i to u julu 2011. godine 64 taksona, a u septembru iste godine 72 taksona. Najmanji broj taksona je identifikovan na prvom lokalitetu, i to u julu 2011. godine 51 takson, a u septembru iste godine 40 taksona.

U letnjem periodu je utvrđeno prisustvo 16 taksona čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 28). Od toga 12 taksona se javlja na svim lokalitetima. *Achnantheidium subatomus* (19,41%), *Cocconeis lineata* (31,68%), *C. pseudolineata* (24,57%) i *Nitzschia soratensis* (24,07%) predstavljaju dominantne taksoni. *A. subatomus* je dominantan takson na drugom lokalitetu u julu 2011. godine, *C. lineata* na petom i šestom lokalitetu u septembru 2011. godine, *C. pseudolineata* na prvom lokalitetu u septembru 2011. i *N. soratensis* na trećem i četvrtom lokalitetu u julu 2011. godine.

Tabela 28. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Vrle u letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	jul 2011.						septembar 2011.					
	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6
<i>Achnanthes coarctata</i>										+		
<i>Achnantheidium affine</i>	+											
<i>A. exiguum</i>			+					+				
▲ <i>A. minutissimum</i>	17,2	15,9	14,1	18,8	15,1	4,6	0,7	8,6	16,3	14,6	8,4	5,4
▲ <i>A. subatomus</i>	5,9	19,4	6,2	2,2	14,1	7,6	2,7	5,6	0,4	5,1	8,4	3,9
<i>Adlafia bryophila</i>										+		
<i>A. minuscula</i>	0,4			0,5				+		+		+
<i>A. suchlandtii</i>	1,2	1,7	1,9	0,2	0,7	0,4		0,7	0,4	2,6	1,4	0,7
<i>Amphora aequalis</i>		+										
<i>A. affinis</i>				+								

<i>A. inariensis</i>	1,2	+	0,5	0,9	0,2	1,7	1,9	1,4	+	+	0,5	+
▲ <i>A. pediculus</i>	6,1	4,4	4,2	2,4	2,4	2,9	7,6	5,4	3,7	2,2	3,4	2,7
<i>Caloneis bacillum</i>			+					+	+	+		+
<i>C. lancettula</i>						+						+
<i>C. silicula</i>				+								
<i>Cavinula lapidosa</i>									+			
▲ <i>Cocconeis neodiminuta</i>	+	0,7				0,4	5,4	0,2		2,4	+	0,2
▲ <i>C. lineata</i>	2,4	3,4	2,7	1,9	+	12,5	24,5	12,8	15	17,1	23,7	31,6
▲ <i>C. placentula</i>	2,2	0,4	2,2		0,5	1,7	10,9	4,4	5,6	3,9	11,8	10,4
▲ <i>C. pseudolineata</i>	5,1	2,9	0,9	1,2	0,2	18,7	24,5	13,6	4,4	3,1	6,6	9,6
<i>Cyclotella meneghiniana</i>										+		
<i>C. ocellata</i>						+						
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i>												+
<i>Cymbella compacta</i>				+				+		+		+
<i>C. affinis</i>												+
<i>Cymbopleura cuspidata</i>												+
<i>C. frequens</i>										+		
<i>Decussata hexagona</i>		+		+						+	+	
<i>Diatoma vulgare</i>					+	0,2				+		
<i>Diploneis fontanella</i>										+		
<i>D. krammeri</i>				+								
<i>Encyonema brevicapitatum</i>		+	+	0,2	+		+	+	0,2		+	
<i>E. lange-bertalotii</i>					0,2	+		0,2	0,2	0,4	+	+
<i>E. lange-bertalotii</i> var. <i>obscuriformis</i>											+	
<i>E. minutum</i>	0,2	+	0,2	1,7	1,4	0,9			0,7	0,4	+	+
<i>E. leibleinii</i>										+		
<i>E. silesiacum</i>	+	+	+	+	0,5		0,2	+	0,2	+		0,2
<i>E. ventricosum</i>		+	+	+			+	+	0,2	+		
<i>E. vulgare</i>						+					+	+
<i>Eunotia arcus</i>	+											
<i>E. minor</i>						+				+	+	
<i>Fragilaria recapitellata</i>			+							+		+
<i>F. vaucheriae</i>									+	+		+
<i>Frustulia vulgaris</i>	+							+	+	+	+	
<i>Geissleria acceptata</i>	2,2	2,7	4,4	3,7	2,4	0,7	0,7	2,7	0,4	1,2	1,9	0,2
<i>G. decussis</i>			+	0,2		+		+			+	
<i>G. paludosa</i>	+		+		0,2			0,2		0,2		
<i>Gomphonema acidoclinatum</i>						+						
<i>G. angustatum</i>										+		+
<i>G. bohemicum</i>				+								
<i>G. capitatum</i>									+			
<i>G. clavatum</i>				+					+			

<i>G. drutelingense</i>	+			+						+		
▲ <i>G. elegantissimum</i>	15,8	11,3	2,7	2,4	14,1	15,5	2,4	4,9	2,9	0,9	0,7	0,9
<i>G. gracile</i>												+
<i>G. micropus</i>			+		+			+		+		+
<i>G. occultum</i>		+			+		+	+		+		
<i>G. olivaceum</i>	+				+							
▲ <i>G. parvulum</i>			0,5	+	+	+		+	9,6	0,4		+
<i>G. productum</i>								+		+		
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	0,7	1,7		1,4	1,9	2,2	0,5	0,5				
<i>G. subclavatum</i>				+				+				
<i>G. tergestinum</i>			+						+			
<i>G. truncatum</i>				+				+	0,2			
<i>G. utae</i>											+	
<i>Hannaea arcus</i>	+	0,2	0,2	0,2		0,4	+	0,2	+	+	0,5	0,5
<i>Hantzschia amphioxys</i>				+								
<i>Hippodonta capitata</i>												+
<i>Humidophila brekkaensis</i>				+								
<i>H. perpusilla</i>	+		+	0,2	+			+		+		+
<i>Karayevia laterostrata</i>		+	0,5		+			+			+	
<i>Lemnicola hungarica</i>											+	
<i>Luticola mutica</i>											+	
▲ <i>Mayamaea permitis</i>	0,2	8,6	6,9	11,6	0,7	3,4	+	4,4	2,4	6,3	3,2	1,9
<i>Meridion circulare</i>					+					0,4	+	
<i>M. constrictum</i>										+		
<i>Muelleria gibbula</i>											+	
<i>Navicula amphiceropsis</i>												+
<i>N. antonii</i>	0,2	+	0,2	0,7	+	0,4	0,2	0,2	+	0,2	+	0,2
<i>N. aquaedurae</i>							+			+		
<i>N. cataracta-rheni</i>												+
<i>N. cincta</i>						+						
<i>N. cryptocephala</i>	+		+	0,7	0,2			+	+	0,2		0,2
<i>N. cryptotenella</i>						+	+					+
<i>N. cryptotenelloides</i>		0,4	0,2	0,2	+	+	+	0,7	+		+	0,9
<i>N. exilis</i>					+					0,2		
<i>N. germainii</i>										+		
<i>N. gregaria</i>	+		+	1,7	0,5	+	+	+	+	0,9	0,2	0,9
<i>N. lanceolata</i>	+	+	0,2	+		+	+	+	+	0,2		0,5
<i>N. lundii</i>	+	+	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2		0,2	0,4	0,5	0,7
<i>N. novaesiberica</i>												+
<i>N. oligotrachenta</i>		+		+			+	+	+			+
<i>N. oppugnata</i>					+							+
<i>N. reichardtiana</i>			+	+			+	+				
<i>N. salinarum</i>					+							+

<i>N. salinicola</i>	+											
<i>N. splendidula</i>		+					+	+	+			+
<i>N. tenelloides</i>				+								
<i>N. tripunctata</i>	+			0,5	+	+	+		0,2	0,9		0,9
<i>N. viridula</i>												+
<i>Neidium dubium</i>												+
<i>Nitzschia acicularis</i>												+
<i>N. alpina</i>				+						+		+
▲ <i>N. archibaldii</i>			0,2	0,2				+	10,8	0,2	0,2	
<i>N. clausii</i>									+			
<i>N. dealpina</i>	+											
<i>N. dissipata</i>	0,4		1,2	0,2	0,2	+		+	0,2	+	0,2	+
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>			+	+	+				0,4	+		
<i>N. fonticola</i>	+		+			0,4		0,2	3,9			
<i>N. frustulum</i>	+	0,2	0,7	0,5	0,5	0,2			2,9	0,4		
<i>N. inconspicua</i>												+
<i>N. hantzschiana</i>			0,2	+	+	+			0,4	0,7		+
<i>N. heufleriana</i>												+
<i>N. linearis</i>	+	+		+			+	+		+	+	0,5
<i>N. palea</i>	+		+	0,2	+			+	+	+		+
<i>N. perminuta</i>	+	+										+
<i>N. pura</i>	+	0,2	+	+		0,4	+	+		+	0,2	+
▲ <i>N. soratensis</i>	4,6	1,4	24	23	23,5	18,7	+	7,4	6,4	15,1	17,8	21,2
<i>Odontidium mesodon</i>	+	+	0,7	0,5			+	0,5	+	0,2	+	+
<i>Pinnularia borealis</i>											+	
<i>P. grunowii</i>					+							
<i>P. microstauron</i>				+	+							
<i>P. obscuriformis</i>			+									
<i>P. stomatophora</i> var. <i>irregularis</i>									+			
<i>Placoneis paraelginensis</i>		+	+	+	+		+			+		
▲ <i>Planothidium frequentissimum</i>	6,1	2,9	4,2	4,4	2,4		2,7	3,7	1,7	2,2	1,7	
▲ <i>P. lanceolatum</i>	16,3	13	3,4	7,1	2,9	0,9	7,6	10,1	3,9	4,6	2,7	1,2
<i>P. rostratoholarcticum</i>	0,7	0,4										
<i>Psammothidium bioretii</i>								0,5				
<i>P. daonense</i>			0,5						+			
<i>P. subatomoides</i>	+		0,5	0,5	+	0,4						
▲ <i>Reimeria sinuata</i>	6,4	1,9	5,4	4,9	9,6	1,4	1,7	1,4	2,7	4,6	1,4	1,7
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		+			+	+	2,7	1,7	+	1,4	0,5	0,7
<i>Sellaphora seminulum</i>	0,2	+	+	+			+	0,5		0,2	0,2	
<i>S. nigri</i>	+	5,4	8,9	3,4	0,7		1,4	6,4	0,9	4,6	2,9	0,7
<i>S. pupula</i>			+	+		+		+	+			+
<i>S. saugerresii</i>	3,2				3,4	1,2		0,2				

<i>Surirella angusta</i>			+	+				+		+		+
<i>S. minuta</i>	+			+								
<i>Ulnaria ulna</i>	+	+	+				+	+	+	+		+

U jesenjem periodu (novembar 2011. godine) je utvrđeno ukupno 93 taksona silikatnih algi (Tabela 29). Šesti lokalitet se odlikuje najvećim brojem taksona (71 takson), a peti najmanjim (50 taksona). U jesenjem periodu je utvrđeno 15 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 29). Od toga, 12 taksona je pronađeno na svih 6 lokaliteta. *Nitzschia soratensis* je na četiri lokaliteta (VR3, VR4, VR5 i VR6) bila dominantan takson sa procentualnom zastupljenošću od 11,91% do 40,2%. *Achnanthidium subatomus* je bio dominantan takson na prvom lokalitetu (14,64%), a *Cocconeis lineata* na drugom lokalitetu (14,89%).

Tabela 29. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Vrle u jesenjem (novembar 2011. godine) i zimskom periodu (mart 2012). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	novembar 2011.						mart 2012.					
	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6
<i>Achnanthes coarctata</i>	+											
<i>Achnanthidium affine</i>												0,9
▲ <i>A. minutissimum</i>	8,9	4,4	5,2	13,9	22,3	6,9	9,1	7,6	10,9	14,8	13,3	15,3
▲ <i>A. jackii</i>	3,7	5,2	3,7	4,2		1,4	1,2	1,4	2,7	1,2	1,7	8,4
▲ <i>A. subatomus</i>	14,6	1,2	4,9	0,9	7,4	1,4	4,9	8,1	5,7	2,9	14,1	4,2
<i>Adlafia minuscula</i>	+		0,5	+	+	+		4,7	0,2	0,9		
<i>A. suchlandtii</i>	4,7	1,7		2,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,9	0,5	0,5	
<i>Amphora copulata</i>												+
<i>A. inariensis</i>	1,4	+	+	+	+	1,9	0,9	0,5	0,5	1,4	0,5	+
▲ <i>A. pediculus</i>	3,9	3,4	5,2	2,7	0,7	7,4	7,4	1,9	7,4	3,4	2,9	7,4
<i>Caloneis aerophila</i>							+					
<i>C. bacillum</i>							+					
<i>C. fontinalis</i>									+		+	
<i>C. lancettula</i>												+
<i>C. silicula</i>											+	
▲ <i>Cocconeis neodiminuta</i>	2,9	6,9	3,2	1,4	1,7	7,6	5,9	0,5	0,9	+	0,2	0,2
<i>C. euglypta</i>	3,4	+	0,5	0,7	+	0,5	0,9	0,5	1,7	0,2	1,4	0,2
▲ <i>C. lineata</i>	2,9	14,8	3,7	2,2	2,9	4,9	1,4	0,9	2,9	0,5	1,7	1,4
▲ <i>C. placentula</i>	1,9	5,7	2,4	1,4	0,7	3,9	0,9		2,2	0,9		
<i>C. placentula</i> var. <i>klinoraphis</i>									+			

▲ <i>C. pseudolineata</i>	2,4	2,7	1,4	0,5	0,2	12,4	6,2	0,5	3,4	1,7	1,9	
<i>Cymbella compacta</i>	+	+	+	0,2	+	+		+	+	+	+	+
<i>C. affinis</i>												+
<i>C. excisiformis</i>												0,2
<i>C. exigua</i>												+
<i>Cymbopleura anglica</i>						+						
<i>C. naviculiformis</i>			+									
▲ <i>Denticula tenuis</i>	+									0,2		6,2
<i>Diatoma hyemalis</i>											+	+
<i>D. moniliformis</i>									+			+
<i>D. vulgaris</i>												+
<i>Diploneis krammeri</i>						+						
<i>D. petersenii</i>											+	
<i>D. separanda</i>												+
<i>Elleberckia arenaria</i>											0,2	
<i>Encyonema brevicapitatum</i>	+	+	+	+	+	+	0,5	+	+	0,7		+
<i>E. lange-bertalotii</i>		+	0,5	0,2	0,2	+		+	0,5	+	+	
<i>E. lunatum</i>	+											
<i>E. minutum</i>	+	+	+	0,2	+	+	0,7	2,4	1,7	4,9	0,5	1,4
<i>E. perminutum</i>									+			
<i>E. silesiacum</i>	+	+	1,9	1,7	0,2	0,5		0,7	0,5	1,2	+	0,7
<i>E. ventricosum</i>	0,2	+	0,5	0,2	0,2	+	0,2	0,5	0,2	+	1,2	0,5
<i>Encyonopsis microcephala</i>												0,5
<i>Eunotia soleirolii</i>								+				
<i>Fallacia subhamulata</i>												+
<i>Fragilaria capucina</i>								+				0,9
<i>F. recapitellata</i>	+	+	0,2	+	+	+	0,2	+	+	+	1,4	0,5
<i>F. vaucheriae</i>					+	+		+		+	+	+
<i>Frustulia vulgaris</i>		+	+	+		+	0,2		+		+	0,2
<i>Geissleria acceptata</i>	3,9	1,7	1,2	1,4	4,2	0,9	1,7	0,5	1,7	0,2	0,2	0,2
<i>G. decussis</i>						0,2			0,2		+	+
<i>G. paludosa</i>	+	0,2	0,5	0,2	+			0,2	0,2	+	+	0,2
<i>Gyrosigma sciotoense</i>												+
<i>Gomphonema acuminatum</i>												+
<i>G. capitatum</i>						+						
<i>G. clavatum</i>										+		
<i>G. drutelingense</i>	+		+									
▲ <i>G. elegantissimum</i>	2,2	8,6	7,6	2,9	0,9	0,5	4,2	4,9	5,4	5,2	3,9	0,9
<i>G. innocens</i>										+		
<i>G. micropus</i>	+	+		0,5		+	+	0,7	1,2	0,5	0,2	+
<i>G. olivaceum</i>											+	1,7
<i>G. parvulum</i>	+	+	0,2	+	+	+	+	0,2	0,7	0,2	+	+
<i>G. productum</i>						+						



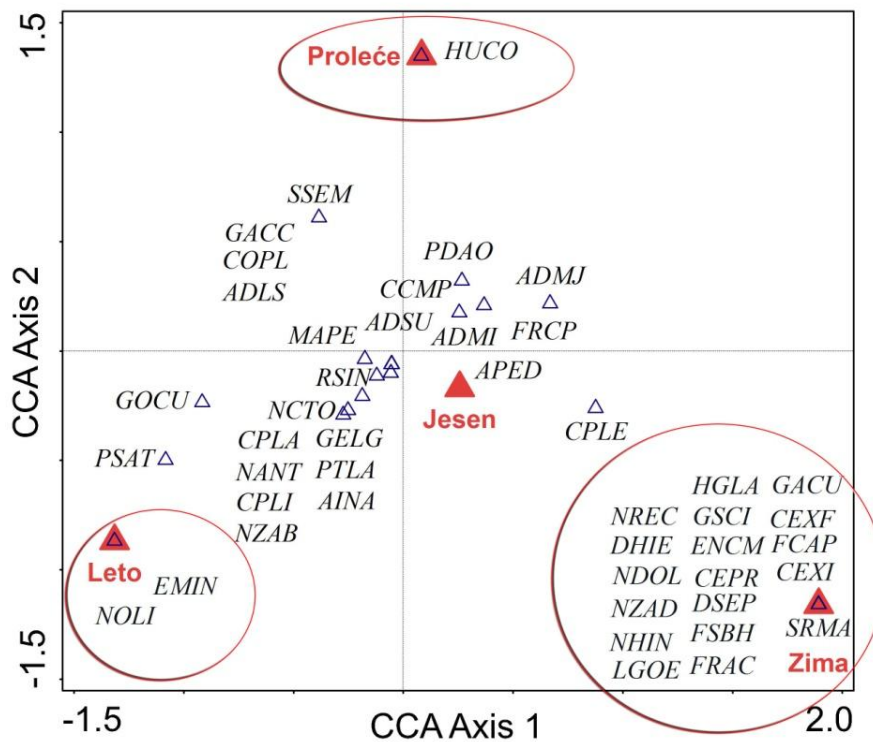
<i>G. pumilum</i>	0,5												
▲ <i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	1,4	11,1	4,2	2,7	0,2		2,7	2,2	3,2	0,5	0,7	0,9	
<i>G. subclavatum</i>					+			+					
<i>G. tergestinum</i>	+							+	+				
<i>G. truncatum</i>													+
<i>Handmania glabriuscula</i>													1,4
▲ <i>Hannaea arcus</i>	0,2	0,2	3,9	2,4	0,9	1,4	9,6	12,4	7,9	23,3	16,3	6,7	
<i>Hippodonta capitata</i>			+			+							
<i>Humidophila perpusilla</i>			0,2			+		+	+	+	+	+	+
<i>Karayevia laterostrata</i>		0,5		+					+				
<i>Luticola goeppertiana</i>													+
<i>L. mutica</i>	+												
<i>Mayamaea permitis</i>	3,2	0,9	0,5	1,7	1,2	0,5	+	0,5	0,9	+			
<i>Meridion circulare</i>													+
<i>M. constrictum</i>						+			+		+		
<i>Navicula antonii</i>	0,2	+	0,7	+	0,2	0,2	+	0,2	0,5	+	+	0,2	
<i>N. cryptocephala</i>	+		0,2	+	+	0,2	+	+		+			
<i>N. cryptotenella</i>						0,2							2,7
<i>N. cryptotenelloides</i>	0,2	0,2	0,7	+	+			+	+		+		
<i>N. exilis</i>								+					
<i>N. gregaria</i>	0,2	+	1,9	0,7	0,5	3,9	+	0,2	2,2	0,2	+	0,2	
<i>N. hintzii</i>													+
<i>N. lanceolata</i>	+	1,4	2,2	0,9	+	1,4	0,5	0,2	1,2	0,2	2,7	0,2	
<i>N. lundii</i>	1,7	0	0,5	0,7		0,2	0,7	0,2	+	0,9	0,2	0,5	
<i>N. radiosa</i>		0,2											
<i>N. reichardtiana</i>			+					+	0,7				
<i>N. rhynchocephala</i>						+					+		
<i>N. salinicola</i>	0,9					0,9	0,5						
<i>N. splendicula</i>	+					+							
▲ <i>N. tripunctata</i>	+	+	+	0,5	+	1,2	+	0,2	+	+	0,5	5,4	
<i>N. trivialis</i>			+			+			+				
<i>N. wiesneri</i>	+												
<i>Nitzschia adamata</i>													0,5
<i>N. alpinobacillum</i>									+				
<i>N. archibaldii</i>			1,7	0,7	2,9	1,4		0,2	0,5	+			
<i>N. acicularis</i>													+
<i>N. dissipata</i>	0,2	0,2	0,2		0,5	0,2	0,9	+	0,9	+	0,7	1,9	
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>		+	0,5		+	+		+		+	0,9	0,2	
▲ <i>N. fonticola</i>	+		0,2	0,5	0,2	0,2		2,9	0,5	0,5	0,9	9,9	
▲ <i>N. frustulum</i>	+	0,5	2,2		1,2	+		6,2	0,2	3,9	2,7		
<i>N. inconspicua</i>			+					+	0,9	0,2			
<i>N. hantzschiana</i>	+				0,2	0,5	0,7	2,2		1,2			
<i>N. heufleriana</i>													0,5

<i>N. hamburgiensis</i>									+				
<i>N. linearis</i>		+				+		+				0,5	2,2
<i>N. oligotraphenta</i>													+
<i>N. palea</i>			+	0,5		0,2	0,5						1,2
<sup>▲</sup> <i>N. pura</i>	0,5	1,2	0,9	6,7		+	13,1	15,1	5,4	8,9	6		1,2
<i>N. recta</i>													+
<sup>▲</sup> <i>N. soratensis</i>	7,6	3,9	11,9	19,8	40,2	29,2	3,4	2,4	7,9	9,9	2,4		3,2
<sup>▲</sup> <i>Odontidium mesodon</i>	+	+	0,5	+	0,2	+	4,2	5,7	0,7	0,7	8,4		0,5
<i>Pinnularia isselana</i>												+	
<i>P. obscura</i>							0,2					+	
<i>P. reichardtii</i>						+							
<i>P. schoenfelderi</i>						+							
<i>Placoneis paraelginensis</i>				+			+						
<i>Planothidium dubium</i>													1,4
<i>P. frequentissimum</i>	2,2	3,7	3,4	2,2	0,5	+	0,9	0,7	4,4	1,2	0,9		0,7
<sup>▲</sup> <i>P. lanceolatum</i>	7,9	8,1	10,4	7,6	1,4	1,7	4,7	5,2	2,2	0,2	4,2		0,5
<i>P. rostratoholarcticum</i>	0,5												
<i>Psammothidium bioretii</i>	+				+		0,5	+	+	0,5			
<i>P. daonense</i>	+	0,2	1,9		+	0,5	1,7		1,2	0,2			
<i>Pseudofallacia monoculata</i>									+				
<sup>▲</sup> <i>Reimeria sinuata</i>	6,2	4,2	2,9	7,2	1,7	1,2	2,9	1,7	1,7	3,2	0,5		+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	1,2	0,7	0,7		0,5	0,5	1,9	0,7	0,7	0,9	2,2		1,7
<i>Rossithidium anastasiae</i>												+	
<i>Sellaphora seminulum</i>	0,2	+	+	0,2	+	+	0,5	0,2	0,5	+	+		+
<sup>▲</sup> <i>S. nigri</i>	6,4	4,7	2,4	5,2	3,9	0,7	1,2	1,7	2,2	+	2,2		0,5
<i>S. pupula</i>				+		0,7							
<i>Stauroneis smithii</i>						+							
<i>S. reichardtii</i>											+		
<i>Staurosira venter</i>													+
<i>Staurosirella martyi</i>													+
<i>Staurosirella pinnata</i>													0,7
<i>Surirella angusta</i>		+							+				+
<i>S. brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>													+
<i>S. minuta</i>			+	+		+							
<i>Ulnaria acus</i>													+
<i>U. ulna</i>	+	+	0,2	0,2	+			+	+	0,2	+		+

U zimskom periodu (mart 2012. godine) je utvrđeno ukupno 121 taksona silikatnih algi (Tabela 29). Najveći broj taksona je zabeležen na šestom lokalitetu (81 takson), a najmanji na prvom (46 taksona). Ostala tri lokaliteta se odlikuju sličnim brojem taksona (VR2 - 62 taksona, VR3 - 64 taksona i VR4 - 58 taksona). U zimskom

periodu je utvrđeno 16 taksona silikatnih algi čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 29). *Achnantheidium minutissimum* je bio dominantan na trećem (10,92%) i šestom lokalitetu (15,38%), *Hannaea arcus* na četvrtom (23,33%) i petom (16,34%), a *Nitzschia pura* na prvom (13,15%) i drugom lokalitetu (15,14%).

Na Grafiku 9 je prikazana povezanost 45 taksona silikatnih algi, koji pokazuju izraženu sezonsku dinamiku, i sezona u kojima su ovi taksoni zabeleženi. Pored velikog broja taksona koji su identifikovani u sve četiri sezone, odnosno više od dve sezone (središnji deo ordinacionog dijagrama), izdvajaju se i grupe taksona koji su zabeleženi samo u proleće (*Humidophila contenta*), leto (*Eunotia minor* i *Navicula oligotrappenta*) i zimu, koja se karakteriše velikim brojem silikatnih algi ustanovljenim samo u ovom periodu.



Grafik 9. CCA dijagram povezanosti taksona silikatnih algi zabeleženih u reci Vrli i sezona uzorkovanja.

#### 4.2.2. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi reke Mlave

U prolećnom periodu, u reci Mlavi, (april 2011. i maj 2012. godine) identifikovano je ukupno 159 taksona silikatnih algi (Tabela 30). Najveći broj taksona je identifikovan na drugom lokalitetu, i to u aprilu 2011. godine 82 taksona, a u maju 2012. godine 57 taksona. Najmanji broj taksona je zabeležen na prvom lokalitetu, u aprilu 2011. godine 45 taksona, a u maju 2012. godine 69 taksona.

U reci Mlavi, u prolećnom periodu, je identifikovano 15 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 30). *Achnantheidium minutissimum* je bio dominantan takson na svim lokalitetima sa zastupljenošću 31,4% do 44,8%. *Achnantheidium pyrenaicum* i *Amphora pediculus* predstavljaju subdominantne taksone.

Tabela 30. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Mlave u prolećnom periodu (april 2011. i maj 2012. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	april 2011.					maj 2012.				
	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
<i>Achnantheidium affine</i>		0,4					+		+	
<i>A. catenatum</i>		+								
▲ <i>A. minutissimum</i>	41,1	26,2	36	22,3	15,4	29,6	31,4	20,9	44,8	33
<i>A. jackii</i>		+			+					
▲ <i>A. pyrenaicum</i>	9,4	20,5	8,5	2,7	4,4	36,5	6,6	2,7	4,6	0,2
<i>A. thienemannii</i>		+		+	+					
<i>Adlafia bryophila</i>			+							
<i>A. minuscula</i>		0,4	1,4	+	0,2	+			+	
<i>A. minuscula</i> var. <i>muralis</i>		+	+			+				
<i>Amphipleura pellucida</i>						+				
<i>Amphora inariensis</i>			1,9	0,4		+				0,4
<i>A. meridionalis</i>	+		+				+	+		
▲ <i>A. pediculus</i>	0,9	10,3	7	15,6	30,9	5,9	8,9	9,9	7,8	4,1
<i>Bacillaria paradoxa</i>		+								
<i>Caloneis fontinalis</i>	+									
<i>C. lancettula</i>		+	+	+	+					
<i>Cocconeis neodiminuta</i>					0,4	+			+	
<i>C. euglypta</i>					+					
▲ <i>C. lineata</i>	6,4	0,7	3,4	1,9	4,4	+	0,4	0,4	0,4	1,7

<i>C. pediculus</i>			0,4							
<i>C. placentula</i>										0,9
<i>C. placentula</i> var. <i>klinoraphis</i>										+
<i>C. pseudolineata</i>	+	+		+	+	1	+	+		+
<i>Craticula accomoda</i>		+			+				+	
<i>C. molestiformis</i>		+			+					
<i>C. subminuscula</i>		+	+						+	
<i>Cyclotella distinguenda</i>										+
<i>C. meneghiniana</i>					0,2					
<i>C. ocellata</i>				+						
<i>Cymbella compacta</i>	+	+	+	0,2	0,4			+	+	+
<i>C. affinis</i>		0,2		+	+			+	+	+
<i>C. excisiformis</i>		+	+	0,4						
<i>C. hustedtii</i>										+
<i>C. parva</i>		+				+	+	+	+	
<i>C. subcistula</i>						+	+			+
<sup>▲</sup> <i>Denticula tenuis</i>	+	6,7	4,1	7,9	1,7	1,2	17,2	16,7	3,6	10,8
<i>Diatoma ehrenbergii</i>					+				+	
<i>D. ehrenbergii</i> f. <i>capitulata</i>	+									
<i>D. moniliformis</i>	0,9	0,2	0,4					+	+	
<i>D. problematica</i>	+								+	
<i>D. vulgaris</i>		0,7	1,2	+	+	+	2,6	3,4	0,2	2,7
<i>Diploneis fontanella</i>										+
<i>D. krammeri</i>				+						
<i>D. separanda</i>						+				
<i>Encyonema brevicapitatum</i>		1,7	0,4	0,2	0,4		+	+	0,2	
<i>E. lange-bertalotii</i>		+		0,4				+		+
<sup>▲</sup> <i>E. minutum</i>	0,2	5,6	3,1	2,9	1,4	+	3,3	3,7	5,4	0,9
<i>E. silesiacum</i>	+	0,7	0,7	1,7	+	0,2	2,8	2,4	0,2	1,9
<i>E. subminutum</i>		+	+	+		+	+			
<i>E. ventricosum</i>	+	0,7	0,2	2,2	0,7	+	+	1,7	1,9	1,4
<i>Encyonopsis krammeri</i>		+	+							
<i>E. microcephala</i>			0,4							
<i>E. minuta</i>	+	+	+	0,7	+					
<i>E. subminuta</i>			+							
<i>Eunotia</i> sp.			+							
<i>Fallacia subhamulata</i>		+			0,2	+				
<i>F. sublucidula</i>					+					
<i>Fragilaria gracilis</i>		0,2		0,4	+	1	0,2	+		+
<i>F. pararumpens</i>									+	
<i>F. recaptellata</i>	+	+	+	+	+	0,2	+	+	+	+
<i>F. rumpens</i>		+	+	+			+		+	
<i>F. vaucheriae</i>	+	0,4	0,9	1,7	0,4	+	2,1	1,9	+	1,2

<i>Frustulia vulgaris</i>							+			
<i>Geissleria gereckeii</i>							+			
<i>Gomphonema acuminatum</i>									+	
<i>G. capitatum</i>							+			
<i>G. cymbellicium</i>	+		+				+			
<i>G. drutelingense</i>							+			
<sup>▲</sup> <i>G. elegantissimum</i>	1,7	1,2	2,6	1,2	6,9	0,5	+	1,9	1,4	1,4
<i>G. exilissimum</i>	+		0,4						+	
<i>G. hebridense</i>								+	+	
<i>G. aff. micropus</i>	+	+	+							
<sup>▲</sup> <i>G. micropus</i>	13,4	1,9	3,9	1,4	0,9	0,2	+	0,4	5,1	0,4
<sup>▲</sup> <i>G. olivaceum</i>	+	0,7	2,9	6,7	7,9	+		3,2	15,2	1,9
<i>G. parvulum</i>	+	0,2	+	0,7	0,2	+	0,4	+	+	0,4
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>			0,4	0,4	0,9			0,7		+
<i>G. subclavatum</i>		+								+
<i>G. tergestinum</i>	+	+	0,2	+	0,4			+	1,2	0,2
<i>G. truncatum</i>		+	0,2				+			
<i>Gyrosigma attenuatum</i>							+			
<i>G. sciotoense</i>							+			
<i>Handmannia glabriuscula</i>		+	0,2	+				+		
<i>Hannaea arcus</i>			+							
<i>Halamphora montana</i>			+							
<i>Humidophila contenta</i>					+					
<i>H. perpusilla</i>		+				+				
<i>Luticola acidoclinata</i>									+	+
<i>Mayamaea alcimonica</i>		+			+					
<i>M. permitis</i>	+	2,7	0,4	0,9	0,2	0,5	0,4	0,2	0,7	
<i>Melosira varians</i>	+	+	0,2			3,7	0,9			
<i>Meridion circulare</i>	0,7		0,2	0,2	+	0,7		0,7	+	2,4
<i>Navicula amphiceropsis</i>							+			
<i>N. antonii</i>		+		+		0,7	+	0,2	+	+
<i>N. capitatoradiata</i>					+					+
<i>N. cari</i>									+	
<i>N. cryptocephala</i>	+	+				+	+	+		0,4
<i>N. cryptotenella</i>	+	0,4	0,7	0,7	1,2	+	0,4	0,9	0,2	2,2
<i>N. cryptotenelloides</i>			+		+	+	0,9	+	+	+
<i>N. gregaria</i>	+	+	0,2	0,2	+	0,2	+	+	+	0,4
<i>N. lanceolata</i>	+	0,4	2,4	4,2	3,4	+	+	2,4	0,2	3,2
<i>N. lundii</i>	+	+		+	+					
<i>N. moskalii</i>						+			+	
<i>N. praeterita</i>						+				
<i>N. radiosa</i>									+	
<i>N. reichardtiana</i>		1,4	2,4	0,2	0,4	+	1,1	4,4	0,2	0,7

<i>N. reinhardtii</i>						+				
<i>N. tenelloides</i>		+								
▲ <i>N. tripunctata</i>	+			0,2	0,2	+	0,4	2,7	+	11,3
<i>N. trivialis</i>										+
<i>N. vandamii</i>		+								
<i>N. veneta</i>			+					+		
<i>Neidium dubium</i>										+
<i>Nitzschia acicularis</i>				+						
<i>N. amphibia</i>										+
<i>N. archibaldii</i>				0,2					+	
<i>N. bryophila</i>		+								
<i>N. denticula</i>	+		3,6	1,7	0,4					
<i>N. dissipata</i>	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	1,9	0,2	+	+	+
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>					+					+
▲ <i>N. fonticola</i>		8,1	1,2	1,9	1,2	+	2,3	2,4	0,4	5,9
<i>N. heufleriana</i>						+				
<i>N. linearis</i>	+	+	0,4	0,2		1,7	0,9	0,4		0,2
<i>N. palea</i>	+	+	+	0,2	0,7		+			
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>						+				
<i>N. paleacea</i>		+	+	+					+	
<i>N. pusilla</i>		+	0,2			+				
<i>N. recta</i>						+	+	+		
<i>N. sociabilis</i>		+		+	+	+				+
<i>N. soratensis</i>							+		0,2	
<i>N. sublinearis</i>					+					
<i>N. supralitorea</i>		+	+							
<i>N. vermicularioides</i>						+				
<i>Odontidium mesodon</i>		+	0,4		+	+	+	+	+	0,4
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>sublinearis</i>					+					
<i>Pinnularia</i> sp.		+								
<i>Placoneis paraelginensis</i>										+
<i>P. undulata</i>						+				
▲ <i>Planothidium dubium</i>	5,4	0,4			0,4	4,9	0,9	0,4	+	0,9
<i>P. lanceolatum</i>	0,4	0,2	0,2	+	+	+	+	0,7	0,2	0,7
▲ <i>P. frequentissimum</i>	13,3	0,7	0,4	+	0,9	0,5	1,4	0,7	0,4	0,9
<i>Psammothidium daonense</i>				+		+				
<i>P. grischunum</i>				+						
<i>P. lauenburgianum</i>		+			+		+	+	+	0,4
<i>P. subatomoides</i>		+			+		+			
<i>Pseudostaurosira parasitica</i>					0,2	+				
▲ <i>Reimeria sinuata</i>	3,9	2,2	1,9	12,9	9,7	+	3,7	8,2	3,9	1,9
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,9	0,4	0,2	+	+	+	+			+
<i>Rhopalodia gibba</i>										+

<i>Rossithidium pusillum</i>			+							
<i>Sellaphora seminulum</i>		1,2	0,2				+	+	+	+
<i>S. nigri</i>	0,2	+	0,4	0,9		0,5	+	0,2	0,2	+
<i>S. pupula</i>					+	+		+		
<i>Stauroneis reichardtii</i>			+							
<i>Stausosirella pinnata</i>		+			0,2		2,1	0,9	+	1,4
<i>Surirella angusta</i>			+			+	+			+
<i>S. minuta</i>		+	0,4	0,4	+	0,5		+	+	0,4
<i>Tabularia fasciculata</i>			0,2							
<i>Ulnaria acus</i>		+	+				+	+		+
<sup>▲</sup> <i>U. ulna</i>		+	+	+	+	7,2	7,3	2,7	+	0,4

U letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine), u reci Mlavi je utvrđeno prisustvo 140 taksona silikatnih algi (Tabela 31). Na prvom lokalitetu je ustanovljen najveći broj taksona, u julu 58 taksona, a u septembru 67. Peti lokalitet se odlikuje najmanjim brojem taksona, u julu je identifikovano 36 taksona, a u septembru 30.

U letnjem periodu, zabeleženo je 15 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 31). *Achnanthydium pyrenaicum* (34,7%), *Amphora pediculus* (30,5%), *Cocconeis lineata* (35,6%) i *Denticula tenuis* (40,1%) su predstavljali dominantne taksoni u letnjem periodu. *A. pyrenaicum* je bio dominantan takson na prvom lokalitetu u septembru, *A. pediculus* na četvrtom u julu i trećem u septembru mesecu, a *C. lineata* na petom lokalitetu i u julu i u septembru. Subdominantni taksoni u letnjem periodu su bili *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis pseudolineata* i *Gomphonema elegantissimum*.

Tabela 31. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Mlave u letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine). <sup>▲</sup>taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	jul 2011.					septembar 2011.				
	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
<i>Achnanthydium affine</i>						+		+		
<sup>▲</sup> <i>A. minutissimum</i>	14,7	20	10,5	17,2	8,4	13,6	11,2	7	4,2	2
<i>A. jackii</i>										2
<sup>▲</sup> <i>A. pyrenaicum</i>	21,1	0,4	+	0,4	1,4	34,7			0,5	
<i>Adlafia minuscula</i>						+				
<i>A. suchlandtii</i>	1,4					0,4		0,5		
<i>Amphipleura pellucida</i>						0,4				



<i>Amphora inariensis</i>	3,4			0,9	0,4	1,2	0,5	0,5	+	+
<i>A. meridionalis</i>	+	+		+		+				
<i>A. ovalis</i>		+							+	
<sup>▲</sup> <i>A. pediculus</i>	29,6	13,5	9	24,4	6,4	14,3	6,5	30,5	14,1	9,7
<i>Aulacoseira granulata</i>					+					
<i>Caloneis bacillum</i>						+				
<i>C. fontinalis</i>	+							+		
<i>C. lancettula</i>		+				+				
<sup>▲</sup> <i>Cocconeis neodiminuta</i>	0,2	0,2			0,4	0,7	+	0,2	0,9	9,7
<i>C. euglypta</i>							+			+
<sup>▲</sup> <i>C. lineata</i>	+	0,7	17	6,9	35,6	0,7	1,2	5,7	19,8	34,5
<i>C. pediculus</i>	+			+	0,2			+		
<i>C. placentula</i>										0,7
<sup>▲</sup> <i>C. pseudolineata</i>	4,2	+	0,5	0,2	2,9	6,9	0,5	0,2	1,4	14,2
<i>C. pseudothumensis</i>									+	
<i>Craticula ambigua</i>	+					+				
<i>C. subminuscula</i>		+		+						
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			2	0,2				0,2	0,2	
<i>C. ocellata</i>	+		+			+				
<i>Cymatopleura elliptica</i>					+				+	
<i>Cymbella compacta</i>					+	+		+		
<i>C. affinis</i>			0,2	0,7	0,2				0,2	
<i>C. excisiformis</i>			0,7				0,5			
<i>C. parva</i>				+		+	+	+		
<sup>▲</sup> <i>Denticula tenuis</i>	0,7	32,8	15,2	8,9	7,6	1,7	40,1	27,2	24,2	1,7
<sup>▲</sup> <i>Diatoma vulgare</i>		2,9	10	1,4	0,7		3	1	2,7	
<i>Diploneis krammeri</i>						+				
<i>D. marginestriata</i>	+					+				
<i>D. separanda</i>	+					+	+			
<i>Ellerbeckia arenaria</i>	+	+		+						
<i>Encyonema brevicapitatum</i>		0,9	0,2			+	0,7	+	0,2	
<i>E. lange-bertalotii</i>			0,5						+	
<sup>▲</sup> <i>E. minutum</i>	0,2	7,6	2	2,2	+	0,2	8,2	5,5	4,7	
<i>E. silesiacum</i>	0,7		2,5	2,2		+	2,2	1,5	2,4	
<i>E. subminutum</i>				+						
<i>E. ventricosum</i>	+	0,7		+		0,2	2	0,5	0,9	
<i>Fallacia insociabilis</i>			0,5			+				
<i>F. subhamulata</i>	+	+				+		+		
<i>F. sublucidula</i>			+		+				+	+
<i>Fragilaria capucina</i>		+								
<i>F. gracilis</i>		0,9								
<i>F. rumpens</i>								0,2		
<i>F. vaucheriae</i>		2,7	2,7	1,2	2,4		1	1,5	1,2	0,2

<i>Geissleria acceptata</i>					0,9	+				0,5
<i>G. gereckei</i>	+			+		+		+		
<i>G. paludosa</i>										+
<i>Gomphonema angustatum</i>								+	+	
<i>G. augur</i>									+	
<i>G. capitatum</i>		0,4	1,2	0,2			1	0,5	0,5	
<i>G. cymbellicium</i>			0,5							
<sup>▲</sup> <i>G. elegantissimum</i>	2,4	0,7	2,7	12,4	10,3	9,4	+	+	5,9	4,5
<i>G. exilissimum</i>		0,24		+			0,2	+	+	
<i>G. hebridense</i>							+	+	+	
<i>G. micropus</i>						+				
<i>G. olivaceum</i>			0,7		0,9					1
<i>G. parvulum</i>		+	0,7	+	0,2		0,7	1,7	0,2	
<i>G. saprophilum</i>									+	
<i>G. procerum</i>				+						
<i>G. productum</i>								0,2		
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>			2	+	4,4	+	+	+	+	+
<i>G. sarcophagus</i>						+				
<i>G. sphenovertex</i>							+	+		
<i>G. tergestinum</i>			0,2					+		+
<i>G. truncatum</i>			0,5				1,2			
<i>Gomphosphenia</i> sp.	+									
<i>Gyrosigma acuminatum</i>								+		+
<i>G. sciotoense</i>								+		
<i>Handmannia glabriuscula</i>		+								
<i>Hippodonta capitata</i>	+					+				
<i>Luticola acidoclinata</i>						+				
<i>L. mutica</i>						+				
<i>L. triundulata</i>				+						
<i>L. ventricosa</i>						+				
<i>Mayamaea permitis</i>	0,4				0,2					
<i>Meridion circulare</i>	+	+	1	+		1,4		+	+	
<i>Navicula antonii</i>	+	0,2				+		0,2	+	
<i>N. aquaedurae</i>								+		
<i>N. associata</i>	+									
<i>N. capitatoradiata</i>								+		
<i>N. cryptocephala</i>	0,4	+		+		+	0,2	0,2		
<i>N. cryptotenella</i>	+	+		0,4	0,7	+	0,2	+	0,7	
<i>N. cryptotenelloides</i>		+		+	0,2	+	+	0,2	0,5	
<i>N. gregaria</i>				0,2					+	
<i>N. lanceolata</i>			0,2	+	+	+	+	+	+	
<i>N. lundii</i>	+		0,2			+	+	+		
<i>N. moskali</i>						+				

<i>N. praeterita</i>	+									
<i>N. radiosa</i>	0,4									
<i>N. reichardtiana</i>	1,2	0,2	0,7		0,2		0,2	0,7		0,5
<i>N. reinhardtii</i>								+		
<i>N. tripunctata</i>			0,7	1,7	0,4			3,7	0,9	
<i>N. trivialis</i>						+				
<i>N. veneta</i>						+				
<i>Nitzschia amphibia</i>								+		
<i>N. bacillum</i>		+								
<i>N. bryophila</i>	+									
<i>N. constricta</i>								+		
<i>N. dissipata</i>	0,4	+	0,7	+		+		+	+	
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>	+					+				
▲ <i>N. fonticola</i>		2,4	1	2,7			5,7	2	0,5	0,5
<i>N. hantzschiana</i>	+									
<i>N. linearis</i>	+	+		+	0,4	+		0,5	+	
<i>N. oligotrphenta</i>						+				
<i>N. palea</i>	+	+								
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	+									
<i>N. paleacea</i>						+				
<i>N. recta</i>	+					+				
<i>N. sigma</i>	+									
<i>N. soratensis</i>			+	+	0,7					1
<i>N. supralitorea</i>				+						
<i>Odontidium mesodon</i>	0,2	0,9	1	0,2		+		+	0,2	+
<i>Pinnularia borealis</i>			+							
<i>P. grunowii</i>	+									
<i>Planothidium biporumum</i>								+		
▲ <i>P. dubium</i>	7,9	0,4		1,4		9,4	0,5	1	+	
▲ <i>P. lanceolatum</i>	0,4	0,7	1,5	0,9	3,7	+	+	+	+	6,7
<i>P. frequentissimum</i>	4,2	2,7	1,5	0,9	1,7	0,9	1,5	1,2	2,7	1
<i>Psammothidium lauenburgianum</i>	0,4	0,4		0,9						1,5
<i>P. subatomoides</i>	+	+		+	+			+	+	
▲ <i>Reimeria sinuata</i>	0,7	1,9	2,7	7,9	6,9	2,9	1	1,2	5,9	4,2
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	+	+	0,2	0,4	+	+	+	+	0,9	2,7
<i>Sellaphora bacillum</i>						+				
<i>S. nigrii</i>	2,4		0,7	0,4	+	+			+	0,5
<i>S. pupula</i>						+				
<i>S. saugerresii</i>		+					1			
<i>S. seminulum</i>			0,5	+			+	1	0,2	0,2
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	+									
<i>S. smithii</i>	+			+		+				
<i>Staurosira venter</i>						+	+			

▲ <i>Staurosirella pinnata</i>		3,7	1,2	0,7			6	2,7	1,7	
<i>Surirella minuta</i>	+					+				
<i>Ulnaria acus</i>							+			
<i>U. ulna</i>	0,2	0,4	3,2	+		+	2,2	+	0,5	

U jesenjem periodu (decembar 2011. godine), u reci Mlavi, je zabeleženo ukupno 89 taksona silikatnih algi (Tabela 32). Po broju taksona se izdvaja prvi lokalitet (72 taksona), dok se ostala četiri lokaliteta ne razlikuju mnogo po broju taksona. U jesenjem periodu, u reci Mlavi, je utvrđeno prisustvo 9 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 32). Od tih devet taksona, 5 je pronađeno na svih 5 lokaliteta. *Achnanthidium catenatum* (63%), *A. minutissimum* (36,3%), *A. pyrenaicum* (32,1%) i *Amphora pediculus* (28,9%) su bili dominantni taksoni.

Tabela 32. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Mlave u jesenjem (decembar 2011.) i zimskom periodu (februar 2012.). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	decembar 2011.					februar 2012.				
	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
<i>Achmanthes coarctata</i>						+				
<i>Achnanthidium affine</i>	0,5									
<i>A. catenatum</i>				62,9		+				
▲ <i>A. minutissimum</i>	28,4	8	36,3	15,5	4,8	16,3	19,1	12,9	2,9	24,2
<i>A. jackii</i>							+			
▲ <i>A. pyrenaicum</i>		1,9	8,8	2,9	3	4,2		0,9	+	1,2
<i>Adlafia minuscula</i>							+	0,7		
<i>A. minuscula</i> var. <i>muralis</i>								+		
<i>Amphipleura pellucida</i>										+
<i>Amphora copulata</i>						+			+	
<i>A. inariensis</i>	+	+		+		2,7	+	+	+	+
<i>A. meridionalis</i>						+				
<i>A. ovalis</i>	+									
▲ <i>A. pediculus</i>	21,9	22,7	3,2	4,1	32,1	7,1	5,7	0,9	1,7	7,6
<i>Aulacoseira granulata</i>				+						
<i>Caloneis fontinalis</i>	+					+				
<i>C. lancettula</i>		+				+	+			
<i>Caloneis</i> sp.										+
<i>Cocconeis neodiminuta</i>	0,2		0,2		0,5	+		+		

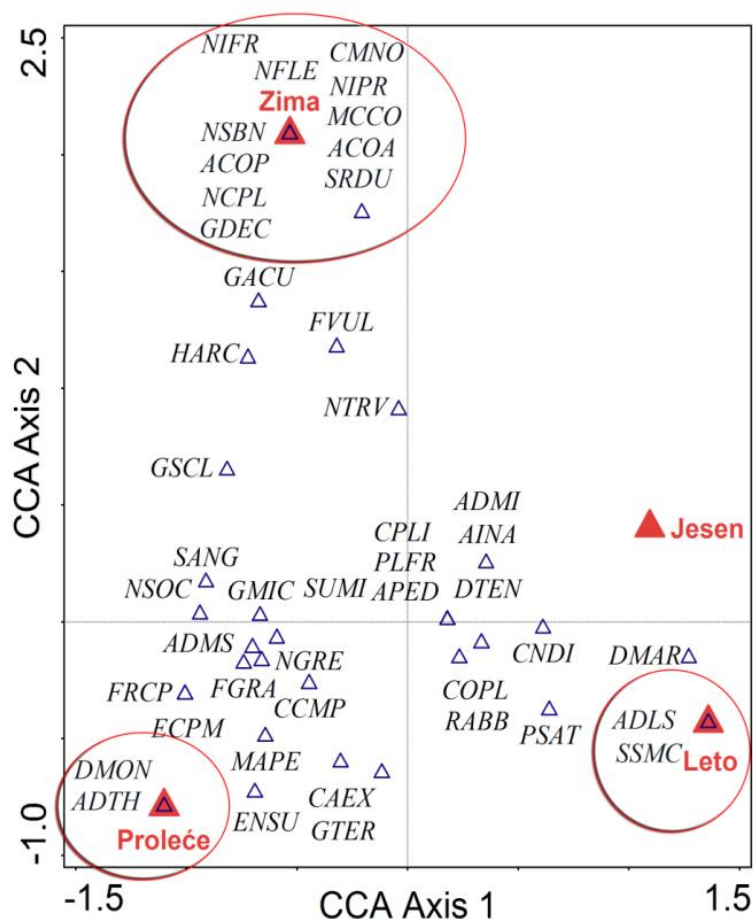
<i>C. pediculus</i>		1,2		+			+	+		
<i>C. euglypta</i>								+		
▲ <i>C. lineata</i>	0,5	1,4	3,4	1,9	14,2	1,4	0,4	0,9	1,9	14,7
<i>C. placentula</i>										0,9
<i>C. pseudolineata</i>	3,7	0,4	0,9	0,7	1,2	2,9			+	+
<i>Craticula accomoda</i>								+		
<i>C. minusculoides</i>										+
<i>C. subminuscula</i>							+	+		
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+								+	0,2
<i>C. ocellata</i>							+			
<i>Cymatopleura solea</i>				+						
<i>Cymbella compacta</i>						0,2				0,2
<i>C. excisiformis</i>				+						
<i>C. parva</i>	+	+		+			+		+	+
<i>C. subcistula</i>							+			
▲ <i>Denticula tenuis</i>	11,9	28,9	20,9	5,5	13,2	18,5	28,7	19,1	6,8	10,2
<i>Diatoma vulgare</i>		0,2		0,2		0,2	1,4	0,4	0,4	+
<i>Diploneis krammeri</i>						+				
<i>D. marginestriata</i>	+									
<i>D. separanda</i>							+			
<i>Encyonema brevicapitatum</i>							+	+		0,2
<i>E. lange-bertalotii</i>							+	+		
▲ <i>E. minutum</i>	0,5	2,4	2,9	+	0,7	0,4	8,1	5,8	1,4	1,2
<i>E. silesiacum</i>	+	0,2	2,2	0,9		0,9	1,4	2,9	0,2	0,2
<i>E. ventricosum</i>		1,2			0,2	+	0,9	+	+	+
<i>Encyonopsis minuta</i>						+				
<i>Fallacia pygmaea</i>	+									
<i>F. pygmaea</i> ssp. <i>subpygmaea</i>	+									
<i>F. subhamulata</i>						+	+	+		
<i>F. sublucidula</i>				+	+					
<i>Fragilaria capucina</i>							+	+		
<i>F. gracilis</i>								2,6		+
<i>F. recaptellata</i>						+				0,2
▲ <i>F. rumpens</i>	+					5,9	4,5	0,2		
<i>F. vaucheriae</i>		0,4				0,4	1,6	1,4	0,7	0
<i>Frustulia vulgaris</i>	+					+	+			+
<i>Geissleria acceptata</i>										+
<i>G. decussis</i>										+
<i>G. gereckei</i>	0,7				+	+				
<i>Gomphonema acuminatum</i>							+	+		+
<i>G. calcifugum</i>							+			
<i>G. capitatum</i>							+			+
<i>G. cymbellicium</i>	+						+			

<i>G. elegantissimum</i>	0,2				+		1,9	+		0,4	0,2
<i>G. exilissimum</i>	+										
<i>G. hebridense</i>									+		
<i>G. lagenula</i>										+	
<i>G. micropus</i>	+							+	1,2	+	2,7
<sup>▲</sup> <i>G. olivaceum</i>	+	0,4					0,4	+	+	40,5	2,2
<i>G. parvulum</i>	0,2	0,2	0,2	0,2			+	0,2	1,2		0,2
<i>G. productum</i>											+
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>								+	+	0,2	+
<i>G. subclavatum</i>									+		+
<i>G. tergestinum</i>						1,2					
<i>G. truncatum</i>								0,4	0,7		
<i>Gyrosigma sciotoense</i>						+					+
<i>Halamphora montana</i>	+										
<i>Handmannia glabrisuscula</i>							+				
<i>Hannaea arcus</i>							+	+			
<i>Humidophila contenta</i>									+		
<i>H. perpusilla</i>							+				
<i>Luticola acidoclinata</i>								+			
<i>L. mutica</i>	+										
<i>Mayamaea permitis</i>									+		
<sup>▲</sup> <i>Melosira varians</i>	+	+					14,3				
<i>Meridion circulare</i>	0,7	0,7					0,7		3,1	+	2,7
<i>M. constrictum</i>									+	+	+
<i>Navicula antonii</i>	1,2					1,2	0,2	1,2	+		0,4
<i>N. cariocincta</i>	+										
<i>N. capitatoradiata</i>									+		+
<i>N. cryptocephala</i>	0,7						+		0,4	+	0,2
<i>N. cryptotenella</i>	+	0,7	0,4		1	0,7	0,9	0,4			1,2
<i>N. cryptotenelloides</i>	+		0,4		+	+		+			
<i>N. gregaria</i>							+		1,4		+
<i>N. kotschyi</i>									+		
<i>N. lanceolata</i>	+			+		+	+	+			0,4
<i>N. moskalii</i>	+						+				+
<i>N. oppugnata</i>							+				
<i>N. praeterita</i>	+						+	+			
<i>N. radiosa</i>	+										+
<i>N. recens</i>	+										
<i>N. reichardtiana</i>	0,5		0,9		1,7	0,4	1,6	2,6	+		0,9
<i>N. rostellata</i>	+										
<i>N. subalpina</i>							+				
<i>N. tripunctata</i>	+		0,2	0,4	1,7	0,7		2,9	0,7		8
<i>N. trivialis</i>	+							+	+		+

<i>N. veneta</i>	+									+
<i>Nitzschia alpina</i>	+									
<i>N. amphibia</i>	+									
<i>N. archibaldii</i>	+							1,7		
<i>N. capitellata</i>										+
<i>N. constricta</i>	+									+
<i>N. denticula</i>	0,7									
^ <i>N. dissipata</i>	+		0,2			+	+	+	0,7	5,6
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>	0,2				0,7		+	+		0,7
<i>N. flexa</i>										+
^ <i>N. fonticola</i>	1,7	4,1	4,6	0,7		3,4	11	21,3	34,4	6,8
<i>N. frustulum</i>						+			3,4	
<i>N. hantzschiana</i>								0,4		
<i>N. heufleriana</i>										+
<i>N. hungarica</i>								+		
<i>N. lacuum</i>				+						
^ <i>N. linearis</i>	0,5			+	9,1	+	+	0,4	+	0,4
<i>N. palea</i>	+							+		0,4
<i>N. paleacea</i>						+	+			
<i>N. pseudofonticola</i>								+		
<i>N. pura</i>						0,2				
<i>N. pusilla</i>								+		
<i>N. recta</i>	+									+
<i>N. sociabilis</i>						+	+			
<i>N. soratensis</i>					0,2	+				
<i>N. tabellaria</i>				+						
<i>N. tubicola</i>									+	
<i>Odontidium mesodon</i>	+	0,9		0,4	0,2	0,2				+
<i>Pinnularia subrupestris</i>								+		
^ <i>Planothidium dubium</i>	10,2	0,4		+		6,6	+	0,4	+	0,9
<i>P. lanceolatum</i>	0,2			+		1,2	+	+		+
<i>P. frequentissimum</i>	2,4	0,7	0,9	0,9	0,5	0,4	1,9	0,4	+	0,4
<i>Psammothidium lauenburgianum</i>						0,9				
<i>P. subatomoides</i>	+	+								
<i>Pseudostaurosira parasitica</i>						+				
<i>Reimeria sinuata</i>	+		0,2	+	2,5	0,2	0,2	+	+	0,4
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	+	+				1,2			0,98	+
<i>Sellaphora nigri</i>	2,2		0,7		1	0,2	0,2			0,7
<i>S. pupula</i>	+							+	+	+
<i>S. saugerresii</i>				+						
<i>S. seminulum</i>	0,2	+	+			+	1,6	1,9	+	0,4
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>									+	
<i>Staurosirella leptostauron</i> var. <i>dubia</i>	+					+	+	+	+	

▲ <i>S. pinnata</i>	8,7	21,8	11,3	1,2	7,9	0,4	6	8	1,4	0,2
<i>Staurosira venter</i>	+					+				
<i>Surirella amphioxys</i>	+									
<i>S. angusta</i>							+			+
<i>S. minuta</i>								0,4	0,4	0,4
<i>Ulnaria acus</i>	+			+		0,9	+			
<i>U. ulna</i>	+			0,4		1,9	1,4	0,4	+	0,4

U zimskom periodu (februar 2012.), u reci Mlavi, je zabeleženo ukupno 131 taksona silikatnih algi (Tabela 32). Najveći broj taksona je pronađen na petom lokalitetu (72), a najmanji na četvrtom (42). U zimskom periodu, u reci Mlavi, je zabeleženo 13 taksona čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu. Dominantni taksoni su bili: *Achnanthydium minutissimum* (24,3%), *Denticula tenuis* (28,8%), *Gomphonema olivaceum* (40,5%) i *Nitzschia fonticola* (21,3%).



Grafik 10. CCA dijagram povezanosti taksona silikatnih algi zabeleženih u reci Mlavi i sezona uzorkovanja.



Grafik 10 pokazuje povezanost 45 taksona silikatnih algi reke Mlave koji pokazuju izraženu sezonsku dinamiku sa sezonama uzorkovanja. Pored velikog broja taksona koji su identifikovani u više od dve sezone, izdvajaju se i neki karakteristični za samo jednu sezonu. Veliki broj silikatnih algi je ustanovljen u zimskom periodu, a nešto manji u proleće i leto. Ne izdvaja se nijedan takson zabeležen isključivo u jesen. Predstavnici silikatnih algi zabeleženi u samo dve sezone su *Gomphonema subclavatum* i *Hannaea arcus* (proleće i zima), *Cymbella affinis* (leto i proleće), kao i *Diploneis marginestriata* (jesen i leto).

#### 4.2.3. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi reke Crnice

U prolećnom periodu (april 2011. i maj 2012. godine), u reci Crnici, je utvrđeno ukupno 139 taksona silikatnih algi (Tabela 33). Uočava se velika razlika u diverzitetu kada se posmatraju lokaliteti. Najveći broj taksona je zabeležen na šestom lokalitetu, (u aprilu 2011. godine 56 taksona, a u maju 2012. godine 73 taksona. Najmanji broj taksona identifikovan je na prvom lokalitetu u aprilu 2011. godine (27) i maju 2012. godine (30). Brojnost taksona na ostalim lokalitetima u prolećnom periodu se kreće između 60 i 90 taksona.

U reci Crnici, u prolećnom periodu, je identifikovano 15 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 33). Kao dominantni taksoni se izdvajaju *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis lineata*, *Gomphonema elengatissimum* i *G. micropus*. *A. minutissimum* je bio dominantan takson na tri lokaliteta (CR2, CR3 i CR6) sa najvećom brojnošću (57%) na drugom lokalitetu u aprilu 2011. godine. *C. lineata* je predstavljao dominantan takson na petom lokalitetu (26,5%) u aprilu 2011. godine. Na četvrtom lokalitetu u maju 2012. godine *G. elengatissimum* je dominantan takson (36,5%), a na prvom *G. micropus* (55,7%).

Tabela 33. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Crnice u prolećnom periodu (april 2011. i maj 2012. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	april 2011.						maj 2012.					
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
<i>Achnanthydium affine</i>		+	+	0,4						+	+	3,4

<i>A. catenatum</i>			+										
▲ <i>A. minutissimum</i>	23,8	56,9	53,5	20,4	12,1	11,2	5,1	4,6	3,4	7,1	18	31,7	
▲ <i>A. pyrenaicum</i>	3,3	19,6	28,8	4,9	2,2	6,8	0,7	0,2	0,2	1,7	2,4	7,1	
<i>Amphipleura pelucida</i>						0,4							
<i>Amphora meridionalis</i>		+	+										+
▲ <i>A. pediculus</i>	15,8	3,4	5,6	4,1	2,4	4,6	0,9	0,9	1,7	17,9	5,8	2,7	
<i>Aulacoseira granulata</i>						+							
<i>Caloneis lancetula</i>		+			0,2								+
<i>Cocconeis neodiminuta</i>				0,2									
<i>C. euglypta</i>		+							0,2				
▲ <i>C. lineata</i>	3,3	0,2	+	3,4	26,4	6,1	+	3,4	2,9	1,2	+	1,2	
<i>C. pediculus</i>		+	+	+									
<i>C. pseudolineata</i>	1,6	+	+	0,2	0,4	+	0,7	0,2	1,2	0,9		0,2	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>		+											
<i>Cymatopleura elliptica</i>		+											
<i>Cymbella compacta</i>	0,8	+		+	+	0,2			0,2		0,2	+	
<i>C. affinis</i>										0,4	+		
<i>C. parva</i>		+	0,2	0,2							+	0,2	
<i>C. perparva</i>		+	+		+	+					0,2		
<i>C. subtruncata</i>				+	+	0,2							
<i>C. tumida</i>				0,2									
<i>Denticula tenuis</i>	4,1	2,4	2,9	0,4	2,7	2,6	0,2	+		1,4	3,4	0,7	
<i>Diatoma ehrenbergii</i>						+							
<i>D. ehrenbergii</i> var. <i>capitulata</i>				0,4		+							
<i>D. moniliformis</i>		+	+	0,2		1,2							
<i>D. vulgaris</i>		+								+	1,4	0,4	
<i>Diploneis krammeri</i>							0,2						
<i>D. separanda</i>		+	+										+
<i>Encyonema brevicapitatum</i>		+	+										0,2
<i>E. lange-bertalotii</i>		+	+	0,2									
<i>E. minutum</i>	0,4	0,2	0,9	1,2	0,2	0,7				+	2,9	1,2	
<i>E. silesiacum</i>		+	+			0,2		0,4			1,2	2,9	
<i>E. ventricosum</i>		+	+	0,2		0,2		0,2	0,2	0,2	2,4	1,7	
<i>Encyonopsis microcephala</i>										+			
▲ <i>E. minuta</i>				0,9	6,4	3,4					+		
<i>Fallacia subhamulata</i>		+	+										+
<i>Fragilaria austriaca</i>		+											
<i>F. aff. austriaca</i>		+	+										+
▲ <i>F. vaucheriae</i>		+	0,2			0,2		+		0,4	6,8	2,4	
<i>F. aff. vaucherae 1</i>		+	+	+									+
<i>F. aff. vaucherae 2</i>		+								+			
<i>F. gracilis</i>		+	+	+		+	+				0,4	+	

<i>F. recapitellata</i>							+	+				+
<i>F. aff. recapitellata</i>												+
<i>F. rumpens</i>							0,4			+		2,2
<i>Frustulia vulgaris</i>	4,6	+	+		+	0,9					0,2	+
<i>Geissleria gereckeii</i>		0,2		+	+		+			+		
<i>Gomphonema acuminatum</i>			+			+		0,2	0,4			
<i>G. capitatum</i>						+						
<i>G. drutelingense</i>												+
<sup>▲</sup> <i>G. elengatissimum</i>	4,1	2,4	0,2	16	8,9	19,6	1,7	3,9	21,6	36,4	10,9	6,8
<i>G. exilissimum</i>		+							0,7			
<sup>▲</sup> <i>G. micropus</i>		0,2	+	3,2	3,2	4,1	55,6	31,3	22,1	3,9	3,6	4,6
<i>G. occultum</i>		+					+					
<sup>▲</sup> <i>G. olivaceum</i>	0,4	0,4	+	2,4	1,7	1,7	+	10,1	13,7	0,4	13,6	3,4
<i>G. parvulus</i>										+		
<i>G. parvulum</i>		+	+			+				+	0,7	+
<i>G. pumilum</i>		+	+	+	+	+	+					
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>				1,2		0,2				1,7		
<i>G. subclavatum</i>												+
<i>G. tergestinum</i>		+		0,2	0,4				0,2	1,2	+	0,2
<i>G. truncatum</i>		+	+	+								+
<i>Gyrosigma sciotoense</i>							+					
<i>Halamphora montana</i>	0,8	+					+					
<i>Handmannia glabriuscula</i>		+	+	0,2		+				+	0,4	1,7
<i>Hannaea arcus</i>		+								+		
<i>Hantzschia amphyoaxis</i>	+		+									
<i>Humidophila contenta</i>	1,2						+				+	
<i>Luticola goeppertiana</i>			+	0,2								
<i>L. mutica</i>					0,4							
<i>L. ventricosa</i>					0,2							
<i>Mayamaea permitis</i>		+	+									
<i>Melosira varians</i>		+	+								+	0,2
<sup>▲</sup> <i>Meridion circulare</i>	10,4	0,7	0,4	12,5	20,5	6,8	27,8	25,4	14,2	0,7	2,9	3,9
<i>M. constrictum</i>			+			+						+
<i>Navicula antonii</i>			+				+	0,4				+
<i>N. aff. antonii</i>		0,4						+				
<i>Navicula</i> aff. <i>pseudoppugnata</i>		+	+	+						+	+	+
<i>N. associata</i>						0,2						
<i>N. capitatoradiata</i>			+									+
<i>N. catalanogermanica</i>		+	+	+						+	0,9	0,7
<i>N. cryptocephalla</i>			+		0,2							+
<i>N. cryptotenella</i>	+	+	0,2	+	0,2	0,7	+	0,2	0,2	+	0,9	0,7
<i>N. gregaria</i>		+									0,2	+

<i>N. lanceolata</i>		+	+		+	+	+	+	0,2			+
<i>N. moskalii</i>		+										
<i>N. radiosa</i>	0,4				+							
<i>N. recens</i>		+										
<i>N. reichardtiana</i>		+						+		0,2		+
<i>N. tenelloides</i>		+										+
▲ <i>N. tripunctata</i>	1,2	+	+	3,2	2,7	2,9	+	+	2,4	+	2,6	5,1
<i>N. trivialis</i>		+	+			0,4					+	
<i>N. veneta</i>		+	+									
<i>Neidiomorpha binodiformis</i>		+										
<i>Nitzschia amphyoaxis</i>	0,4											
<i>N. archibaldii</i>		+	+									
<i>N. dissipata</i>		+	+			1,2				+	+	1,4
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>		+	+								+	+
<i>N. fonticola</i>		+	2,6							+	1,4	4,4
<i>N. hantzschiana</i>			+									
<i>N. linearis</i>	1,6	0,4		+		4,4		+	1,2		1,7	0,4
<i>N. recta</i>				+								
<i>N. palea</i>		0,4	+									0,2
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>												+
<i>N. paleacea</i>			+									+
<i>N. pusilla</i>		+	+									
<i>N. sociabilis</i>			+								0,2	+
<i>N. soratensis</i>								0,4				
<i>Odontidium mesodon</i>				+	0,2		+					
<i>Pinnularia borealis</i>			+									
<i>P. obscuriformis</i>												+
<i>P. schoenfelderi</i>												+
<i>P. subcommutata</i> var. <i>nonfasciata</i>						+						
<i>Planothidium dubium</i>		1,9	+	1,2		1,9	+	0,4	0,4	1,9	0,4	1,2
▲ <i>P. frequentissimum</i>	0,8	6,4	1,4	8,8	2,2	2,9	1,9	+	1,7	0,9	0,7	+
▲ <i>P. lanceolatum</i>		0,4	0,9	4,4	1,2	0,9	3,2	15,5	4,4	+	3,1	0,4
<i>Psammothidium lauenburgianum</i>										+		+
<i>Pseudofallacia monoculata</i>						0,4						
▲ <i>Reimeria sinuata</i>	5,8	0,4	+	4,4	1,2	2,6	0,9	0,9	0,4	15,2	3,6	2,9
<i>R. uniseriata</i>	3,3	+					+		0,4		+	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	2,9	+		+	0,4	0,4				+	0,4	+
<i>Sellaphora nigri</i>	0,4	1,2		1,9	0,2	1,2	+	+			0,2	
<i>S. seminulum</i>		+	+									+
<i>Stauroneis reichardtii</i>		+										
<i>S. smithii</i>	0,8			0,2		0,2						

<i>S. parathermicola</i>								+		3,2	0,2	
<i>Staurosirella leptostauron</i> var. <i>dubia</i>												+
<i>S. martyi</i>		+	+			+						
▲ <i>S. pinnata</i>		0,4	1,4	0,4	1,7	6,1				1,7	3,4	0,9
<i>Staurosira venter</i>										0,2		+
<i>S. aff. venter</i>			+					+		+		+
<i>Surirella angusta</i>			+									
<i>S. minuta</i>		+	+	+	0,2	0,4	+	0,2			0,2	0,9
<i>Tryblionella apiculata</i>		+										
<i>Ulnaria acus</i>												+
<i>U. contracta</i>		+										
<i>U. psedogailonii</i>						+						
<i>U. ulna</i>		+	+	0,7		+	+	+			0,7	+

U letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine), u reci Crnici, je utvrđeno prisustvo ukupno 109 taksona silikatnih algi (Tabela 34). Treći lokalitet je najbrojniji taksonima (70), dok se drugi odlikuje najmanjim brojem taksona (45). Posle trećeg lokaliteta broj taksona se postepeno smanjuje.

U letnjem periodu je utvrđeno prisustvo 13 taksona čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 34). Na trećem, četvrtom i šestom lokalitetu *Achnantheidium minutissimum* je bio dominantan takson (24,1%-45,6%). Na prvom lokalitetu je dominantan takson *Gomphonema elengatissimum* sa najvećom zastupljenošću od 47,2%. *Achnantheidium pyrenaicum* je bio dominantan takson na drugom lokalitetu (38,4%), a *Cocconeis lineata* na petom lokalitetu (25,1%).

Tabela 34. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Crnice u letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	jul 2011.						septembar 2011.					
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
<i>Achnanthes coarctata</i>	+	0,2										
<i>Achnantheidium affine</i>			0,4	1,2	1,9	0,4			0,7	1,7	0,9	0
▲ <i>A. minutissimum</i>	8,3	10,1	35,2	31	24	32,4	20,2	31,7	45,6	27,8	19,4	24,1
▲ <i>A. pyrenaicum</i>	1,9	3,9	36	5,4	9	26,4	2,8	38,4	11,8	2,9	3,6	12,3
<i>Adlafia minuscula</i>									+	+		
<i>Amphora inariensis</i>									+			
<i>A. meridionalis</i>		+	+		+	0,4						+

▲ <i>A. pediculus</i>	8,3	9,3	6,3	11,3	15,5	9,4	23,7	6,1	14,8	15,2	12,4	17
<i>Caloneis lancettula</i>						0,2	0,2	+	+			
<i>Cocconeis neodiminuta</i>								0,4				
▲ <i>C. lineata</i>	12,5	20,7	0,7	6,4	15,5	0,7	13,4	6,1	1,2	6,8	25	9,6
<i>C. pediculus</i>			+	+					+	0,2	+	
▲ <i>C. pseudolineata</i>	2,7	4,1		0,2	6	0,7	8	2,9	+	0,4	3,4	3,7
<i>Cymbella parva</i>			+	0,2	+			+	+	0,4	+	+
<i>C. perparva</i>				0,2	+	+		+		+		0,9
<i>Cymbopleura amphicephala</i>									+			
▲ <i>Denticula tenuis</i>		+	2,2	5,4	2,4	2,4		0,2	2,7	5,4	4,6	2,7
<i>Diatoma vulgaris</i>			+	0,2	+	+			+		+	
<i>Diploneis separanda</i>			+	+			0,2		0,2		0,4	
<i>Ellerbeckia arenaria</i> f. <i>teres</i>			+									
<i>Encyonema brevicapitatum</i>			+						+			+
<i>E. lange-bertalotii</i>			+									0,4
<i>E. minutum</i>			3,9	1,9	0,4	0,4			1,2	+	1,2	0,7
<i>E. silesiacum</i>			0,2	0,2		0,4		+	0,4	1,9	+	0,2
<i>E. ventricosum</i>			+	0,7	0,2	0,2		+	0,2	0,4	0,4	0,7
<i>Encyonopsis minuta</i>									+			
<i>Fallacia subhamulata</i>				+	+	1,2	+		+		+	0,2
<i>F. sublucidula</i>							+		0,2			
<i>Fragilaria austriaca</i>				0,7					1,2			
<i>F. aff. austriaca</i>				+		+			+	+		+
<i>F. aff. recapitellata</i>				+								
<i>F. gracilis</i>			0,2	+	+	+			+			+
<i>F. rumpens</i>			+	+		+						
<i>F. vaucheriae</i>			1,4	0,4	0,4	0,2			2,9	1,4	0,9	+
<i>F. aff. vaucherae</i> 1			+		+	+			+	+	+	1,2
<i>Frustulia vulgaris</i>	+						+					
<i>Geissleria gereckeii</i>	0,9	+			+		1,6	+	+	0,7		
<i>Gomphonema acuminatum</i>				+								
<i>G. capitatum</i>						+						
<i>G. drutelingense</i>	+											
▲ <i>G. elengatissimum</i>	47,1	26,9	2,2	8,1	3,1	2,7	5,4	2,9	+	2,2	1,9	2,9
<i>G. exilissimum</i>					+							
<i>G. micropus</i>	0,2	+		+	0,2	+	0,4	+	0,2			0,2
<i>G. occultum</i>	+											
<i>G. olivaceum</i>	0,2		+	+	+	0,2	+		+		+	
<i>G. parvuliforme</i>					+							
<i>G. parvulum</i>		+	0,7	0,9	0,2	0,2			0,7	0,4	1,2	0,2
<i>G. pumilum</i>						+						
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>		0,2		0,2								
<i>G. tergestinum</i>		0,2			0,4	+	0,2	0,4	0,7	0,9		0,7

<i>G. truncatum</i>			+	0,2	+				+	0,2	0,2	
<i>Gyrosigma sciotoense</i>					+						0,2	0,2
<i>Handmannia glabriuscula</i>			0,7	0,4	0,7	+			0,2	0,4	+	
<i>Humidophila contenta</i>				+							0,2	
<i>Luticola goeppertiana</i>				+	+				+		+	
<i>Mayamaea permissis</i>			0,2			+			0,2	0,2		
<i>Melosira varians</i>		+										
▲ <i>Meridion circulare</i>	4,6	14	0,4	7,8	0,2	0,4	+	+	0,2	0,7	+	0,9
<i>Navicula antonii</i>			+	+		0,2	+		+			
<i>N. aff. antonii</i>	+					+			+			
<i>Navicula aff. pseudoppugnata</i>	+		+	+	+	+	+		+		+	+
<i>N. capitatoradiata</i>									+			
<i>N. catalanogermanica</i>	+		+	+				+	+	0,2		
<i>N. cryptocephalla</i>					+	0,2						
<i>N. cryptotenella</i>	+	0,4	0,2	1,4	0,4	+	0,4	+	0,9	0,2	0,7	2,9
<i>N. moskalii</i>	+		+			0,2	0,2		+			
<i>N. radiosa</i>				0,2						0,2		
<i>N. recens</i>		+			+							
<i>N. reichardtiana</i>		0,4	+	0,2	+	0,4	0,2		0,2			
<i>N. tenelloides</i>		+										
<i>N. tripunctata</i>	0,2	0,9	0,4	3,6	0,4	0,9	0,2	+	0,4	2,4	4,6	3,9
<i>N. veneta</i>									+			
<i>N. viridula</i>								+				
<i>Neidiomorpha binodiformis</i>							0,2					
<i>Neidium dubium</i>		+										
<i>Nitzschia alpina</i>					0,2							
<i>N. archibaldii</i>				+								
<i>N. dealpina</i>											+	
<i>N. dissipata</i>	+	0,9	0,2	0,9	+	+	+		+		0,2	
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>			+		+	+	0,4					
<i>N. fonticola</i>			0,2	0,4	+	0,4			+	0,4	0,7	
<i>N. linearis</i>		+			+		0,9	+			0,4	
<i>N. recta</i>					0,4		+					
<i>N. palea</i>	+			0,2					0,4			
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>			0,4									
<i>N. paleacea</i>			+						+			
<i>N. sociabilis</i>					+							
▲ <i>Planothidium dubium</i>	4,4	2,2	0,9	2,2	0,7	5,4	1,8	1,7	2,4	3,9	1,2	0,4
▲ <i>P. frequentissimum</i>	1,2	0,2	0,9	0,9	5,1	3,7	4,7	1,9	2,2	1,4	0,9	0,7
<i>P. lanceolatum</i>	1,4	0,9	+	+	0,7	1,7	1,1	0,7	0,4	0,9		+
<i>Psammothidium lauenburgianum</i>	+						0,4	+				
<i>Pseudofallacia monoculata</i>										0,2		
▲ <i>Reimeria sinuata</i>	4,1	3,2	1,2	2,7	1,2	2,2	8,2	2,2	0,7	6,6	3,6	5,4

<sup>▲</sup> <i>R. uniseriata</i>					3,6	+	+	+		+	6,5	0,9
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	+	+		+	2,1	+	2,5	2,4	+	0,4	0,9	2,2
<i>Sellaphora nigri</i>	+		0,2	+		0,2	1,1	+	0,2			0,2
<i>S. seminulum</i>			+							0,2		+
<i>Simosenia delognei</i>							0,4					
<i>Stauroneis smithii</i>							+		+			
<i>S. parathermicola</i>	0,9				0,4			0,9				0,2
<i>Staurosira venter</i>					0,2					0,9		
<i>S. aff. venter</i>					+	+			+	+		
<i>Staurosirella leptostauron</i> var. <i>dubia</i>						+						
<i>S. martyi</i>				+								
<sup>▲</sup> <i>S. pinnata</i>			3,4	2,7	2,9	3,9			5,4	9,6	3,1	2,2
<i>Surirella angusta</i>	+							0,2				
<i>S. minuta</i>					+		+	+				
<i>Ulnaria acus</i>			+	+	+			+		+		
<i>U. ulna</i>		0,2	+	+	+			+	+	0,2	+	

U jesenjem periodu, u reci Crnici, je utvrđeno ukupno 94 taksona silikatnih algi (Tabela 35). Treći lokalitet se izdvojio kao lokalitet sa najvećim brojem taksona (67), a prvi kao lokalitet sa najmanjim brojem taksona (15). U jesenjem periodu je utvrđeno 14 taksona silikatnih algi prisutnih sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 35). *Staurosira mutabilis* je bio dominantan takson na prvom lokalitetu (32,2%), *Encyonema ventricosum* na drugom (40,94%), *Nitzschia fonticola* na trećem (32,67%), *Achnanthydium minutissimum* na četvrtom i petom (25,49% i 19,05%) i *Gomphonema olivaceum* na šestom lokalitetu (46,66%).

Tabela 35. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Crnice u jesenjem (decembar 2011.) i zimskom periodu (februar 2012.). <sup>▲</sup>taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	decembar 2011.						februar 2012.					
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
<i>Achnanthydium affine</i>		+	2,2		1,2	+			0,9	0,9	+	+
<sup>▲</sup> <i>A. catenatum</i>		9,9	+	10,1		+						
<sup>▲</sup> <i>A. minutissimum</i>	4,6	19,8	25,9	25,4	19	9,3	29,8	24,3	19,7	21,6	20,8	8,1
<sup>▲</sup> <i>A. pyrenaicum</i>	0,9	3,2	6,4	0,4	2,2	7,1	2,2	16,4	4,6	1,7	+	48
<i>Adlafia minuscula</i>											+	
<i>Amphora inariensis</i>							0,4	+				
<i>A. meridionalis</i>		+	+	0,4					+	+	+	+



<i>A. ovalis</i>						+						
▲ <i>A. pediculus</i>	21,4	0,2	3,2	10,8	17,3	3,9	3,9	3,4	4,9	3,2	5,3	13,3
<i>Aulacoseira granulata</i>		+										
<i>Caloneis fontinalis</i>			+									
<i>C. lancettula</i>						0,2					+	+
<i>Cocconeis euglypta</i>					2,4							
▲ <i>C. lineata</i>	8,4	5,9	+	0,7	4,7	+	35,3	3,9	+	+	1,2	0,9
<i>Cocconeis neodiminuta</i>								+				
<i>C. pediculus</i>			+	0,4						+	+	+
<i>C. placentula</i>						+						+
<i>C. pseudolineata</i>	1,4	0,2		0,4	+	+	1,4	0,7	+	+	+	0,2
<i>Cyclotella meneghiniana</i>						+						
<i>Cymatopleura solea</i>											+	
<i>C. solea</i> var. <i>apiculata</i>											+	
<i>Cymbella compacta</i>												+
<i>C. affinis</i>									+		0,2	
<i>C. parva</i>		+	+	+		0,2		0,4	0,4	+	+	1,2
<i>C. perparva</i>			+	+		+				+		+
▲ <i>Denticula tenuis</i>	18,6	0,7	13,8	17,3	7,1	2,9		0,7	31,6	3,4	11	5,6
<i>Diatoma vulgare</i>			+						+	0,2	2,2	+
<i>D. vulgare</i> var. <i>ovalis</i>											+	
<i>Diploneis petersenii</i>							+					
<i>D. separanda</i>			+			+			+	+	+	+
<i>Encyonema brevicapitatum</i>			+					+				0,2
▲ <i>E. lange-bertalotii</i>								21,3				
<i>E. minutum</i>	0,4	0,2	1,9	0,9	0,4	+			1,2	1,2	0,9	+
▲ <i>E. silesiacum</i>	0,4	6,2	1,4	0,4	0,2	0,7		3,9	0,4	1,4	0,7	0,2
▲ <i>E. ventricosum</i>	0,4	40,9	0,4	0,2	0,7	0,4		11,5	+	0,9	0,2	+
<i>Encyonopsis microcephala</i>			+			0,2				+	+	0,7
<i>Fallacia subhamulata</i>			+		0,9	0,2	+	+		+	0,9	+
<i>F. sublucidula</i>	1,4				0,2						+	
<i>Fragilaria austriaca</i>			+									
<i>F. aff. austriaca</i>						+				+	+	+
<i>F. aff. recapitellata</i>											+	
<i>F. gracilis</i>			+			+			+	+		
<i>F. rumpens</i>	0,4		+					+	+	+	+	0,4
<i>F. vaucheriae</i>			+			+			0,4	+	0,7	+
<i>F. aff. vaucheriae 1</i>			+	+					+			
<i>F. aff. vaucheriae 2</i>										+		
<i>Frustulia vulgare</i>		+				+		+	+	0,2	+	+
<i>Geissleria gereckeii</i>	0,4											
<i>Gomphonema acuminatum</i>									+	+		
<i>G. capitatum</i>			+						+		+	

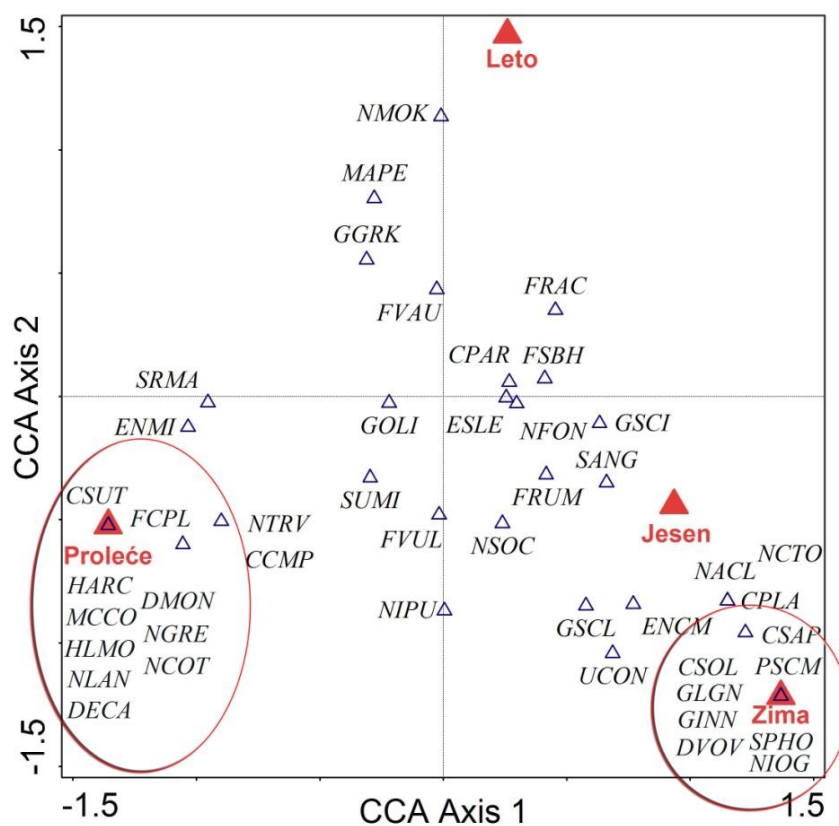
▲ <i>G. elengatissimum</i>	0,9	6,2	1,7	3,2	6,9		2,7	1,9	4,1	+	0,9	2,7
<i>G. exilissimum</i>			+					+				+
<i>G. innocens</i>									+	+		
<i>G. lagenula</i>									+			+
<i>G. micropus</i>		+	+	+	+	+	1,7	+	+	+	0,4	+
<i>G. occultum</i>			+									
▲ <i>G. olivaceum</i>				0,7	1,9	46,6			+	11,1	9,5	6,1
<i>G. parvulum</i>			1,9	0,4		+		+	+	0,2	0,2	+
<i>G. pumilum</i>		+	+		+	+						+
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>						+				+	0,4	
<i>G. rhombicum</i>			+									
<i>G. subclavatum</i>			+				0,9	+				
<i>G. tergestinum</i>					0,2		+				0,4	
<i>G. truncatum</i>			+	+				0,4	+	+	+	+
<i>Gyrosigma sciotoense</i>				0,9	0,2	0,4			+		+	+
<i>Handmannia glabriuscula</i>			+			+			0,2	0,2	0,7	0,4
<i>Luticola goeppertiana</i>											+	
<i>Melosira varians</i>			+						+	0,7		
▲ <i>Meridion circulare</i>		0,4	+	+	0,2	0,2	5,9	1,4	+	+	0,2	+
<i>N. antonii</i>			0,2	0,2								
<i>N. aff. antonii</i>					+					+		
<i>Navicula</i> aff. <i>pseudoppugnata</i>					+				0,2	+	+	+
<i>N. capitatoradiata</i>						+				+		
<i>N. catalanogermanica</i>			+	0,9	0,4					0,2	+	
<i>N. cryptocephalla</i>			+		0,4					+		
<i>N. cryptotenella</i>			+	0,2	1,4	2,7	1,2	0,4	1,7	1,2	3,6	1,9
<i>N. cryptotenelloides</i>						+					+	0,4
<i>N. radiosa</i>										+		
<i>N. reichardiana</i>			+	+		+			+		+	+
▲ <i>N. tripunctata</i>		+	+	0,4	13,8	7,1		0,4	2,7	1,2	12	1,9
<i>N. trivialis</i>			+									
<i>N. veneta</i>										+		
<i>Nitzschia acicularis</i>						+			+			
<i>N. alpina</i>								+				
<i>N. archibaldii</i>										+	+	
<i>N. dissipata</i>			0,4		+	1,2		+	+	+	1,4	0,2
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>										+		+
▲ <i>N. fonticola</i>		+	32,6	+	2,2	12,8		3,1	20,4	47,2	12,9	2,2
<i>N. oligotraphenta</i>											0,4	
<i>N. hantzschiana</i>			+					0,2				
<i>N. intermedia</i>					+							
<i>N. linearis</i>			+		3,4	0,7	+	0,4	+	1,2	4,6	+
<i>N. microcephala</i>			+									

<i>N. recta</i>							0,9					
<i>N. palea</i>			0,2		+	0,4					0,4	+
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>						+						
<i>N. paleacea</i>			+						+		+	
<i>N. pusilla</i>											0,2	+
<i>N. sociabilis</i>					0,7	0,2			+		+	+
<i>Odontidium mesodon</i>				0,4								
<i>Pinnularia subcommutata</i>											+	
<i>Planothidium dubium</i>			+	0,4	2,2	+	2,2	0,4	0,9	+	1,2	+
<i>P. frequentissimum</i>			0,9	2,7	+	+	0,7	+	1,4	+	0,2	+
▲ <i>P. lanceolatum</i>		+	+	0,4			7,4	0,2	+		+	
▲ <i>Reimeria sinuata</i>	7,4	2,2	+	5,6	4,9	0,4	0,7	+	1,7		0,4	1,4
<i>R. uniseriata</i>			+				0,9	+				+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		3,4		+		+		2,7		+	0,7	2,2
<i>Sellaphora nigri</i>			0,4		+	+	0,9	0,4				0,4
<i>S. seminulum</i>			+							+		
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>										+		
<i>S. parathermicola</i>												+
<i>Staurosira venter</i>			+							+		
<i>Staurosira</i> aff. <i>venter</i>			+							+		+
<i>Staurosirella leptostauron</i> var. <i>dubia</i>			+									0,2
▲ <i>S. pinnata</i>	32,2		4,9	14,3	3,4	0,9		0,2	1,4	0,4	2,6	+
<i>Surirella angusta</i>									+	+	+	+
<i>S. linearis</i>			+									
<i>S. minuta</i>						+		+		+	0,2	+
<i>Ulnaria acus</i>		+	+								+	+
<i>U. contracta</i>										+	+	+
<i>U. pseudogaillonii</i>						+			+			
<i>U. ulna</i>		+	0,4	+	+	+		+	+	0,4	0,4	+

U zimskom periodu (februar 2012.), u reci Crnici, je utvrđeno ukupno 105 taksona silikatnih algi (Tabela 35). Najveći broj taksona je zabeležen na petom lokalitetu (68 taksona), dok je najmanji broj taksona zabeležen na prvom lokalitetu (22). U zimskom periodu je utvrđeno 12 taksona silikatnih algi čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 35). Dominantni taksoni u zimskom periodu: *Achnantheidium minutissimum* (24,32%), *A. pyrenaicum* (48,02%), *Cocconeis lineata* (35,30%), *Denticula tenuis* (31,60%) i *Nitzschia fonticola* (47,26%).

Povezanost sezona u kojima je vršeno uzorkovanje i taksona zabeleženih u reci Crnici prikazana je na CCA Grafiku 11. 45 taksona pokazuje izraženu sezonsku dinamiku, pri čemu se veliki broj njih nalazi u središnjem delu ordinacionog dijagrama.

Ova grupa taksona zabeležena je u više od dve sezone, neretko u sve četiri. Na dijagramu se uočavaju i taksoni koji su zabeleženi u dve sezone, npr. *Encyonema minutum* i *Staurosirella martyi* su identifikovani u proleće i leto, *Gyrosigma sciotoense* u leto i jesen, *Cocconeis placentula* i *Navicula cryptotenelloides* u jesen i zimu, *Nitzschia pusilla* u zimu i proleće. Zapaža se, da od ovih 45 taksona nijedan takson nije isključivo zabeležen u leto i jesen, ali zato je veliki broj karakterističan samo za proleće i zimu.



Grafik 11. CCA dijagram povezanosti taksona silikatnih algi zabeleženih u reci Crnici i sezona uzorkovanja.

#### 4.2.4. Sezonska dinamika epilitske zajednice silikatnih algi Radovanske reke

U prolećnom periodu (maj 2011. i 2012. godine) u Radovanskoj reci je identifikovano ukupno 143 taksona silikatnih algi (Tabela 36). Na trećem lokalitetu je

zabeležen najveći broj taksona, i to 77 u maju 2011., a 48 u maju 2012. Na prvom lokalitetu je zabeležen najmanji broj taksona u prolećnom periodu (50).

U Radovanskoj reci, u prolećnom periodu, je identifikovano 15 taksona silikatnih algi sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 36). Od toga, 5 taksona je pronađeno na svih 5 lokaliteta. Dominantni taksoni u ovom periodu su: *Achnanthydium minutissimum* (36,5%), *Meridion circulare* (33,3%) i *Nitzschia denticula* (73%).

Tabela 36. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi Radovanske reke u prolećnom periodu (maj 2011. i 2012. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	maj 2011.					maj 2012.				
	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5
<i>Achnanthydium affine</i>				+						
▲ <i>A. minutissimum</i>	5,9	6,4	9,7	13	12,9	8,1	31	32,5	36,4	18,9
▲ <i>A. pyrenaicum</i>	0,5	5,9	4,1	+	7,4	3,6	13,7	12	15,5	2,2
<i>Adlafia minuscula</i>							+	+	+	
<i>A. suchlandtii</i>			0,2							
<i>Amphora copulata</i>		0,4								
<i>A. meridionalis</i>			0,4	+			0,4			
<i>A. inariensis</i>				1,9					+	0,4
▲ <i>A. pediculus</i>	0,9	5,4	3,1	18,5	9,8	1,4	4,9	6,1	14	22,6
<i>Caloneis lancettula</i>			+	+			+			0,2
<i>C. bacillum</i>				+						
<i>Cocconeis neodiminuta</i>	0,2		+							
<i>C. euglypta</i>		0,7	+	3,7	3,8		+	0,4	+	0,4
▲ <i>C. lineata</i>	13	1,4	10,4	7,6	2,4		0,9	0,4	1,9	0,2
<i>C. pediculus</i>	0,9	0,2	2,6	0,4	+		+		+	
<i>C. placentula</i> var. <i>klinoraphis</i>							+			
<i>C. pseudolineata</i>	0,2		0,9	1,2	0,2	+	1,2	0,4	0,9	1,2
<i>Cyclotella atomus</i>							+	+	0,4	+
<i>C. meneghiniana</i>			+	+						
<i>Cymatopleura solea</i>			+							
<i>C. solea</i> var. <i>apiculata</i>				+						
<i>Cymbella affinisformis</i>	+							+		
<i>C. compacta</i>	+	0,4	+	0,2	+		+		+	
<i>C. affinis</i>	0,9	0,2								
<i>C. excisiformis</i> var. <i>nonprotracta</i>			+							
<i>C. neocistula</i>			+							

<i>C. parva</i>		0,4	0,2	+	+		+	0,2		
<i>C. perparva</i>							+			
<i>C. subtruncata</i>					+					
▲ <i>Denticula tenuis</i>	0,2	13,5	17	9,6	4,8		21,6	7,9	13,7	12,3
<i>Diatoma ehrenbergii</i> f. <i>capitulata</i>			+		+					
<i>D. moniliformis</i>					0,2					
<i>D. vulgaris</i>		0,2	+	0,2					0,2	+
<i>Diploneis fontanella</i>			0,2		0,2					
<i>D. oculata</i>			+	+	0,2					
<i>D. separanda</i>			+	+	+					
<i>Encyonema auerswaldii</i>		0,2	+	+	+				+	+
<i>E. brevicapitatum</i>								0,2		0,2
▲ <i>E. minutum</i>	+	0,4	1,4	0,4	0,2		5,1	3,2	1,9	1,9
<i>E. leibleinii</i>							+			
<i>E. silesiacum</i>		0,4	0,2	0,2	0,9		0,2	+	0,2	0,2
<i>E. subminutum</i>							+			
<i>E. ventricosum</i>			0,4	0,7	+		+	0,9	1,7	1,2
<i>Encyonopsis microcephala</i>		0,4	0,7		+					
▲ <i>E. minuta</i>	6,2	0,2	0,2	+	+					
<i>Fallacia subhamulata</i>							+			+
<i>F. sublucidula</i>							+	0,2		4,4
<i>Fragilaria pararumpens</i>				+				0,2		
<i>F. recapitellata</i>				+	+	1,2	0,4	+	+	0,2
<i>F. cf. recapitellata</i>			+				+			
<i>F. rumpens</i>							0,2		+	
<i>F. vaucheriae</i>	+	0,7	0,4	+	0,2		0,7	0,9	+	0,7
<i>Frustulia vulgaris</i>			+	+	+	0,2				
<i>Geissleria acceptata</i>							+			
<i>G. gereckei</i>			+	+	+				0,2	
<i>G. paludosa</i>		+								
<i>Gomphonema acuminatum</i>			0,2				+			
<i>G. drutelingense</i>		0,2		+						
▲ <i>G. elengatissimum</i>	1,4	1,2	0,4	7,9	10,3	0,4	0,9	2,2	1,7	2,2
<i>G. exilissimum</i>								+	+	
<i>G. micropus</i>	+		0,4	1,2	1,2	4,9	0,2	0,2	+	0,2
<i>G. olivaceum</i>	+			+	1,4					1,2
<i>G. parvulum</i>	+	0,2			0,2		1,2	0,2	+	+
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>				+	0,9					
<i>G. saprophilum</i>				+						
<i>G. subclavatum</i>					+					
<i>G. tergestinum</i>		0,2			+					
<i>G. truncatum</i>					+		+			+
<i>Gyrosigma acuminatum</i>				+	+					

<i>G. attenuatum</i>											+
<i>G. kuetzingii</i>				+							
<i>G. sciotoense</i>			+	+	+					+	0,9
<i>Halamphora montana</i>	+		0,2	+	+						
<i>Hantzschia amphioxys</i>			+	+			0,2				
<i>Handmania glabriuscula</i>		0,4	+	+	+		1,4	0,7	+	0,2	
<i>Hanea arcus</i>					+						
<i>Hippodonta capitata</i>							+				
<i>Humidophila contenta</i>		0,2	0,2				+				
<i>Luticola acidoclinata</i>			+	0,2							
<i>Mayamaea permitis</i>										0,2	
<i>Melosira varians</i>		3,7			+		0,4		+		
▲ <i>Meridion circulare</i>	1,7	33,3	12,6	9,6	28,8	60,9	1,2	5,6	4,6	2,7	
<i>Navicula antonii</i>							+		0,2	0,2	
<i>N. associata</i>				+							
<i>N. catalanogermanica</i>	0,2		+	+	0,2	+	+	+			
<i>N. cryptocephala</i>			0,4	0,9				+	+		
<i>N. cryptotenella</i>	+	0,2	0,9	0,2	0,2		+	1,7	+	3,2	
<i>N. cryptotenelloides</i>								+			
<i>N. exilis</i>			+				+				
<i>N. gregaria</i>			+	+	0,2	+	+	0,2	+		
<i>N. jakovljevicii</i>											+
<i>N. moskalii</i>				+						+	
<i>N. oligotrachenta</i>			+								
<i>N. lanceolata</i>	0,2		+	0,4	+	2,9	+	0,4	+		
<i>N. radiosa</i>			0,9	+	+		+		+		
<i>N. recens</i>					+						
<i>N. reichardtiana</i>			+	+	+			0,2			
<i>N. reinhardtii</i>			+	0,4	+		+	+			
<i>N. splendidula</i>						0,2					
<i>N. tenelloides</i>			+								
▲ <i>N. tripunctata</i>	0,7	1,2	1,9	+	1,6		0,7	2,9	+	9,6	
<i>N. trivialis</i>		+	+	+			0,2	+			
<i>N. veneta</i>	+				+						
<i>Nitzschia amphibia</i>	+										
<i>N. archibaldii</i>						0,2	+		+		
▲ <i>N. denticula</i>	72,9										
<i>N. dissipata</i>		0,2	+	+		+	0,2	3,2	0,7	3,4	
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>						0,4	+				
<i>N. fonticola</i>	0,7	0,2	+	+	0,2		2,4	2,7	0,9	1,7	
<i>N. hantzschiana</i>		0,2		0,2			+				
<i>N. linearis</i>	+	0,4	+	0,2	+	0,9	+	0,4	+		
<i>N. palea</i>			0,2		0,2	+	0,9				

<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>							0,2			
<i>N. sociabilis</i>										0,4
<i>N. tabellaria</i>		0,2								
<i>Odontidium mesodon</i>	+	0,4	1,2	0,9	1,2	0,7	+	+	+	0,2
<i>Pinnularia isselana</i>			+							
<i>P. marchica</i>	+		+	+						
<i>P. microstauron</i>			+							
<i>Placoneis paraelginensis</i>			+							
<i>P. undulata</i>				+						
▲ <i>Planothidium dubium</i>	+	0,9	1,2	3,2	0,9		0,9	5,4	0,9	0,4
▲ <i>P. lanceolatum</i>	0,7	0,4	5,3	9,6	3,1	4,6	0,4	3,2	1,7	0,9
<i>P. frequentissimum</i>	+	3,7	0,4	1,4	1,9	0,7	0,4	0,7	+	0,9
<i>Psammothidium bioretii</i>							+			
▲ <i>P. grischunum</i>						6,3	+			
<i>P. laenburgianaum</i>				+						
<i>Reimeria sinuata</i>	+	0,7	3,4	0,7	1,6	0,4	2,9	0,7	+	0,7
<i>Rhoicoshenia abbreviata</i>	+		+	+	+		+	0,9		
<i>Sellaphora nigri</i>		2,7	0,7	+	0,2	0,2	0,9			
<i>Sellaphora seminulum</i>		0,2								
<i>Simosenia delognei</i>										+
<i>Stauroneis kriegeri</i>				+						
<i>S. gracilior</i>			+						+	
<i>S. parathermicola</i>		+					+	+	+	
<i>Stausosira binodis</i>			0,2							
<i>S. venter</i>			0,2							
▲ <i>Stausosirella pinnata</i>	0,2	9,1	13,9	3,7	0,2		2,2	1,2	0,9	1,4
<i>Surirella angusta</i>							+		+	
<i>S. minuta</i>			+	+		0,2	+	+	+	+
<i>Tabularia fasciculata</i>	1,2									
<i>Ulnaria ulna</i>		0,2	0,9	0,2	0,9	0,4	+	+		0,7

U letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine), zabeleženo je ukupno 145 taksona silikatnih algi (Tabela 37). Najveći broj taksona ustanovljen je na četvrtom lokalitetu, a najmanji broj na prvom lokalitetu (43).

U letnjem periodu, u Radovanskoj reci, je utvrđeno prisustvo 12 taksona čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 37). Na prvom lokalitetu *Cocconeis lineata* je bio dominantan takson sa najvećom brojnošću od 73,5% u septembru 2011. godine. Na drugom i trećem lokalitetu dominira *Denticula tenuis* (34,5%-39,9%), a na četvrtom i petom *Amphora pediculus* (9,22% - 70,8%).



Tabela 37. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi Radovanske reke u letnjem periodu (jul i septembar 2011. godine). ▲taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	jul 2011.					septembar 2011.				
	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5
<i>Achnanthydium affine</i>		+						+		
▲ <i>A. minutissimum</i>	4,3	22,7	12,5	10,1	5,1		0,4	9,8	9,3	1,4
▲ <i>A. pyrenaicum</i>	+	12	5,6	2,9	3,2	0,7	2,7	4,9	5,4	2,2
<i>Amphipleura pellucida</i>									+	+
<i>Amphora copulata</i>			+							
<i>A. meridionalis</i>		+	+	+					0,7	+
<i>A. inariensis</i>		+	0,4			1,4			+	
<i>A. ovalis</i>										+
▲ <i>A. pediculus</i>	5	1,2	2,9	9,2	40,4	3,4	2,2	0,7	38,2	70,8
<i>Caloneis lancettula</i>		+			+				+	
<i>C. silicula</i>		+								
<i>Cocconeis neodiminuta</i>				+	+					
<i>C. pediculus</i>		+	0,4	+	+		0,2	+	+	+
▲ <i>C. euglypta</i>				6,7	5,4				+	+
▲ <i>C. lineata</i>	62,4	2,6	11,3	7,7	4,9	73,5	1,9	15,8	9,8	6,6
▲ <i>C. pseudolineata</i>	2,8	0,9	2,7	5,3	0,4	10,3	0,2	0,4	7,1	3,9
<i>Cyclotella atomus</i>							0,2	3,2	+	+
<i>C. meneghiniana</i>		+	0,2	+	+		+		4,6	0,4
<i>Cymatopleura solea</i>				+					+	
<i>C. solea</i> var. <i>apiculata</i>									+	
<i>Cymbella affinisformis</i>			+					+		
<i>C. compacta</i>			+							+
<i>C. affinis</i>		+	+					0,2		
<i>C. excisiformis</i>		+								
<i>C. neocistula</i>			0,2	+					+	
<i>C. parva</i>		+	0,2	+			0,4			
<i>C. perparva</i>			+	+			0,2		+	
<i>C. subcistula</i>				+						
▲ <i>Denticula tenuis</i>	0,9	35,2	34,4	18,6	6,4		39,9	35,8	9,1	0,9
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	0,2									
<i>D. ehrenbergii</i> f. <i>capitulata</i>				+						+
<i>Diploneis fontanella</i>										0,2
<i>D. krammeri</i>										+
<i>D. marginestriata</i>										+
<i>D. oculata</i>					0,2					4,9
<i>D. separanda</i>				0,2					0,2	
<i>Encyonema auerswaldii</i>		+	0,2	0,4	0,4					+

<i>E. brevicapitatum</i>	+	0,2					+			
<i>E. cespitosum</i>				+					+	
<sup>▲</sup> <i>E. minutum</i>		5,6	2,9	0,7	0,4		5,9	0,9	0,4	
<i>E. leibleinii</i>										+
<i>E. silesiacum</i>	0,4	+	+	0,2	1,2		0,9	0,9	+	+
<i>E. ventricosum</i>		2,2	1,4	1,4	1,2		2,4	0,9	1,7	+
<i>Encyonopsis microcephala</i>			+				0,2			
<i>E. minuta</i>			+							
<i>Eunotia curtagrunowii</i>			+							
<i>Fallacia subhamulata</i>					+				0,2	+
<i>F. subclidula</i>	0,7		+		1,4					+
<i>Fragilaria capucina</i>		+		+						
<i>F. gracilis</i>		+		+	0,4				+	
<i>F. recapitellata</i>		+	2,7	+						
<i>F. cf. recapitellata</i>		+								
<i>F. rumpens</i>				0,4	+					
<i>F. vaucheriae</i>		0,9	0,9	0,7	0,2		1,2		+	+
<i>Frustulia vulgaris</i>						0,4				
<i>Geissleria acceptata</i>					0,2		0,2			
<i>G. decussis</i>				+					+	
<i>G. gereckei</i>	0,7						0,2			+
<i>Gomphonema acuminatum</i>			+	+						
<i>G. elengatissimum</i>	3,1	3,9	1,2	2,1	3,4	0,7	+	0,7	0,4	0,2
<i>G. micropus</i>	0,2	0,2	+	+	+	0,2	+	0,2	+	+
<i>G. olivaceum</i>					0,2					
<i>G. parvulum</i>	0,2	+	0,4	+	0,2		0,9	0,2	0,4	+
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>		+				+				0,2
<i>G. rhombicum</i>			+							
<i>G. sarcophagus</i>		+								
<i>G. tergestinum</i>						0,2				
<i>G. truncatum</i>		+	0,2	+	+		0,4	0,7	0,4	+
<i>Gyrosigma attenuatum</i>										0,2
<i>G. kuetzingii</i>		+	+				0,2			
<i>G. sciotoense</i>			0,4	+	0,2				+	4,9
<i>Halamphora montana</i>		+								
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0,2		+		+					+
<i>Handmania glabriuscula</i>		0,2	0,7	0,2	+		0,4	0,2	0,2	
<i>Hippodonta capitata</i>					+					
<i>Humidophila contenta</i>							+			
<i>Luticola acidoclinata</i>	0,2	+	+							
<i>L. mutica</i>									+	
<i>Mayamaea permitis</i>					0,2					
<i>Melosira varians</i>				+	0,4	0,2	0,2	0,2	+	0,2

<sup>▲</sup> <i>Meridion circulare</i>	0,7	1,2	3,4	1,6	1,2	2,4	6,8	1,4	+	
<i>M. constrictum</i>			0,2				0,2			
<i>Navicula antonii</i>				+	0,7				+	+
<i>N. catalanogermanica</i>		+								
<i>N. cryptocephala</i>	+	+		+	+				+	+
<i>N. cryptotenella</i>	0,2	0,7	0,7	0,2	1,4		+	0,7	0,7	0,9
<i>N. cryptotenelloides</i>				+	0,4				+	+
<i>N. gregaria</i>	+	+		+	+				+	
<i>N. jakovljevicii</i>			+	+	1,7				1,2	+
<i>N. moskalii</i>		0,2	+	+			+	0,2	+	+
<i>N. oppugnata</i>		+								
<i>N. lanceolata</i>	1,6	0,4							+	
<i>N. radiosa</i>		+	0,2	+			+	+	0,2	+
<i>N. recens</i>								0,4		
<i>N. reichardtiana</i>	+	+	0,2		+					+
<i>N. reinhardtii</i>		+	+	+	0,4				+	+
<sup>▲</sup> <i>N. tripunctata</i>	0,2	+	0,2	8,2	8,1	1,9			1,7	10
<i>N. trivialis</i>		+	+	+					+	
<i>N. upsaliensis</i>				+					0,2	
<i>N. veneta</i>										+
<i>N. vilaplantii</i>						+				
<i>N. viridula</i>				+					+	+
<i>Neidiomorpha binodiformis</i>									+	
<i>Neidium cuneatiforme</i>									+	
<i>Nitzschia acicularis</i>									+	
<i>N. archibaldii</i>									+	
<i>N. denticula</i>		+								
<i>N. dissipata</i>	0,2	1,7	+	+	1,2				+	+
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>		+							0,4	
<i>N. fonticola</i>		2,9	0,7	0,2	0,4		1,7	0,4	0,4	
<i>N. hantzschiana</i>	+			+						
<i>N. intermedia</i>									+	
<i>N. linearis</i>	0,7	+	+	3,6	0,4				0,4	+
<i>N. palea</i>				+						
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>			+						+	
<i>N. recta</i>		+							+	+
<i>N. sociabilis</i>					0,2					+
<i>N. soratensis</i>	0,4									
<i>N. tabellaria</i>			+	+			0,2			
<i>Odontidium mesodon</i>		0,4	+	+		+	+	+	+	
<i>Pinnularia brevicostata</i>			+							
<i>P. persudetica</i>		+								
<i>P. schoenfelderii</i>			+							

<i>Planothidium dubium</i>	2,1	0,9	0,7	2,6	0,4	1,2	0,9	0,2	0,9	+
<sup>▲</sup> <i>P. lanceolatum</i>	3,1	0,2	2,9	6,5	+	1,7		0,4	1,4	+
<i>P. frequentissimum</i>	1,2	+	+	+	0,4	0,4	0,4	0,2		+
<i>Psammothidium grischunum</i>	2,1	+				+			0,4	
<i>P. lauenburgianaum</i>	0,4	+	+							
<i>Reimeria sinuata</i>	2,6	0,9	+	0,7	0,9	0,4	0,4	0,9	0,7	+
<i>R. uniseriata</i>									+	+
<i>Rhoicoshenia abbreviata</i>	0,7	0,9		+			0,2		+	
<i>Sellaphora mutatooides</i>									+	
<i>S. nigri</i>	0,4	0,2		+			0,2		0,2	
<i>Ulnaria ulna</i>	0,4	0,2	0,4	+	+		0,4	0,4	+	+
<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>aequalis</i>		+								

U jesenjem periodu (decembar 2011.) je identifikovano ukupno 128 taksona silikatnih algi (Tabela 38). Najveći broj taksona je pronađen na petom lokalitetu (74 taksona), a najmanji broj na prvom (25 taksona). U jesenjem periodu zabeleženo je 15 taksona silikatnih algi prisutnih sa procentualnom zastupljenošću većom od 5% na barem jednom lokalitetu. *Cocconeis lineata* je bio dominantan takson na prvom lokalitetu (69%), na drugom i trećem *Diatoma tenuis* (46,8% i 28,4%). *Ulnaria ulna* je dominirala na četvrtom lokalitetu (27,5%), a *Amphora pediculus* na petom (25,6%).

Tabela 38. Procentualna zastupljenost taksona (%) u epilitskoj zajednici silikatnih algi Radovanske reke u jesenjem (decembar 2011.) i zimskom periodu (mart 2012.).

<sup>▲</sup>taksoni sa procentualnom zastupljenošću većom od 5%.

Takson	decembar 2011.					mart 2012.				
	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5
<i>Achnanthydium affine</i>		+					+	+		
<sup>▲</sup> <i>A. catenatum</i>			5,3	1,7						
<i>A. latecephalum</i>				+						
<sup>▲</sup> <i>A. minutissimum</i>	1,4	15	6,3	11,7	8,8	17,7	35,1	32,3	8,9	18,3
<sup>▲</sup> <i>A. pyrenaicum</i>		6,1	0,7	+	+		5,1	1,4	8,7	0,4
<i>Adlafia minuscula</i>						+	+	0,2		
<i>Amphipleura pellucida</i>					+			+		+
<i>Amphora copulata</i>				0,2						
<i>A. meridionalis</i>		+	+				+			+
<i>A. inariensis</i>	2,9		+	+		+	+		0,4	0,4
<i>A. ovalis</i>					0,7					+
<sup>▲</sup> <i>A. pediculus</i>	6,8	5,6	0,4	15,6	25,6	6,1	2,7	1,7	29,3	8,5
<i>Aulacoseira granulata</i>			+							

<i>Caloneis fontinalis</i>		+								
<i>C. lancetula</i>		+		+	0,2		+	+		
<i>C. bacillum</i>			+							
<i>Cocconeis neodiminuta</i>	2,4		+							+
<i>C. euglypta</i>	0,7	+	+	0,4	0,2	+	0,9	+	0,4	
<sup>▲</sup> <i>C. lineata</i>	68,9	1,9	1,2	5,1	1,7	6,8	1,4	0,7	1,2	1,4
<i>C. pediculus</i>	+	+	+				+	+		
<sup>▲</sup> <i>C. pseudolineata</i>	7,8	1,4	0,7	1,7	1,2	2,2	0,7	+	2,1	1,4
<i>Craticula ambigua</i>				+						
<i>Cyclotella atomus</i>				+	+			+		
<i>C. meneghiniana</i>			+				+	0,2		
<i>Cymatopleura solea</i>					+					
<i>Cymbella affiniformis</i>			+					+		+
<i>C. affinis</i>		+								
<i>C. neocistula</i>					+					+
<i>C. parva</i>		+					+	+		
<i>C. subcistula</i>				+	+					+
<sup>▲</sup> <i>Denticula tenuis</i>	+	46,7	28,3	3,1	0,4		34,1	5,9	20,3	5,3
<i>Diatoma vulgare</i>			+				+			
<i>Diploneis fontanella</i>					+					
<i>D. krammeri</i>					+					
<i>D. oculata</i>	0,7	+		+	1,2				+	
<i>D. separanda</i>				0,2		+				
<i>Discostella pseudostelligera</i>			0,4	+				0,4		
<i>Encyonema auerswaldii</i>				+	+			+		
<i>E. brevicapitatum</i>			0,2				0,2		+	+
<i>E. cespitosum</i>				+	+					+
<sup>▲</sup> <i>E. minutum</i>		2,7	1,9	0,2			4,1	10,1	0,7	0,7
<i>E. silesiacum</i>		+	+	0,2	+		+	1,4	0,2	0,2
<i>E. ventricosum</i>		0,9	4,1	0,4	0,2		1,7	4,1	+	1,7
<i>Encyonopsis microcephala</i>			+							
<i>E. minuta</i>		+	+							
<i>Ellerbeckia arenaria</i>	+									
<i>Fallacia subhamulata</i>				+	+				+	+
<i>F. sublucidula</i>					+				0,7	
<sup>▲</sup> <i>Fragilaria gracilis</i>		0,4	8,8	2,9	0,7		+			0,9
<i>F. recapitellata</i>		0,4		+		0,7	+	+	+	
<i>F. rumpens</i>		+	+	0,4	0,7		0,4	2,2	0,9	2,4
<i>F. vaucheriae</i>		1,2	0,9				1,2	2,2	+	0,4
<i>Frustulia vulgare</i>				+	+					
<i>Geissleria acceptata</i>						+				
<i>G. decussis</i>							+			
<i>G. gereckeii</i>								+	0,2	

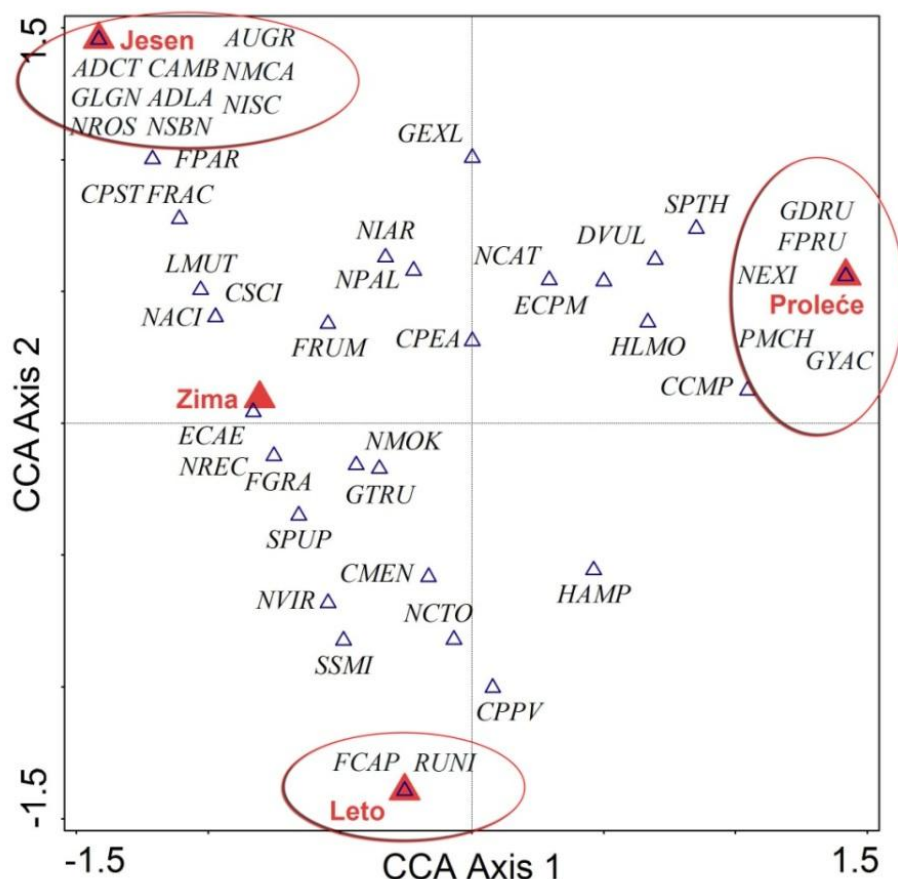
<i>Gomphonema acuminatum</i>					+					
<i>G. lagenula</i>			+							
<i>G. elengatissimum</i>		+	0,7	0,2	0,9	+	+	+	0,2	0,2
<i>G. exilissimum</i>				+	+					
▲ <i>G. micropus</i>	+	+		+	+	11,3	+	0,4	0,2	0,2
<i>G. olivaceum</i>					+					2,2
<i>G. parvulum</i>		0,9	0,7	+			+	0,2	0,4	0,2
<i>G. productum</i>								+		
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>					+					+
<i>G. subclavatum</i>				+						
<i>G. truncatum</i>		0,2	0,2	0,2	+		+	+	0,2	+
<i>Gyrosigma sciotoense</i>				+	0,2					0,2
<i>Halamphora montana</i>			+							
▲ <i>Handmania glabriuscula</i>		0,9	6,1	0,2	+		0,4	0,4	0,2	0,2
<i>Hippodonta capitata</i>		+						+		
<i>Humidophila perpusila</i>		+								
<i>Lemnicola hungarica</i>		+								
<i>Luticola mutica</i>			+	+						
<i>Mayamaea permitis</i>						0,2	+	+		
<i>Melosira varians</i>				0,4	4,9		+	+		1,2
▲ <i>Meridion circulare</i>	0,7	1,4	0,2	+	+	39,9	0,2	1,2	0,7	0,7
<i>M. constrictum</i>							+			+
<i>Navicula</i> aff. <i>antonii</i>								+		
<i>N. antonii</i>				+	0,2	+	0,4		+	
<i>N. capitatoradiata</i>							+			
<i>N. catalanogermanica</i>	+		+	+			+	+		
<i>N. cryptocephala</i>		+	+	+	+		+	+		+
<i>N. cryptotenella</i>		1,7	0,7	+	2,9		+	0,4	0,4	0,9
<i>N. cryptotenelloides</i>									+	
<i>N. gregaria</i>	0,2	+				+	+	+		
<i>N. jakovljevicii</i>				0,4	0,4					0,2
<i>N. microcari</i>			+							
<i>N. moskalii</i>		+	+	+	+		+	+		+
<i>N. oligotraphenta</i>								+		
<i>N. lanceolata</i>	+	+	+			0,7	+	+	0,2	
<i>N. radiosa</i>		0,2	+	+	+		+	+		
<i>N. recens</i>					+			+		
<i>N. reichardtiana</i>					0,2	+	0,2			
<i>N. reinhardtii</i>		+	+		+			+		+
<i>N. rostellata</i>			+							
<i>N. subalpina</i>					+					
▲ <i>N. tripunctata</i>		0,2	4,4	14,9	20,4	+	0,4	0,4	5,5	7,5
<i>N. trivialis</i>			+	+	+		+	+	+	

<i>N. upsaliensis</i>			+							
<i>N. veneta</i>		+	+					+		
<i>N. viridula</i>					+					
<i>Neidiomorpha binodiformis</i>					+				+	
<i>Nitzschia acicularis</i>				+	0,2		+			
<i>N. aff. scalpelliformis</i>					+					
<i>N. amphibia</i>										
<i>N. archibaldii</i>		+	0,4	2,6	+		0,9	0,7		
<i>N. bergii</i>								+		
▲ <i>N. dissipata</i>	+	+		2,9	8,3		0,7	2,4	0,7	6,3
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i>				0,2	+			+		
▲ <i>N. fonticola</i>		5,6	17,8	2,6	1,2		7,3	27,1	1,4	6,1
<i>N. intermedia</i>		+								
<i>N. linearis</i>	+	0,2	+	1,7	4,9	+	+	+	0,4	1,4
<i>N. palea</i>		+	0,2	+	0,2	+	+	+		
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i>					+		+	+		
<i>N. pusilla</i>							+			
<i>N. recta</i>				+	0,9		+		1,4	+
<i>N. sociabilis</i>					3,4					1,9
<i>N. soratensis</i>						0,2				
<i>Odontidium mesodon</i>		0,9	+	+		+	+	+	0,4	+
<i>Planothidium dubium</i>	2,2	2,4	3,1	0,2	0,4	1,2	+	1,9	0,9	0,9
<i>P. lanceolatum</i>	1,4	1,2	0,7	0,7	0,4	2,4	+	+	0,7	+
<i>P. frequentissimum</i>	1,7	+	+	+	+	0,7	+	+	0,9	+
<i>Psammothidium daonense</i>		+								
▲ <i>P. grischunum</i>		+		+		7,6	+			
<i>P. lauenburgianaum</i>								+		
<i>Pseudostaurosira parasitica</i>				+	+					+
<i>Reimeria sinuata</i>	0,4	0,2	+	+	0,4	1,2	0,7	+	2,1	+
<i>Rhoicoshenia abbreviata</i>	0,4							+		
<i>Sellaphora nigri</i>	0,2	0,2			0,7	0,2	+		+	
<i>S. pupula</i>					+		+	+		+
<i>S. saugerresii</i>						+				
<i>S. seminulum</i>					+		+	+		
<i>Simosenia delognei</i>					0,2					
<i>Stauroneis gracilior</i>			+					+		
<i>S. smithii</i>			+							
<i>S. parathermicola</i>		+								
<i>Staurosirella pinnata</i>		+	2,4	+			+	0,2	2,6	+
<i>Surirella angusta</i>			+	+	+			+		
<i>S. birostrata</i>	0,2									
<i>S. minuta</i>		+	+	+	+		+	+		
<i>Tryblionella hungarica</i>							+			

<i>Ulnaria acus</i>			+					+		
▲ <i>U. ulna</i>		+	1,9	27,4	5,4	0,2	+	0,4	4,6	25,9

U zimskom periodu (15.03.2012.) u Radovanskoj reci identifikovano je ukupno 109 taksona silikatnih algi (Tabela 38). Treći lokalitet se odlikuje najvećim brojem taksona (72), a prvi najmanjim brojem (33).

U zimskom periodu je utvrđeno 13 taksona silikatnih algi čija je procentualna zastupljenost veća od 5% na barem jednom lokalitetu (Tabela 38). Svi oni se javljaju na svim ili izostaju sa jednog lokaliteta. *Meridion circulare* je bio dominantan takson na prvom lokalitetu (39,9%), *Achnanthydium minutissimum* drugom i trećem lokalitetu (35,1% i 32,3%), *Amphora pediculus* na četvrtom (29,4%), a *Ulnaria ulna* na petom lokalitetu (26%).



Grafik 12. CCA dijagram povezanosti taksona silikatnih algi zabeleženih u Radovanskoj reci i sezona uzorkovanja.



CCA analiza koja pokazuje povezanost zabeleženih taksona u Radovanskoj reci i sezona u kojima je vršeno uzorkovanje je prikazana na Grafiku 12. Na CCA dijagramu se i ovde ističu oni taksoni koji su zabeleženi u više od dve sezone (središnji deo ordinacionog dijagrama), ali i oni koji su karakteristični samo za jednu od sezona uzorkovanja. Od predstavljenih 45 taksona koji pokazuju izraženu sezonsku dinamiku, nijedan nije isključivo zabeležen u zimskom periodu. Kao što se primećuje na dijagramu, veliki broj taksona zabeležen je samo u jesen i proleće, dok se dva taksona, *Fragilaria capucina* i *Reimeria uniseriata*, ističu u letnjem periodu. Veliki broj taksona je zabeležen u dve sezone, npr. *Pseudostaurosira parasitica* i *Ulnaria acus* u jesen i zimu, *Navicula viridula* u zimu i leto, *Hantzschia amphioxys* u leto i proleće, *Stauroneis parathermicola* i *Gomphonema exilissimum* u jesen i proleće.

### **4.3. Fizičke i hemijske karakteristike vode istraživanih reka**

#### **4.3.1. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka reke Vrle**

Posmatrajući vrednosti abiotičkih parametara duž toka reke Vrle, može se uočiti da većina njih ne varira značajno na istraživanim lokalitetima (Tabela 39). Izuzetak su temperatura, elektroprovodljivost i koncentracije  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4^+$ .

Temperatura vode reke Vrle varirala je u rasponu od 2 °C (najniža izmerena temperatura na šestom lokalitetu u martu 2012.) do 17,3 °C (najviša izmerena temperatura na šestom lokalitetu u septembru 2011.). Posmatrajući prosečne vrednosti temperature vode na različitim lokalitetima uočava se promena nakon uliva vode iz ribnjaka na trećem lokalitetu, jer je najviša prosečna temperatura vode na šestom lokalitetu, a najniža na prvom.

Koncentracija  $\text{O}_2$  u reci Vrli varirala je od minimalnih 8,8 mg/l u maju 2011. na mestu ispusta vode iz ribnjaka (lokalitet 3) i šestom lokalitetu, do maksimalnih 15,1 mg/l u martu 2012. na prvom lokalitetu. Isti je slučaj i kada analiziramo prosečne vrednosti.

Vrednosti pH u reci Vrli malo variraju kada se posmatraju i lokaliteti i sezone. Kreću se u rasponu od 7,5 na mestu ispusta u maju 2011. i prvom lokalitetu u novembru

iste godine do 8,43 u martu 2012. Najniža srednja vrednost (7,86) je karakteristična za drugi i treći lokalitet, a najviša za šesti lokalitet (8,01).

Elektroprovodljivost vode je varirala od 58  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na prvom lokalitetu u maju 2012. do 115  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na šestom lokalitetu u martu iste godine. Najniža srednja vrednost elektroprovodljivosti je na drugom lokalitetu, a najviša na šestom. Elektroprovodljivost je povišena na šestom lokalitetu i kada se posmatra srednja vrednost po lokalitetima i vrednosti u okviru sezona.

Tvrdoća vode je prilično konstantna na svim lokalitetima i ukazuje da je voda reke Vrle vrlo meka. Koncentracije  $\text{P}_u$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  ne variraju u širokom opsegu ni kada se porede srednje vrednosti na lokalitetima ni kada se porede vrednosti u okviru sezona. Najviše srednje vrednosti koncentracija  $\text{P}_u$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  su na mestu ispusta (VR3), a zatim sledi postepeni pad vrednosti. Srednje vrednosti koncentracija  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NH}_3$  se povećavaju nakon mesta ispusta. Koncentracije  $\text{NH}_4^+$  dostižu najviše vrednosti na lokalitetu nakon ispusta. Koncentracija  $\text{Cl}^-$  je povišena na petom, a koncentracija  $\text{SO}_4^{2-}$  na šestom lokalitetu.

Što se tiče hidroloških parametara, i oni variraju u veoma uskom opsegu. Srednje vrednosti brzine vode se kreću od 0,306 m/s na šestom lokalitetu do 0,404 m/s na drugom, tako da voda reke Vrle pripada umereno brzim vodama. Protok vode na šestom lokalitetu je veći u odnosu na ostale lokalitete, dok se isti lokalitet zajedno sa petim lokalitetom izdvaja po većoj dubini u odnosu na ostale lokalitete. Kada posmatramo sastav podloge, prvi lokalitet se izdvaja po najvećoj zastupljenosti peska, a treći po najvećoj zastupljenosti šljunka. Peti lokalitet se odlikuje najvećom zastupljenošću stena u odnosu na druge lokalitete, dok se šesti lokalitet odlikuje najmanjom zastupljenošću kamenja.

Tabela 39. Minimalne, srednje i maksimalne vrednosti fizičkih i hemijskih parametara na istraživanim lokalitetima reke Vrle.

Parametar	Jedinica	VR1			VR2			VR3			VR4			VR5			VR6		
		min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.
t <sub>v</sub>	(°C)	2,2	8,03	12,6	2,3	8,35	13,4	2	9,08	14,5	2,3	9,13	15,2	2,5	9,4	15,5	2	9,75	17,3
O <sub>2</sub>	(mg/l)	9,4	11,28	15,1	9,2	11,11	14,8	9	10,75	13,9	9	10,8	14,2	9,1	10,73	14,3	8,8	10,63	13,3
pH		7,5	7,9	8,2	7,57	7,86	8,3	7,56	7,86	8,21	7,6	7,87	8,24	7,6	7,97	8,39	7,66	8,01	8,43
EP	(μS/cm)	58	81	94,8	58,1	78	89,7	61,5	87	103	61,6	86	99,1	62,1	85	98	70,5	100	115,6
P <sub>u</sub>	(μg/l)	30,2	49,4	69,4	26	45,6	70	27,2	54,3	91	29,8	41,4	58	25,6	43,2	71	22,1	47,5	75
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(μg/l)	22,4	30,5	47	17,6	26,8	42	19,3	29,8	53	17,6	27,6	39,4	15,6	25,5	39,2	13,2	22	33
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	(μg/l)	60,7	61,15	157,4	5	51,71	134	39,7	86,48	260,4	51,9	75,68	169	65,4	81,6	188	27,4	46,41	103,2
NH <sub>3</sub>	(μg/l)	0,98	1,23	3,83	0,11	0,8	2,49	0,62	1,54	5,38	0,9	1,26	2,89	1,62	1,81	3,68	0,71	1,25	3,06
TV	(dH)	0,12	0,19	0,25	0,15	0,19	0,25	0,11	0,19	0,26	0,11	0,19	0,25	0,12	0,2	0,25	0,12	0,21	0,28
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg/l)	0,6	2,03	3,4	1,16	1,77	2,4	1,63	2,04	2,9	1,13	2	3,1	1,24	1,66	2,8	1,06	1,42	1,9
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	0,7	1,04	1,59	0,86	1,28	1,78	1,2	1,36	1,74	1,06	1,38	1,69	0,9	1,66	1,44	1,91	1,42	2,75
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(mg/l)	5,34	6,1	7,6	5,46	6,11	7,02	5,58	6,15	7,45	5,46	6,11	7,49	5,32	6,17	7,83	5,9	6,65	7,84
dubina	(m)	0,11	0,13	0,17	0,11	0,13	0,15	0,14	0,15	0,15	0,09	0,13	0,17	0,16	0,18	0,2	0,15	0,17	0,18
širina	(m)	1,4	3,25	4,45	1,8	2,78	3,5	2,2	2,76	3,5	1,95	3,03	4,1	1,9	3,07	4,2	3,1	4,21	5,2
brzina	(m/s)	232,9	0,313	509,8	283,4	0,404	561,9	241,1	0,356	588,9	301,2	0,356	434,7	282,7	0,346	443,7	223,5	0,306	374,2
protok	(m <sup>3</sup> /s)	0,032	0,121	0,298	0,065	0,129	0,279	0,06	0,144	0,341	0,058	0,125	0,294	0,063	0,153	0,298	0,145	0,184	0,274
mulj	(%)	0	7	15	0	4	10	0	7	15	0	3	5	0	5	10	5	9	10
šljunak	(%)	10	18	30	10	19	30	10	30	70	15	21	30	10	16	25	15	21	30
pesak	(%)	10	19	30	0	10	20	0	10	20	5	9	10	0	9	20	10	17	30
kamenje	(%)	30	42	60	40	54	80	10	34	50	50	55	70	20	35	50	15	21	30
stene	(%)	10	16	20	5	10	20	10	22	40	5	12	20	30	35	40	20	32	40

#### 4.3.2. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka reke Mlave

Vrednosti većine fizičkih i hemijskih parametara duž istraživanog dela reke Mlave se jasno razlikuju nakon mesta uliva otpadnih voda iz ribnjaka u odnosu na lokalitete uzvodno od ribnjaka (Tabela 40).

Temperatura vode u reci Mlavi malo varira i kada se posmatraju lokaliteti i sezone. Godišnje variranje temperature iznosi oko 10 °C. Minimalna temperatura (6,4 °C) je izmerena na petom lokalitetu u decembru 2011., a maksimalna (16,8 °C) na trećem lokalitetu u julu 2011. Najviša srednja temperatura je izmerena na mestu nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka, a najniža na prvom lokalitetu.

Najniža koncentracija O<sub>2</sub> je izmerena na mestu ispusta u septembru 2011. (6,8 mg/l), dok je najviša izmerena u februaru 2012. na petom lokalitetu (12,6 mg/l). Lokalitet nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka (ML2) se odlikuje najnižom srednjom vrednošću rastvorenog kiseonika, a četvrti najvišom.

Vrednosti pH i elektroprovodljivost predstavljaju uniformne hemijske parametre u reci Mlavi tokom istraživanog perioda i na istraživanim lokalitetima. Najniža srednja vrednost pH iznosi 7,48 na prvom lokalitetu, a najviša 8 na petom lokalitetu. Na prvom lokalitetu je takođe izmerena najniža srednja vrednost elektroprovodljivosti (414,8 µS/cm), a najviša na petom lokalitetu (421,1 µS/cm). Tvrdoća vode takođe predstavlja jedan od uniformnih hemijskih parametara u reci Mlavi. U uniformne parametre spadaju i koncentracije P<sub>w</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, čije su vrednosti prilično konstantne na svim istraživanim lokalitetima, tokom svih istraživanih sezona.

Vrednosti PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i NH<sub>3</sub> su znatno povišene na mestu uliva otpadnih voda iz ribnjaka (ML2). Najniže srednje vrednosti sva tri parametra su zabeležene na prvom lokalitetu.

Što se tiče hidroloških parametara, uočava se da brzina i protok vode rastu idući nizvodno od ribnjaka. Posebno se uočava velika zastupljenost mulja na drugom lokalitetu (koji se nalazi odmah posle uliva otpadnih voda iz ribnjaka), koja je i do nekoliko puta veća u odnosu na ostale lokalitete. Idući nizvodno, u reci Mlavi se zastupljenost peska i šljunka smanjuje i najmanja je na trećem lokalitetu, dok se zastupljenost kamenja i stena povećava. Treći lokalitet se odlikuje najvećom zastupljenošću kamenja, a četvrti najvećom zastupljenošću stena.

Tabela 40. Minimalne, srednje i maksimalne vrednosti fizičkih i hemijskih parametara na istraživanim lokalitetima reke Mlave.

Parametar	Jedinica	ML1			ML2			ML3			ML4			ML5		
		min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.
t <sub>v</sub>	(°C)	11,4	10	9,1	15,2	10,85	8,5	16,8	11,28	7,9	14,6	11,15	7,7	15,2	11	6,4
O <sub>2</sub>	(mg/l)	12,2	10,96	9,3	10,8	9,4	7,7	11,2	10,31	9,4	11,9	11,08	10,6	12,6	10,83	9,1
pH		7,95	7,48	7,14	7,93	7,72	7,53	7,98	7,79	7,57	8,12	7,97	7,71	8,17	8	7,78
EP	(μS/cm)	475	414,8	378	490	418,1	374	506	425	355	490	418,5	340	475	421,1	351
P <sub>u</sub>	(μg/l)	52	26,2	8,7	81,7	73,2	38,9	94,2	57,6	38,9	112,8	62,7	25,2	115,1	64,6	28,2
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(μg/l)	19,2	16,8	3,7	34,4	26,1	11,3	39	26,5	17,3	46,8	27,5	13,4	44	29,3	17,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	(μg/l)	169	62,9	42,3	557,1	415,2	275,1	385	341,3	246	339,6	229,5	164,8	176	122,9	50,5
NH <sub>3</sub>	(μg/l)	1,83	0,57	0,22	6,07	4,39	2,54	6,97	4,59	2,35	7,82	4,66	1,52	3,92	2,59	0,77
TV	(dH)	2,24	1,51	1,14	2,3	1,53	1,14	2,3	1,54	1,2	2,3	1,54	1,12	2,3	1,57	1,21
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg/l)	6,9	5,5	4,95	7,6	5,41	3,62	7,6	5,67	4,77	7	5,53	4,84	8,5	5,78	4,36
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	1,67	1,35	0,94	2,43	1,72	1,11	2,42	1,8	1,41	1,8	1,76	1,4	2,62	1,83	1,45
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(mg/l)	27,01	23,21	21,12	26,22	22,71	19,38	27,45	23,73	21,71	27,64	23,43	18,98	27,31	22,94	20,89
dubina	(m)	0,33	0,29	0,19	0,21	0,17	0,12	0,28	0,2	0,13	0,26	0,16	0,12	0,28	0,24	0,17
širina	(m)	8,5	7,48	6,7	11	8,21	5,9	10,5	8,85	7	8,5	6,9	5	10	7,48	5,5
brzina	(m/s)	86,2	68,2	57,6	545,3	395,8	285	556	369,7	198,2	779,2	567,8	304,2	437,4	348,9	218,2
protok	(m <sup>3</sup> /s)	0,306	0,165	0,061	0,775	0,49	0,28	0,797	0,497	0,313	0,724	0,463	0,242	0,779	0,547	0,269
mulj	(%)	10	5,83	0	25	15,83	10	10	3,33	0	20	10	5	10	4,16	0
šljunak	(%)	50	38,33	30	25	10,83	5	30	20	5	40	19,16	10	40	19,16	10
pesak	(%)	30	25	20	15	7,5	5	10	4,16	0	40	12,5	0	30	14,16	5
kamenje	(%)	40	30,83	20	75	60	40	80	70,83	50	80	51,66	20	75	58,33	30
stene	(%)	0	0	0	5	5	5	5	1,66	5	10	6,66	10	10	4,16	10

#### 4.3.3. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka reke Crnice

Posmatrajući fizičke i hemijske parametre reke Crnice na različitim lokalitetima ne uočava se opšti trend, to jest pravilnost promene svih faktora, iako je jasno uočljiv značajan efekat ribnjaka na većinu abiotičkih faktora (Tabela 41). Jedna grupa faktora je prilično konstantna i njihove vrednosti se ne menjaju značajno u zavisnosti od lokaliteta, dok se vrednosti druge grupe faktora menjaju značajno na trećem lokalitetu, tj. posle uliva otpadnih voda iz ribnjaka.

Temperatura vode, elektroprovodljivost i tvrdoća su prilično konstantne duž istraživanog toka i njihove vrednosti variraju u uskom opsegu. Ukupno variranje temperature iznosi 6,3 °C. Koncentracije O<sub>2</sub> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup> se značajno menjaju posle drugog lokaliteta (nakon ispusta). Koncentracija NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na mestu ispusta se povećava više od deset puta u odnosu na prvi i drugi lokalitet, a zatim se postepeno smanjuje idući nizvodno, iako su vrednosti i dalje nekoliko puta više u odnosu na lokalitete pre ribnjaka. Vrednost pH raste idući nizvodno, tako da od neutralne postaje bazna bez promena u navedenom obrascu na lokalitetima oko mesta ispusta. Koncentracije P<sub>u</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> i NH<sub>3</sub> se značajno povećavaju nakon ispusta, ali za razliku od O<sub>2</sub> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ne postoji obrazac njihovog smanjivanja nizvodno. Što se tiče brzine vode, najmanja je na prvom lokalitetu, a zatim se povećava nizvodno. Najveći skok vrednosti brzine je zabeležen na drugom lokalitetu, gde voda postaje duplo brža u odnosu na prvi lokalitet. Protok vode značajno raste nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka.

Što se tiče tipa podloge, kamen predstavlja dominantan tip podloge na svim lokalitetima, dok je pesak najmanje zastupljen. Uočava se povećana zastupljenost mulja na trećem lokalitetu, a zatim značajno opada.

Tabela 41. Minimalne, srednje i maksimalne vrednosti fizičkih i hemijskih parametara na istraživanim lokalitetima reke Crnice.

Parametar	Jedinica	CR1			CR2			CR3			CR4			CR5			CR6		
		min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.
t <sub>v</sub>	(°C)	9,6	10,73	11,7	9,8	12,18	14,1	9,8	12,53	17,3	9,9	12,1	15,9	10	12,11	15,4	10	11,76	14,8
O <sub>2</sub>	(mg/l)	9,3	10,1	12,4	10,2	10,8	12,2	7,8	9,3	10,4	8,8	9,7	11	10,1	10,7	11,6	10,6	11,2	12,3
pH		6,8	7,23	7,36	7,17	7,67	7,88	7,45	7,67	7,97	7,52	7,68	7,94	7,62	7,99	8,6	7,56	8,05	8,8
EP	(μS/cm)	426	467,5	518	435	477,5	554	422	461,8	525	424	460,8	526	415	459	526	411	454,3	514
P <sub>u</sub>	(μg/l)	15,7	26,5	57	13,4	30,5	58	16,7	50,1	95,3	18,2	80,5	217,2	14,2	70,3	220,9	18,4	65,7	196,6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(μg/l)	10,3	13,6	34	9,6	13,7	30,7	13,2	21,8	45	12,9	31,4	75,7	11,9	24,4	38	10,7	23,4	41
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	(μg/l)	40,8	49,3	106,4	53,1	54,7	137,1	254	358,9	508,4	125	261,5	401,2	133	195,1	300,2	56,1	188,1	305,6
NH <sub>3</sub>	(μg/l)	0,17	0,15	0,41	0,14	0,31	0,99	1,3	4,28	9,55	1,2	3	5,06	1,09	5,47	13,8	0,37	9,66	36,9
TV	(dH)	1,01	1,37	1,56	0,88	1,37	1,56	0,85	1,33	1,5	0,94	1,35	1,54	0,97	1,36	1,51	0,98	1,34	1,51
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg/l)	3,75	4,97	7,01	3,89	4,64	6,99	3,91	4,83	7,02	3,72	4,75	6,63	4,22	5,02	6,64	4,29	5,12	6,5
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	0,74	1,05	1,12	0,74	0,94	1,5	0,71	0,85	1,28	0,68	0,92	0,82	0,68	1,14	2,08	0,78	1,03	1,55
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(mg/l)	10,15	11,8	14,91	10,25	11,67	14,64	9,46	11,71	15,77	10,14	11,55	15,19	10,28	11,49	15,12	10,22	11,56	15,07
dubina	(m)	0,15	0,18	0,2	0,08	0,13	0,26	0,15	0,2	0,29	0,11	0,17	0,26	0,13	0,17	0,23	0,17	0,21	0,27
širina	(m)	2,7	5,94	7,5	1,6	2,49	4,5	5,7	6,02	6,4	5	7,16	8,6	4,4	6,8	8,6	3,1	4,8	5,6
brzina	(m/s)	0,05	0,13	0,36	0,14	0,24	0,45	0,27	0,36	0,42	0,27	0,35	0,44	0,31	0,45	0,61	0,18	0,31	0,41
protok	(m <sup>3</sup> /s)	0,04	0,12	0,39	0,01	0,11	0,46	0,22	0,42	0,62	0,17	0,43	0,91	0,18	0,51	0,83	0,16	0,28	0,53
mulj	(%)	0	8	20	0	6	10	10	17	30	0	4	10	0	6	15	0	6	10
šljunak	(%)	10	18	30	10	12	20	10	10	10	5	11	15	5	12	20	5	9	15
pesak	(%)	0	4	10	0	6	10	0	4	10	0	3	10	0	8	25	0	3	10
kamenje	(%)	50	56	70	60	66	70	40	62	75	60	74	80	50	67	80	60	64	75
stene	(%)	10	14	20	5	10	20	5	7	10	5	8	10	5	7	10	10	18	30

#### 4.3.4. Fizički i hemijski parametri vode na istraživanom delu toka Radovanske reke

Vrednosti većine fizičkih i hemijskih parametara duž istraživanog dela Radovanske reke, slično kao i u slučaju Mlave, jasno se razlikuju pre i nakon mesta uliva otpadnih voda iz ribnjaka (Tabela 42).

Temperatura vode Radovanske reke je dosta niska sa relativno malim godišnjim varijacijama. Uticaj ribnjaka je jasno uočljiv usled povećanja prosečne vrednosti temperature na drugom lokalitetu u odnosu na prvi. U skladu sa tim, najniža temperatura je izmerena na prvom lokalitetu, koji je u neposrednoj blizini izvora i iznosi 6,4 °C, a najviša nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka (18,9 °C).

Koncentracije O<sub>2</sub> se smanjuju nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka u odnosu na prvi lokalitet, da bi se nizvodno te koncentracije postepeno povećavale. Vrednosti P<sub>u</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i NH<sub>3</sub> se značajno povećavaju nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka, dok se nizvodno te vrednosti postepeno smanjuju i postaju slične vrednostima na prvom lokalitetu. Jedino vrednosti pH nastavljaju da rastu nizvodno od mesta uliva otpadnih voda, pa su najviše vrednosti zabeležene na petom lokalitetu. Vrednosti EP, TV, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> i SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> variraju u veoma uskom opsegu na istraživanim lokalitetima.

Kada se posmatraju hidrološki parametri, uočava se porast dubine nizvodno od prvog lokaliteta. Brzina vode neznatno varira na svim lokalitetima i na osnovu tih vrednosti Radovanska reka se svrstava u umereno brze vode. Na prvom lokalitetu dominantni tip podloge predstavlja kamenje, subdominantni šljunak, dok stene, pesak i mulj čine oko 5% podloge. Na drugom lokalitetu se značajno povećava udeo mulja i stena, iako kamenje i dalje predstavlja dominantni tip podloge. Idući nizvodno od drugog lokaliteta, dolazi do smanjenja udela mulja, šljunka i peska, dok se udeo kamene podloge povećava.

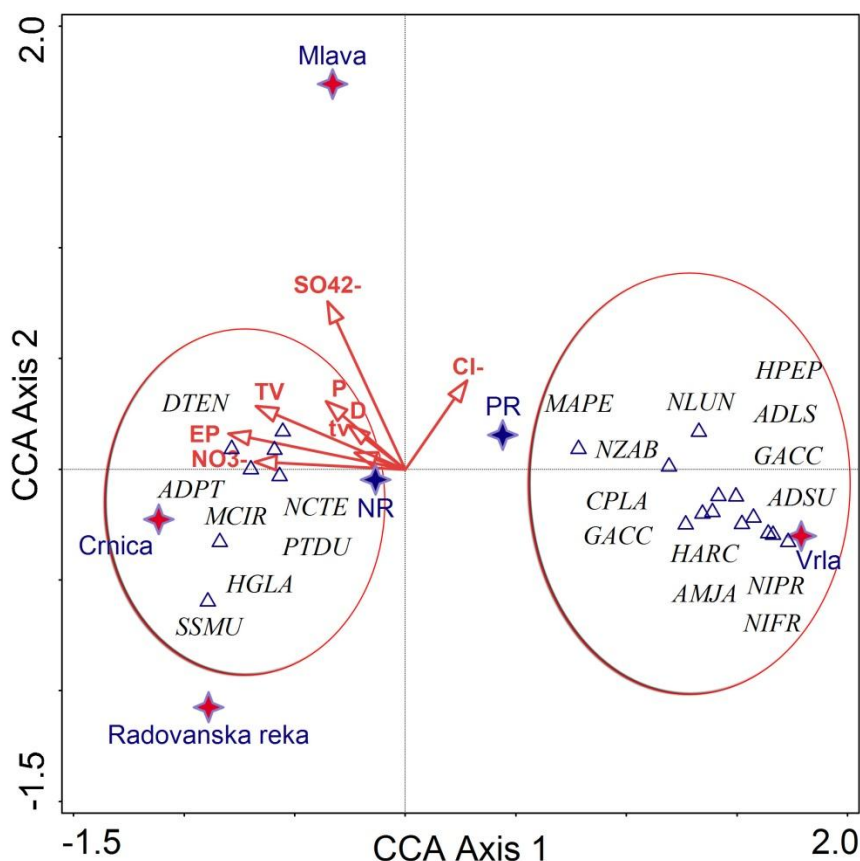


Tabela 42. Minimalne, srednje i maksimalne vrednosti fizičkih i hemijskih parametara na istraživanim lokalitetima Radovanske reke.

Parametar	Jedinica	RD1			RD2			RD3			RD4			RD5		
		min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.	min.	sr.vr.	max.
t <sub>v</sub>	(°C)	6,4	9,1	10,4	7	10,1	13,3	7,1	10,3	13,7	8,1	10,8	14,2	7,1	11,06	15,4
O <sub>2</sub>	(mg/l)	10,8	11,7	12,9	7,5	9,4	11,6	8,6	10	12,4	9,9	10,76	11,6	9,7	10,58	11,8
pH		7,18	7,46	7,89	7,33	7,76	7,91	7,41	7,88	8,04	7,56	8,05	8,5	7,73	8,14	8,4
EP	(μS/cm)	287	378,2	499	280	399,8	540	278	394,8	530	320	376,8	447	323	403,2	501
P <sub>u</sub>	(μg/l)	18,5	32,81	38,7	48,1	65,5	96,2	27,3	49,35	65	16	42,9	71	25,9	48,45	81
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(μg/l)	16	24,95	19,3	22,1	41,48	57	13,4	31,81	49,8	12,6	29,18	45	14,9	29,58	43
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	(μg/l)	26,9	90,16	303	138	540,7	879	83	353,3	770	56,6	289,7	309,1	22,4	106,9	273,6
NH <sub>3</sub>	(μg/l)	0,5	0,38	0,91	1,95	5,98	11,69	1,47	5,76	13,87	1,21	5,93	15,61	0,17	3,71	12,72
TV	(dH)	0,76	1,12	1,39	0,74	1,13	1,39	0,74	1,13	1,4	0,45	1,14	1,42	0,73	1,17	1,42
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg/l)	4,37	5,85	6,8	4,29	5,64	6,5	4,5	5,96	7,2	4,23	6,14	9	4,23	6,07	9
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	0,69	0,99	1,66	0,73	0,96	1,21	0,71	0,93	1,26	0,65	0,95	1,25	0,66	0,97	1,38
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(mg/l)	6,06	9,76	13,62	6,95	9,84	13,14	7,02	9,79	12,88	7,56	10,06	12,86	8,02	10,29	14,23
dubina	(m)	0,09	0,15	0,18	0,12	0,17	0,27	0,17	0,2	0,27	0,14	0,21	0,3	0,14	0,19	0,25
širina	(m)	3,15	5,27	7,5	3,3	5,31	6,4	3,8	5,67	6,8	5	6,63	7,9	4,9	6,06	7,5
brzina	(m/s)	0,26	0,379	0,5	0,27	0,401	0,47	0,23	0,387	0,52	0,18	0,37	0,57	0,21	0,402	0,64
protok	(m <sup>3</sup> /s)	0,3	0,305	0,5	0,27	0,391	0,47	0,23	0,445	0,52	0,18	0,485	0,57	0,21	0,422	0,64
mulj	(%)	0	0,83	5	10	19,16	40	0	7,5	20	0	7,5	20	0	3,33	10
šljunak	(%)	5	15,83	25	5	13,33	30	5	10	20	5	10,83	20	5	12,5	20
pesak	(%)	0	1,66	10	0	9,16	20	0	6,66	20	0	8,33	20	0	6,66	20
kamenje	(%)	50	77,5	90	10	35	60	30	54,16	70	30	54,16	80	40	68,33	80
stene	(%)	0	4,16	10	10	21,66	40	10	21,66	30	10	19,16	30	5	9,16	20

#### 4.3.5. Statistička analiza uticaja fizičkih i hemijskih parametara na sastav zajednice epilitskih silikatnih algi Vrle, Mlave, Crnice i Radovanske reke

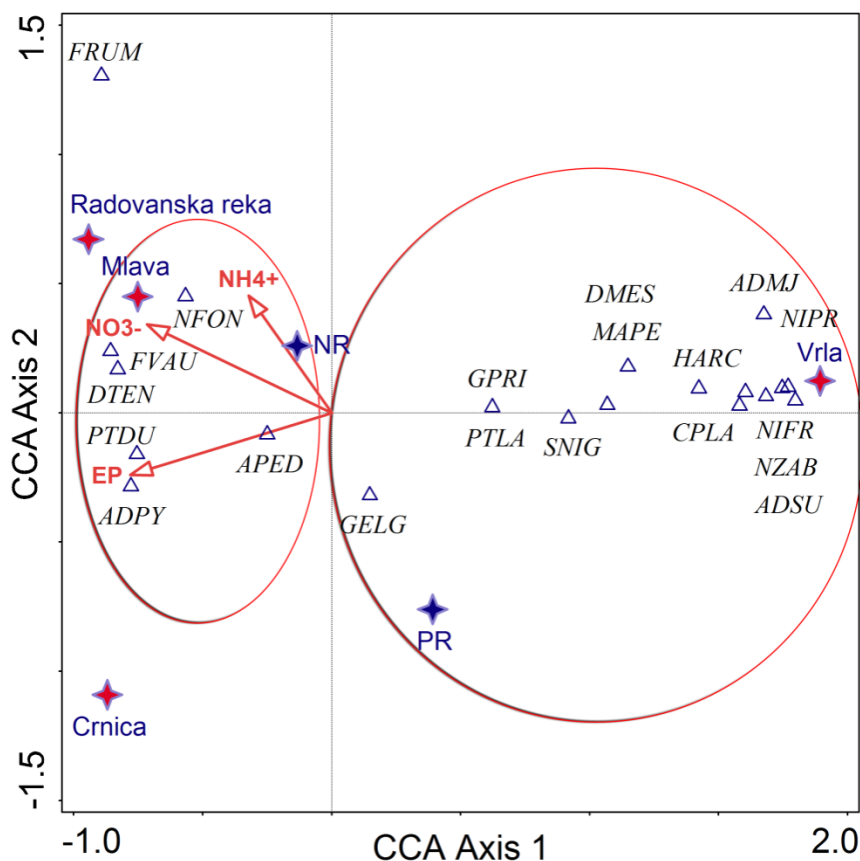
Na CCA dijagramu (Grafik 13) prikazan je odnos ekoloških faktora koji su pokazali značajnost i 20 taksona silikatnih algi koji najbolje odgovaraju rasporedu ekoloških parametara. Kao značajni faktori izdvojili su se  $\text{NO}_3^-$ , EP,  $t_v$ , TV,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , protok i dubina. Nešto jači korelacioni koeficijenti sa osama zapaženi su kod EP, TV i  $\text{NO}_3^-$  koji su pokazali negativnu korelaciju sa prvom CCA osom ( $r=-0,93$ ;  $r=-0,78$  i  $r=-0,89$ , respektivno) i kod  $\text{SO}_4^{2-}$  koji su bili pozitivno korelisani sa drugom CCA osom ( $r=0,74$ ). Kao što se primećuje na dijagramu,  $\text{NO}_3^-$ , EP,  $t_v$ , TV,  $\text{SO}_4^{2-}$ , protok i dubina su orijentisani ka levoj strani ordinacionog dijagrama, pri čemu pozitivno korelišu sa taksonima koji se nalaze sa iste strane dijagrama (osim  $\text{SO}_4^{2-}$  koji pokazuje manju korelaciju), a negativno sa taksonima sa desne strane prve CCA ose.  $\text{Cl}^-$  pokazuje obrnut trend. Na osnovu dodatnih varijabli koje se odnose na to da li je mesto uzorkovanja bilo pre (PR) ili nakon ribnjaka (NR), primećujemo da je promenljiva „PR“ pozitivno korelisana jedino sa koncentracijom  $\text{Cl}^-$ , a svi ostali parametri imali su više vrednosti na tačkama uzorkovanja nakon ribnjaka. Takođe, taksoni koji se nalaze sa desne strane dijagrama pretežno su identifikovani na lokalitetima pre ribnjaka, dok su taksoni sa leve strane dijagrama češće zabeleženi na lokalitetima nakon ribnjaka. Pomoćne varijable koje se odnose na reku u kojoj je vršeno uzorkovanje su na dijagramu tako raspoređene da nam daju podatak o tome koji su taksoni u kojoj reci najčešće zabeleženi. Tako, na primer, u Vrli su češće identifikovani taksoni koji su predstavljeni na desnoj strani dijagrama, a u Crnici i Radovanskoj reci taksoni sa leve strane. Vrta se izdvaja i po nešto nižim vrednostima svih faktora predstavljenih na dijagramu, osim koncentracije  $\text{Cl}^-$ .



Grafik 13. CCA analiza odnosa ekoloških parametara i taksona silikatnih algi. Glavne varijable: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, EP, t<sub>v</sub>, TV, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i Cl<sup>-</sup>, protok, dubina. Dodatne varijable: reke (Vrla, Mlava, Crnica i Radovanska reka), PR – lokaliteti pre ribnjaka, NR – lokaliteti nakon ribnjaka.

CCA analiza koja prikazuje odnos dominantnih taksona svih istraživanih reka i ekoloških parametara prikazana je na Grafiku 14. Kao značajni fizičko-hemijski faktori vode izdvojili su se EP, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Oni pokazuju negativnu korelaciju sa prvom CCA osom ( $r=-0,91$ ,  $r=-0,37$  i  $r=-0,83$ ). Ova tri parametra su pozitivno korelisana sa taksonima koji se nalaze na levoj strani dijagrama, a negativno sa taksonima sa desne strane dijagrama. Trend dodatnih promenljivih koje se odnose na lokalitete pre i nakon ribnjaka je isti kao u prethodnoj analizi. Vrednosti prikazanih fizičko-hemijskih faktora su veće u uzorcima vode na lokalitetima nakon ribnjaka u odnosu na one posle ribnjaka. Vrednosti NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup> bile su veće u zimu i jesen, dok su vrednosti EP imale više vrednosti u proleće i leto. U odnosu na sezone, dominantni taksoni se takođe dele u dve grupe. Prvu grupu čine taksoni koji su zabeleženi u jesen i zimu (npr. *Denticula tenuis*,

*Nitzschia fonticola*, *N. pura*), a drugu taksoni zabeleženi u proleće i leto (npr. *Achnanthydium pyrenaicum*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Sellaphora nigrii*).



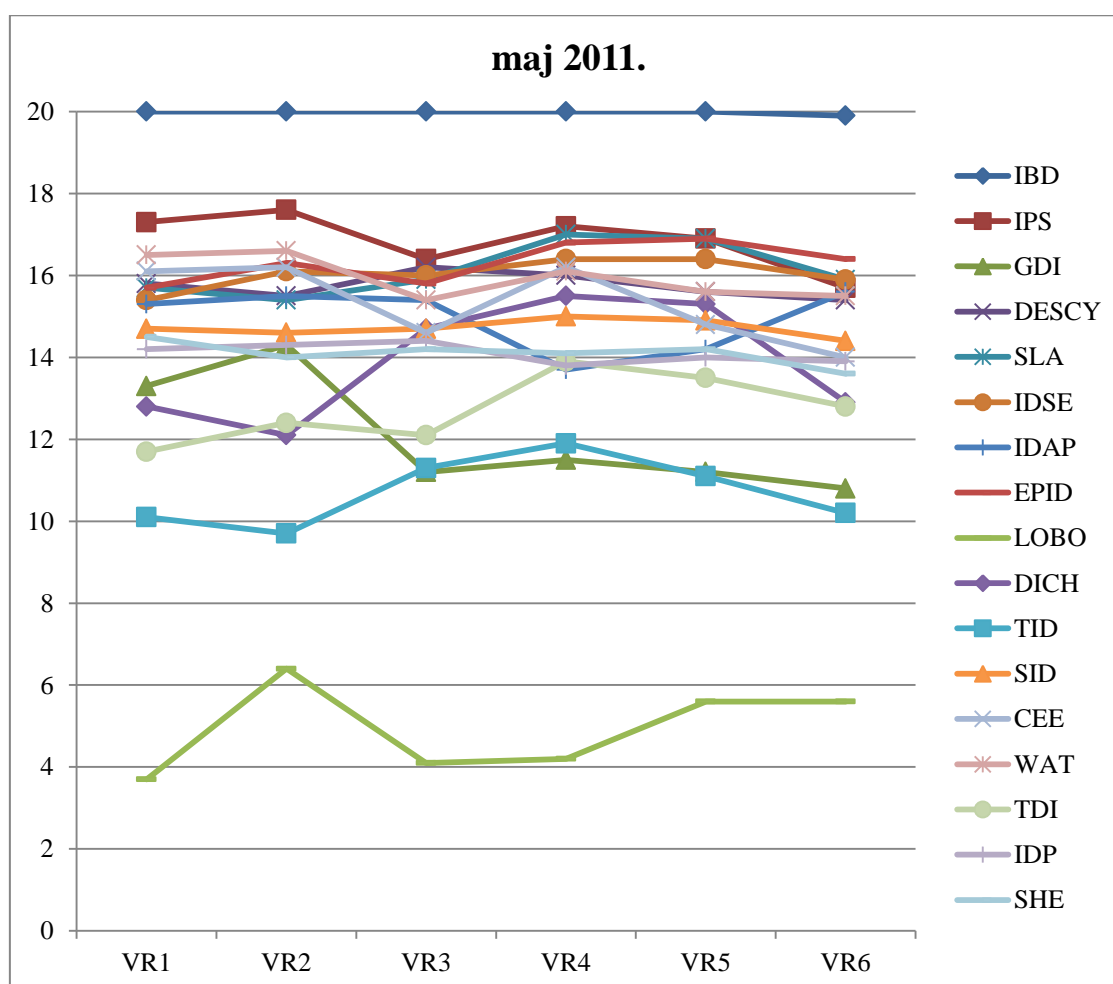
Grafik 14. CCA analiza odnosa ekoloških parametara i dominantnih taksona silikatnih algi. Glavne varijable:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , EP. Dodatne varijable: reke (Vrla, Mlava, Crnica i Radovanska reka), PR – lokaliteti pre ribnjaka, NR – lokaliteti nakon ribnjaka, sezone (proleće, leto, jesen, zima).

#### 4.4. Dijatomni indeksi i procena ekološkog statusa istraživanih reka

Ekološki status istraživanih reka je procenjen na osnovu vrednosti dijatomijskih indeksa kao biološkog parametra, kao i fizičko-hemijskih parametara zajedno sa biološkim prema „Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda”. Od ukupno 18 dijatomijskih indeksa, dobijenih pomoću softverskog paketa OMNIDIA 6.0.4, prikazane

su vrednosti 17, jer se TDIL indeks primenjuje samo za jezera. Pored grafičkog prikaza vrednosti dijatomnih indeksa za svaki mesec uzorkovanja, dat je i tabelarni prikaz klasa ekološkog statusa, tako što je određena klasa ekološkog statusa prikazana odgovarajućom bojom na osnovu prethodno opisane skale (Tabela 3). Posebna pažnja je posvećena vrednostima IPS i CEE indeksa, budući da oni predstavljaju obavezne biološke parametre pri oceni ekološkog statusa reka u Srbiji. Multivarijantna analiza, odnosno analiza redundantnosti, je urađena kako bi se sagledao odnos dijatomnih indeksa i ekoloških parametara, ali i međusobna korelacija dijatomnih indeksa.

#### 4.4.1. Reka Vrla



Grafik 15. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) u Vrlji tokom maja 2011. godine.

Vrednosti dijatomnih indeksa generalno ne pokazuju velike promene na različitim lokalitetima u reci Vrli tokom maja 2011. godine (Grafik 15). Na lokalitetu nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka (VR3) se uočava neznatno smanjenje vrednosti većine dijatomnih indeksa.

Na osnovu vrednosti većine indeksa, duž čitavog istraživanog dela toka, voda reke Vrle se može okarakterisati kao voda II klase, tj. voda dobrog ekološkog statusa (Tabela 43). Na odličan ekološki status, na svim lokalitetima, ukazuju vrednosti IBD indeksa. Vrednosti TID indeksa ukazuju na vodu umerenog ekološkog statusa na svim lokalitetima, dok vrednosti indeksa GDI, DICH i TDI ukazuju na umereni ekološki status na tri ili četiri lokaliteta. Jedino vrednosti LOBO indeksa ukazuju na vodu slabog i lošeg ekološkog statusa. Vrednosti IPS i CEE indeksa se kreću u rasponu od 14 do 17,6 ukazujući na vodu dobrog i odličnog ekološkog statusa (Tabela 43).

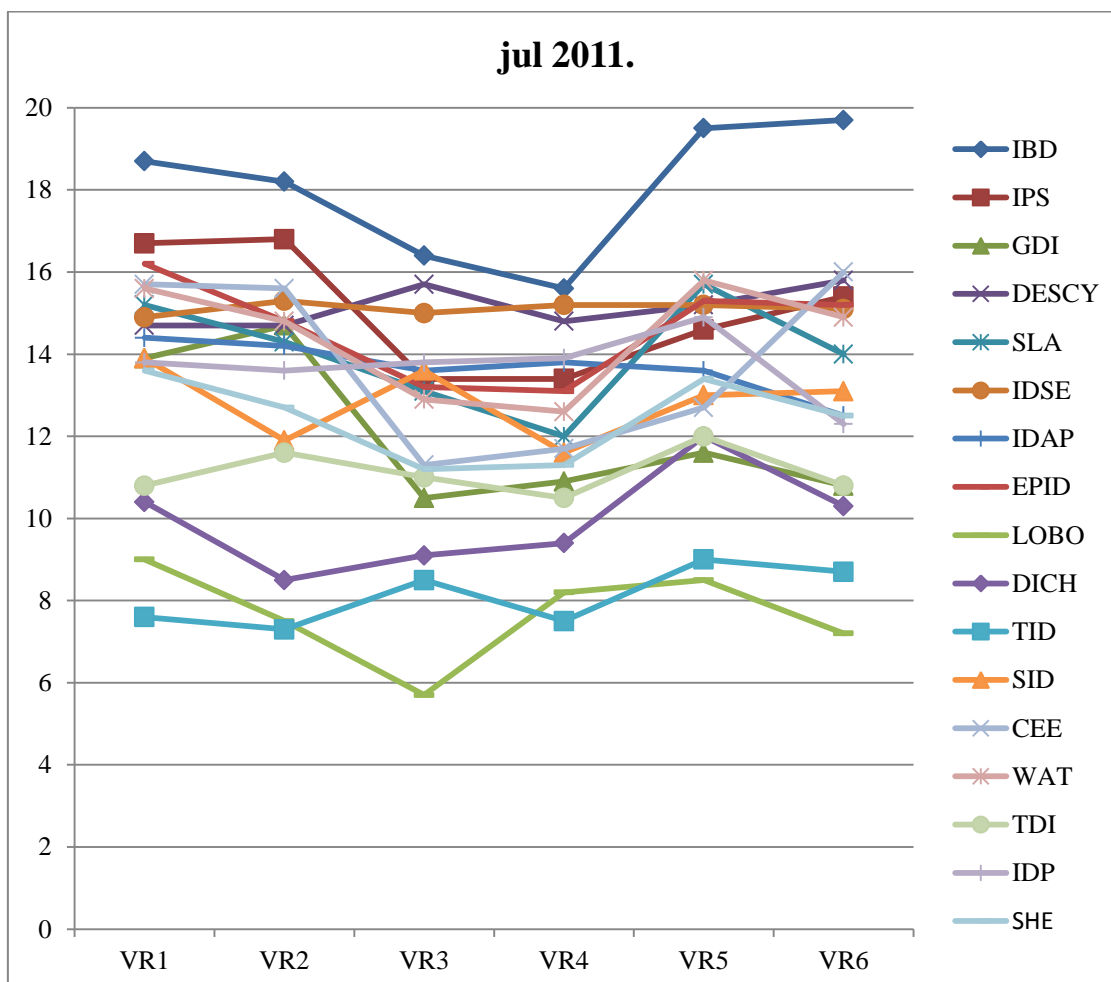
Tabela 43. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) tokom maja 2011. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
maj 2011.	VR1	20	17,3	13,3	15,8	15,7	15,4	15,3	15,7	3,7	12,8	10,1	14,7	16,1	16,5	11,7	14,2	14,5
	VR2	20	17,6	14,3	15,5	15,4	16,1	15,5	16,3	6,4	12,1	9,7	14,6	16,2	16,6	12,4	14,3	14
	VR3	20	16,4	11,2	16,2	15,9	16	15,4	15,8	4,1	14,7	11,3	14,7	14,6	15,4	12,1	14,4	14,2
	VR4	20	17,2	11,5	16	17	16,4	13,7	16,8	4,2	15,5	11,9	15	16,2	16,1	13,9	13,8	14,1
	VR5	20	16,9	11,2	15,6	16,9	16,4	14,2	16,9	5,6	15,3	11,1	14,9	14,8	15,6	13,5	14	14,2
	VR6	19,9	15,7	10,8	15,4	15,9	15,9	15,6	16,4	5,6	12,9	10,2	14,4	14	15,5	12,8	13,9	13,6

Vrednosti većine dijatomnih indeksa u julu 2011. godine pokazuju blagi trend smanjenja na trećem i četvrtom lokalitetu, a zatim se beleži njihovo postepeno povećanje. Međutim, u najvećem broju slučajeva te vrednosti se i dalje nalaze u opsegu iste klase ekološkog statusa (Grafik 16).

Najveći broj indeksa ukazuje na dobar ekološki status reke Vrle (II klasa kvaliteta) u julu 2011. godine duž čitavog istraživanog dela toka (Tabela 44). GDI, DICH i SHE ukazuju na vodu umerenog ekološkog statusa na većini lokaliteta, dok TDI ukazuje na isti ekološki status reke na svim lokalitetima. IBD ima najviše vrednosti, koje se nalaze u opsegu odličnog ekološkog statusa na 4 lokaliteta. LOBO i TID imaju najniže vrednosti, koje ukazuju na slab ekološki status na čak 5 lokaliteta. Vrednosti IPS na svih šest lokaliteta se nalaze u opsegu koji odgovara dobrom ekološkom statusu, dok

su vrednosti CEE na trećem, četvrtom i petom lokalitetu niže ukazujući na umeren ekološki status.

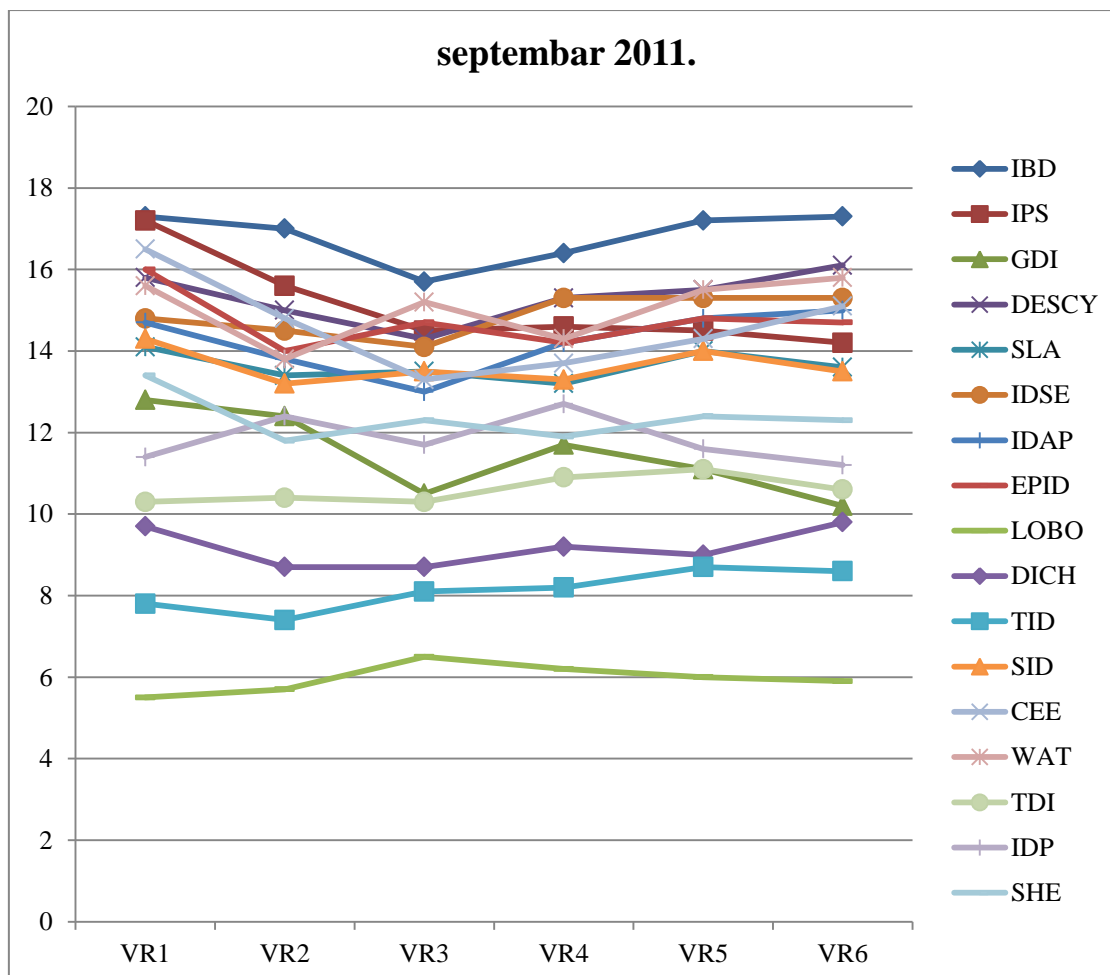


Grafik 16. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) u Vrli tokom jula 2011. godine.

Tabela 44. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) tokom jula 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
jul 2011.	VR1	18,7	16,7	13,9	14,7	15,2	14,9	14,4	16,2	9	10,4	7,6	13,9	15,7	15,6	10,8	13,8	13,6
	VR2	18,2	16,8	14,7	14,7	14,3	15,3	14,2	14,8	7,5	8,5	7,3	11,9	15,6	14,8	11,6	13,6	12,7
	VR3	16,4	13,4	10,5	15,7	13,1	15	13,6	13,2	5,7	9,1	8,5	13,6	11,3	12,9	11	13,8	11,2
	VR4	15,6	13,4	10,9	14,8	12	15,2	13,8	13,1	8,2	9,4	7,5	11,6	11,7	12,6	10,5	13,9	11,3
	VR5	19,5	14,6	11,6	15,2	15,7	15,2	13,6	15,3	8,5	12	9	13	12,7	15,8	12	14,9	13,4
	VR6	19,7	15,4	10,8	15,8	14	15,1	12,5	15,2	7,2	10,3	8,7	13,1	16	14,9	10,8	12,3	12,5

Vrednosti dijatomnih indeksa u septembru 2011. godine se kreću u ujednačenom opsegu na istraživanim lokalitetima (Grafik 17). Uočava se neznatno smanjenje vrednosti IBD, IPS, GDI, DESCY, CEE i IDP na trećem lokalitetu (nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka).



Grafik 17. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) u Vrli tokom septembra 2011. godine.

Na osnovu većine dijatomnih indeksa, voda reke Vrle, u septembru 2011. godine, se može okarakterisati kao voda dobrog ekološkog statusa duž čitavog istraživanog dela toka (Tabela 45). IBD i IPS ukazuju na odličan ekološki status reke Vrle na pojedinim lokalitetima. Na osnovu GDI, TDI, IDP i SHE indeksa, ekološki status reke Vrle je ocenjen kao umeren, a na osnovu vrednosti LOBO i TID indeksa kao slab duž čitavog istraživanog toka. Izuzetak je prvi lokalitet u slučaju SHE indeksa, čije vrednosti govore o dobrom ekološkom statusu vode. Na osnovu vrednosti IPS i CEE

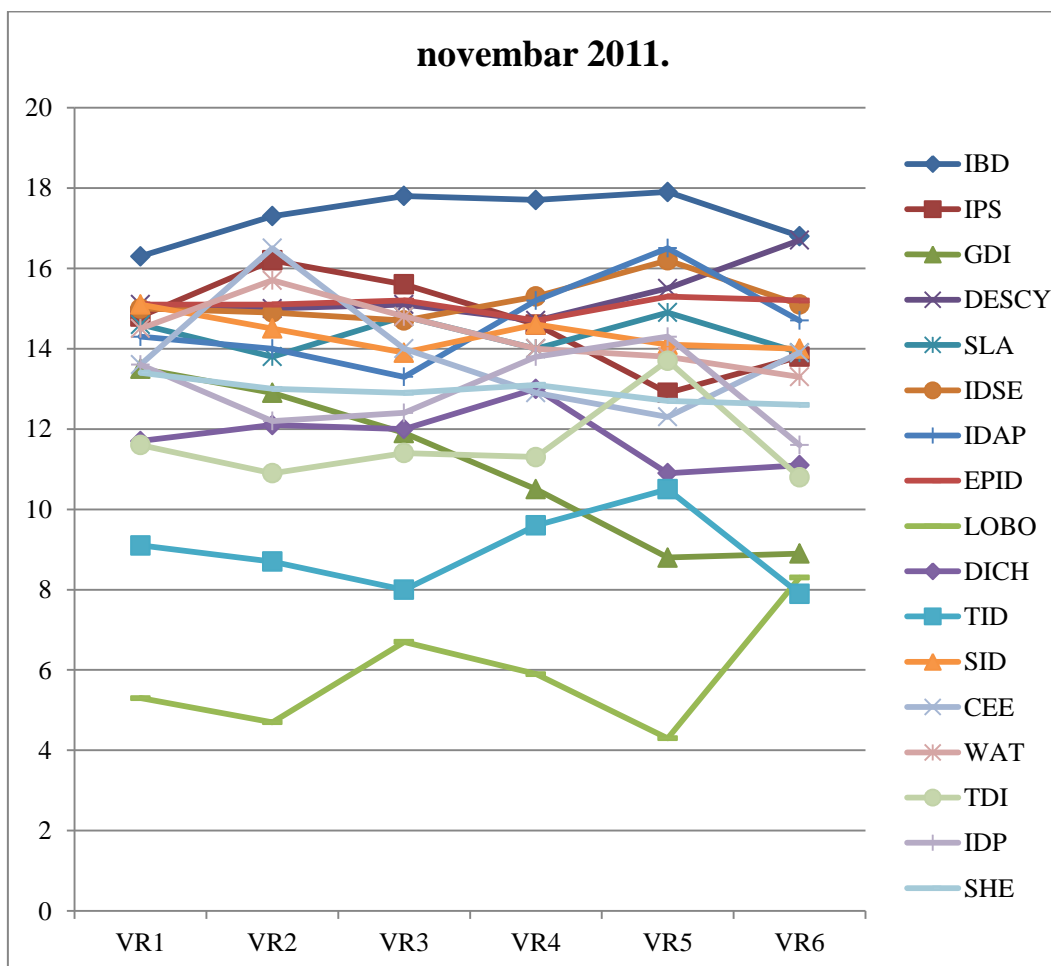


indeksa, voda reke Vrle je dobrog ekološkog statusa na svim lokalitetima, sa izuzetkom prvog lokaliteta, gde IPS ukazuje na odličan ekološki status.

Tabela 45. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) tokom septembra 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
septembar 2011. VR1	17,3	17,2	12,8	15,8	14,1	14,8	14,7	16	5,5	9,7	7,8	14,3	16,5	15,6	10,3	11,4	13,4
VR2	17	15,6	12,4	15	13,4	14,5	13,8	14	5,7	8,7	7,4	13,2	14,8	13,8	10,4	12,4	11,8
VR3	15,7	14,5	10,5	14,3	13,5	14,1	13	14,7	6,5	8,7	8,1	13,5	13,3	15,2	10,3	11,7	12,3
VR4	16,4	14,6	11,7	15,3	13,2	15,3	14,2	14,2	6,2	9,2	8,2	13,3	13,7	14,3	10,9	12,7	11,9
VR5	17,2	14,5	11,1	15,5	14	15,3	14,8	14,8	6	9	8,7	14	14,3	15,5	11,1	11,6	12,4
VR6	17,3	14,2	10,2	16,1	13,6	15,3	15	14,7	5,9	9,8	8,6	13,5	15,1	15,8	10,6	11,2	12,3

Vrednosti dijatomnih indeksa u novembru 2011. godine variraju u veoma uskom opsegu na različitim lokalitetima (Grafik 18).



Grafik 18. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) u Vrli tokom novembra 2011. godine.

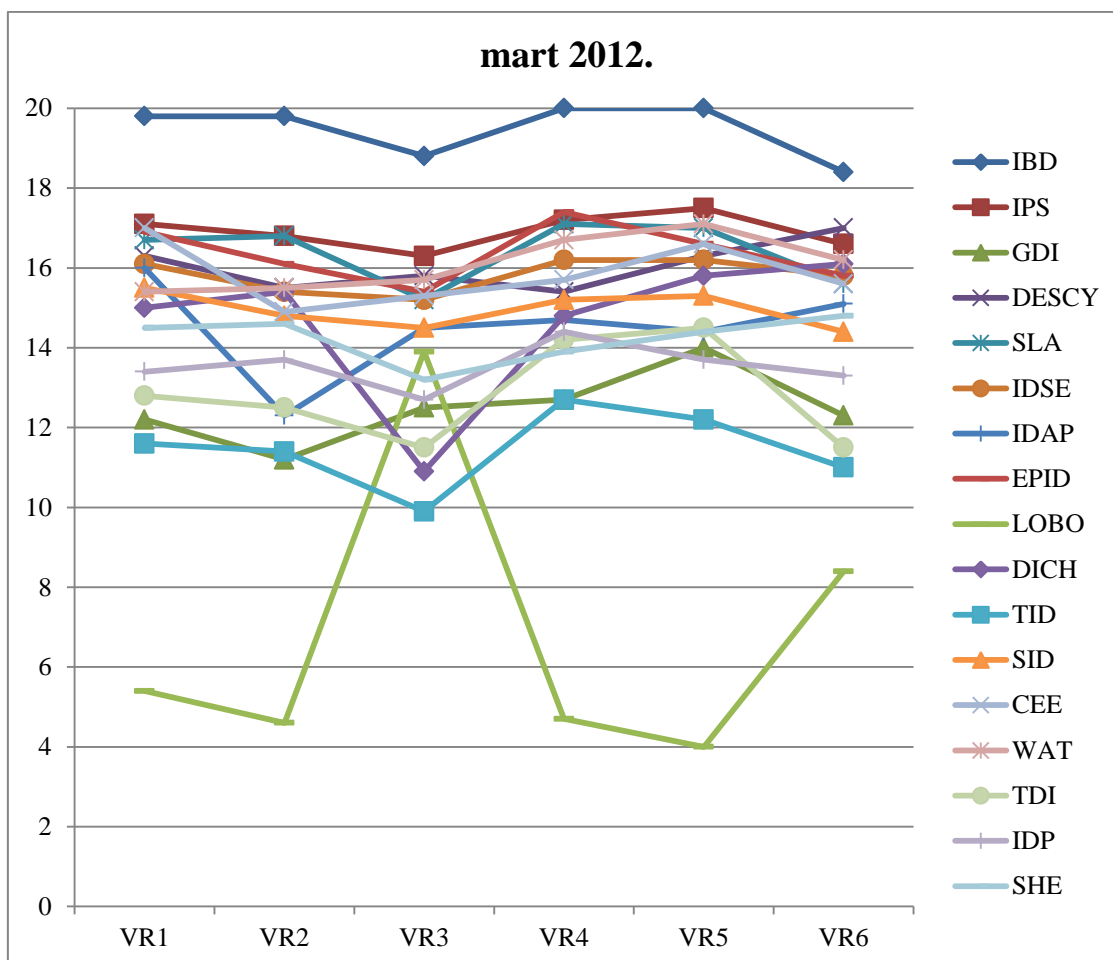
IBD ima najviše vrednosti (ukazujući na odličan ekološki status reke Vrle na većini lokaliteta), dok LOBO i TID imaju najniže vrednosti (ukazujući na umeren, slab i loš ekološki status). Na osnovu LOBO indeksa, voda na drugom i petom lokalitetu se može okarakteristi kao voda lošeg ekološkog statusa (Tabela 46). DICH i TID ukazuju na umeren ekološki status na većini lokaliteta, dok najveći broj indeksa ukazuje na dobar ekološki status reke Vrle duž čitavog istraživanog toka. IPS i CEE indeksi imaju veoma slične vrednosti na osnovu kojih je ekološki status reke ocenjen kao dobar (na većini lokaliteta) i umeren.

Tabela 46. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) tokom novembra 2011. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
novembar 2011.	VR1	16,3	14,8	13,5	15,1	14,6	15	14,3	15,1	5,3	11,7	9,1	15,1	13,6	14,5	11,6	13,6	13,4
	VR2	17,3	16,2	12,9	15	13,8	14,9	14	15,1	4,7	12,1	8,7	14,5	16,5	15,7	10,9	12,2	13
	VR3	17,8	15,6	11,9	15,1	14,8	14,7	13,3	15,2	6,7	12	8	13,9	14	14,8	11,4	12,4	12,9
	VR4	17,7	14,6	10,5	14,7	14	15,3	15,2	14,7	5,9	13	9,6	14,6	12,9	14	11,3	13,8	13,1
	VR5	17,9	12,9	8,8	15,5	14,9	16,2	16,5	15,3	4,3	10,9	10,5	14,1	12,3	13,8	13,7	14,3	12,7
	VR6	16,8	13,8	8,9	16,7	13,9	15,1	14,7	15,2	8,3	11,1	7,9	14	13,9	13,3	10,8	11,6	12,6

Većina dijatomnih indeksa u martu 2012. godine pokazuju trend blagog pada vrednosti na trećem lokalitetu, a zatim povećanja na četvrtom. Na Grafiku 19 se vidi da od ovog pravila jasno odstupa LOBO indeks, ali i indeksi GDI i IDAP.

Najveći broj indeksa ukazuje na dobar ekološki status reke Vrle u martu 2012. na većini istraživanih lokaliteta (Tabela 47). GDI, TID i TDI generalno ukazuju na umeren ekološki status, dok LOBO ukazuje na slab, pa čak i loš ekološki status na tri lokaliteta. Neki indeksi (IPS, DESCY, SLA, EPID, CEE i WAT) svedoče o odličnom ekološkom statusu na jednom, dva ili tri lokaliteta, dok se vrednosti IBD na svim lokalitetima nalaze u opsegu klase odličnog ekološkog statusa. Na osnovu IPS i CEE indeksa, ekološki status reke Vrle, u martu 2012. godine, je dobar i odličan u zavisnosti od lokaliteta.

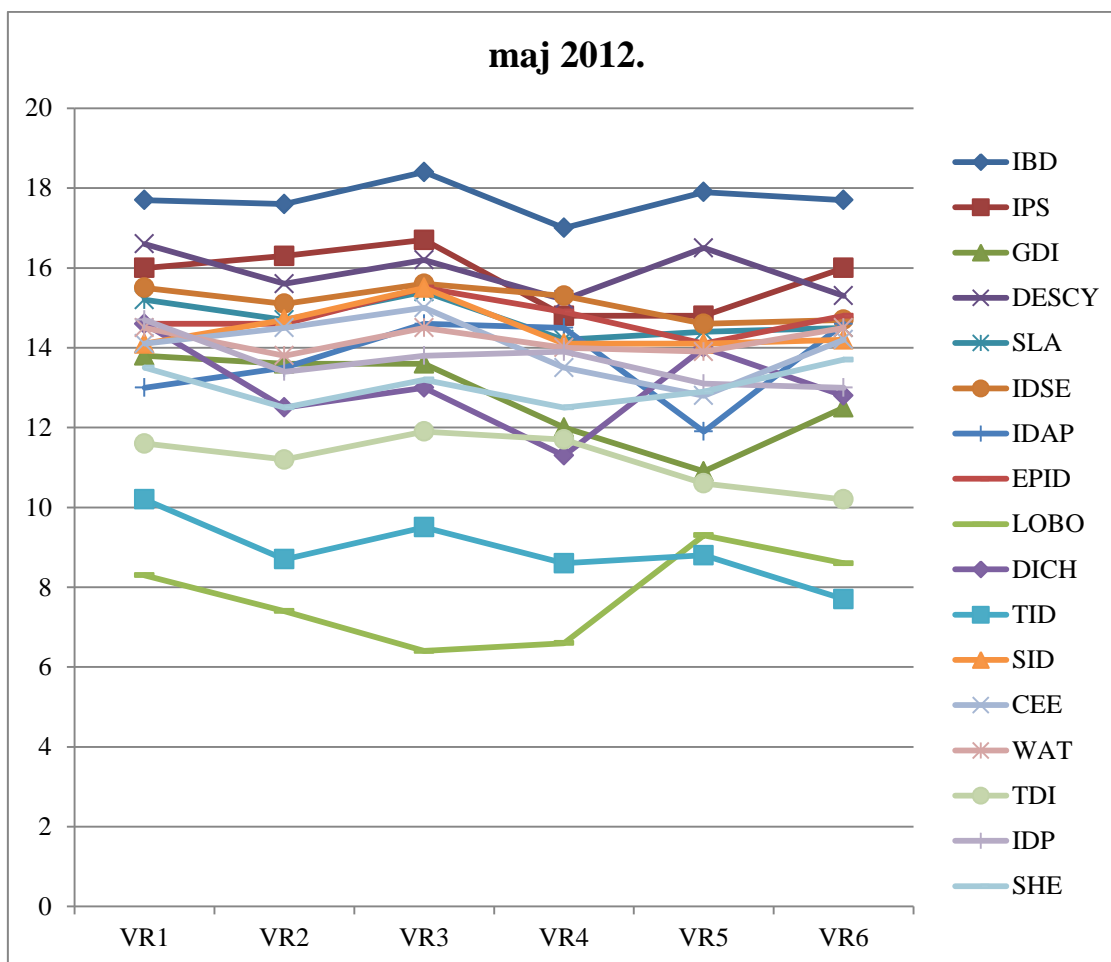


Grafik 19. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) u Vrli tokom marta 2012. godine.

Tabela 47. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) tokom marta 2012. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
mart 2012.	VR1	19,8	17,1	12,2	16,3	16,7	16,1	16	16,9	5,4	15	11,6	15,5	17	15,4	12,8	13,4	14,5
	VR2	19,8	16,8	11,2	15,5	16,8	15,4	12,3	16,1	4,6	15,4	11,4	14,8	14,9	15,5	12,5	13,7	14,6
	VR3	18,8	16,3	12,5	15,8	15,2	15,2	14,5	15,4	13,9	10,9	9,9	14,5	15,3	15,7	11,5	12,7	13,2
	VR4	20	17,2	12,7	15,4	17,1	16,2	14,7	17,4	4,7	14,8	12,7	15,2	15,7	16,7	14,2	14,4	13,9
	VR5	20	17,5	14	16,3	17	16,2	14,4	16,6	4	15,8	12,2	15,3	16,6	17,1	14,5	13,7	14,4
	VR6	18,4	16,6	12,3	17	15,6	15,8	15,1	15,8	8,4	16,1	11	14,4	15,6	16,2	11,5	13,3	14,8

U maju 2012. godine u reci Vrli se uočava blagi pad vrednosti dijatomnih indeksa na četvrtom lokalitetu. Izuzetak su indeksi LOBO i IDP (Grafik 20). Generalno, vrednosti dijatomnih indeksa se kreću u uskom opsegu, bez većih variranja u zavisnosti od lokaliteta.

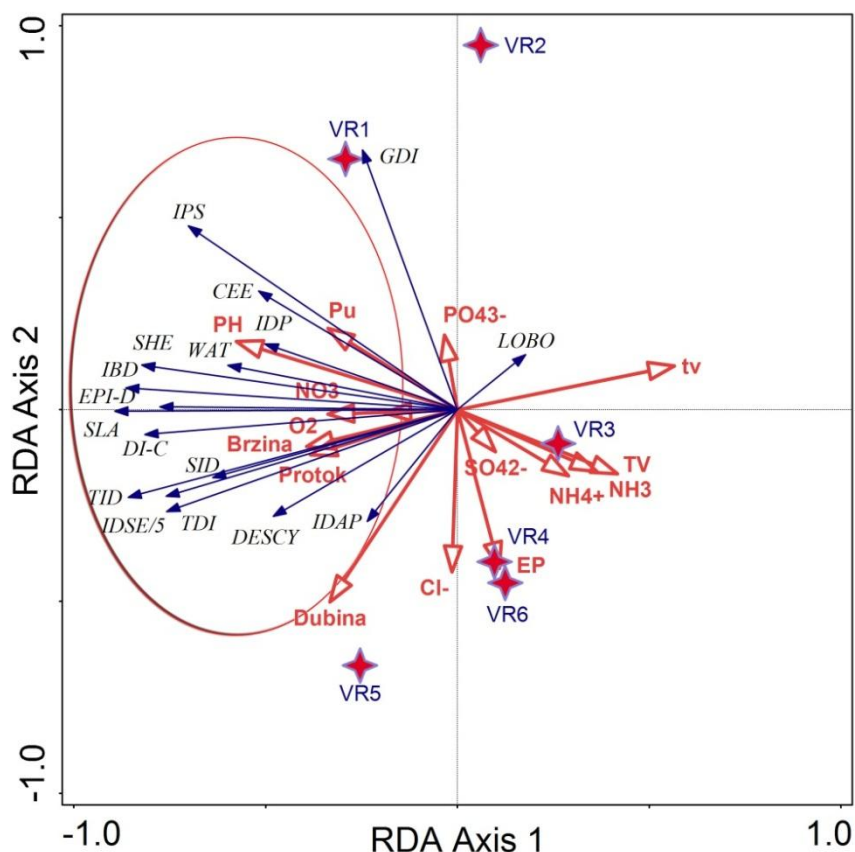


Grafik 20. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) u Vrli tokom maja 2012. godine.

Jedino indeksi LOBO i TID imaju značajno niže vrednosti u odnosu na ostale indekse. Njihove vrednosti svedoče o umerenom i slabom ekološkom statusu u zavisnosti od lokaliteta. Ipak, najveći broj indeksa ukazuje na dobar ekološki status duž celog istraživanog dela toka u maju 2012. godine (Tabela 48). Na osnovu vrednosti TDI, ekološki status reke Vrle je umeren na svim istraživanim lokalitetima, dok o istom ekološkom statusu, na pojedinim lokalitetima, svedoče i GDI, DICH i SHE. Kao i prethodnih meseci, i u maju 2012. godine vrednosti IBD indeksa su najviše i nalaze se u opsegu klase odličnog ekološkog statusa na svim istraživanim lokalitetima. Što se tiče IPS i CEE, njihove vrednosti malo variraju i nalaze se u opsegu klase dobrog ekološkog statusa. Jedino se izdvaja niža vrednost CEE indeksa na petom lokalitetu.

Tabela 48. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6) tokom maja 2012. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
maj 2012. VR1	17,7	16	13,8	16,6	15,2	15,5	13	14,6	8,3	14,6	10,2	14,1	14,1	14,5	11,6	14,7	13,5
VR2	17,6	16,3	13,6	15,6	14,7	15,1	13,5	14,6	7,4	12,5	8,7	14,7	14,5	13,8	11,2	13,4	12,5
VR3	18,4	16,7	13,6	16,2	15,4	15,6	14,6	15,5	6,4	13	9,5	15,5	15	14,5	11,9	13,8	13,2
VR4	17	14,8	12	15,2	14,2	15,3	14,5	14,9	6,6	11,3	8,6	14,1	13,5	14	11,7	13,9	12,5
VR5	17,9	14,8	10,9	16,5	14,4	14,6	11,9	14,1	9,3	14	8,8	14,1	12,8	13,9	10,6	13,1	12,9
VR6	17,7	16	12,5	15,3	14,5	14,7	14,6	14,8	8,6	12,8	7,7	14,2	14,2	14,5	10,2	13	13,7



Grafik 21. RDA dijagram odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara u Vrli na istraživanim lokalitetima (VR1-VR6).

RDA analiza (Grafik 21) daje prikaz odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara u reci Vrli i opisuje 68,2% ukupne varijabilnosti podataka. Svi indeksi osim LOBO su orjentisani ka levoj strani RDA dijagrama, pri čemu su međusobno korelisani. Ova grupa indeksa pozitivno koreliše sa velikim brojem ekoloških faktora, kao što su pH,  $P_u$ ,  $NO_3^-$ ,  $O_2$ , brzina vodenog toka, protok, dubina, a negativno sa parametrima koji se nalaze na desnoj strani RDA dijagrama. Za nijansu se iz ove grupe izdvaja indeks

GDI, koji pokazuje korelaciju sa  $\text{PO}_4^{3-}$ . Sa  $\text{PO}_4^{3-}$  takođe korelišu IPS i CEE. LOBO pokazuje najveće razlike u odnosu na druge indekse i pozitivno je korelišan sa  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $t_v$ , TV,  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NH}_3$ . Opcijom “interactive forward selection” utvrđeno je da su najznačajniji parametri, pH ( $r=-0,53$ ), TV ( $r=-0,38$ ) i  $t_v$  ( $r=-0,52$ ), korelisani sa prvom RDA osom.

Prema pravilnicima Republike Srbije, istraživani tok reke Vrle pripada tipu 4 vodnih tela (šifra vodnog tela - VRL\_4), koji se odnosi na male i srednje vodotoke, nadmorske visine preko 500 m, sa dominacijom krupne podloge.

Na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara, voda istraživanog dela reke Vrle pripada II klasi ekološkog statusa tj. ekološki status je ocenjen kao dobar (Tabela 49). Posmatrajući fitobentos, kao biološki parametar ocene ekološkog statusa, za reke tipa 4 u obzir se uzimaju vrednosti IPS i CEE indeksa. Na osnovu njihovih vrednosti i granica klasa datih u Pravilniku, voda istraživanog toka reke Vrle pripada II klasi ekološkog statusa, tj. ekološki status je ocenjen kao dobar (Tabele 50 i 51). Posmatrajući prosečne vrednosti CEE indeksa po lokalitetima (Tabela 50) uočava se pad kvaliteta vode od trećeg lokaliteta, koji se nalazi nizvodno od ribnjaka na reci Vrli.

Kombinovanjem biološkog i fizičko-hemijskog elementa, može se zaključiti da je konačan ekološki status vode istraživanog dela reke Vrle dobar (II klasa).

Tabela 49. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu fizičko-hemijskih parametara prema graničnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status, zelena boja - dobar).

FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6
pH vrednost	8,03	7,92	7,88	7,91	8,01	8,08
Rastvoreni kiseonik ( $\text{mg l}^{-1}$ )	9,40	9,20	9,00	9,00	9,10	8,80
Amonijum jon ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,09	0,09	0,13	0,15	0,13	0,08
Nitrati ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	1,52	1,16	1,87	2,37	2,95	2,03
Ortofosfati ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04
Ukupni rastvoreni fosfor (P) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,07
Hloridi ( $\text{mg l}^{-1}$ )	1,14	1,41	1,37	1,58	1,25	2,44

Tabela 50. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu fitobentosa (dijatomni indeksi) prema graničnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status, zelena boja - dobar). Prikazane su prosečne vrednosti dijaminih indeksa po lokalitetima.

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6
CEE	15,41	15,41	13,91	13,95	13,91	14,8
IPS	16,51	16,55	15,48	15,3	15,2	15,28

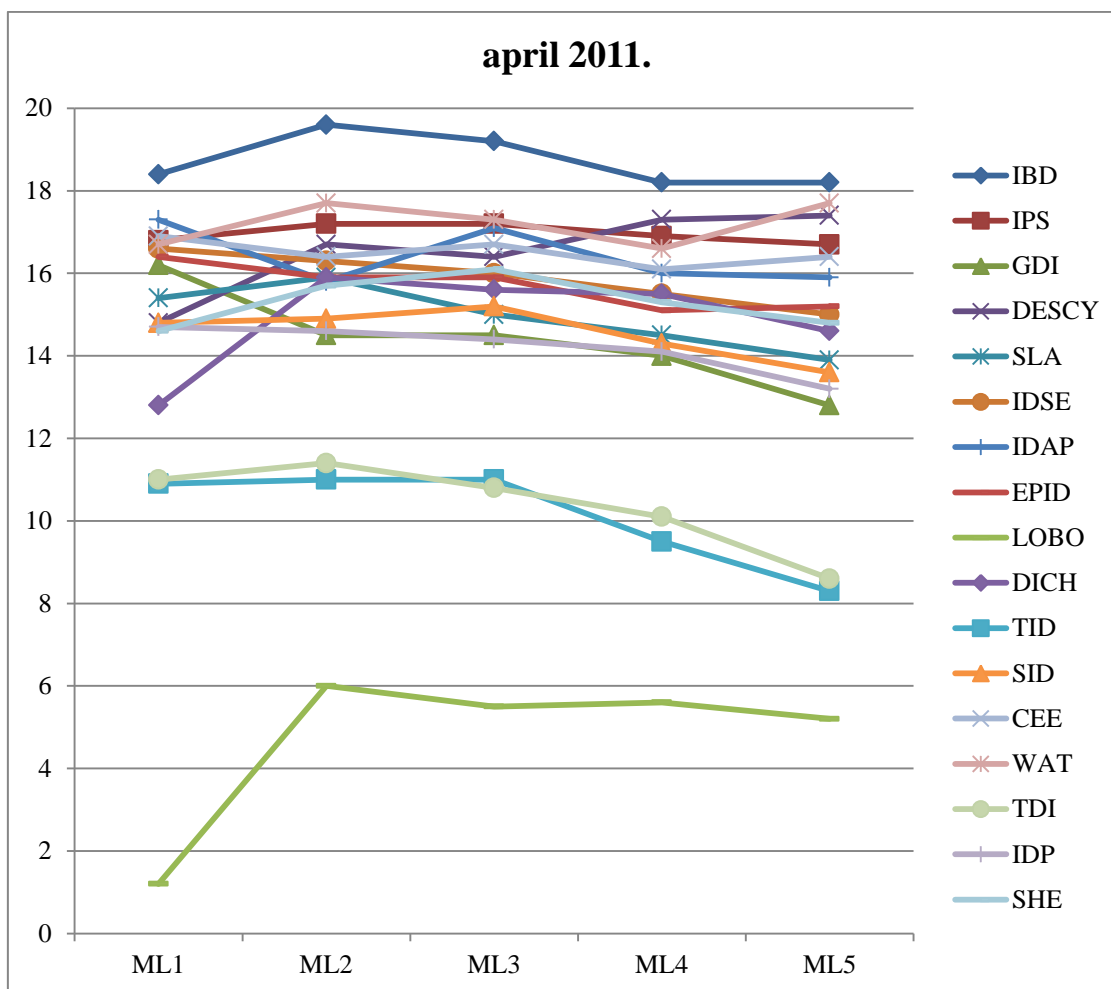
Tabela 51. Procena klase ekološkog statusa Vrle na osnovu fitobentosa (dijatomni indeksi) prema graničnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status, zelena boja - dobar). Prikazane su prosečne vrednosti dijaminih indeksa po mesecima uzorkovanja.

Mesec uzorkovanja/ Dijatomni indeksi	05.2011.	07.2011.	09.2011.	11.2011.	03.2012.	05.2012.
CEE	15,31	13,83	14,61	13,86	15,85	14,01
IPS	16,85	15,05	15,1	14,65	16,91	15,76

#### 4.4.2. Reka Mlava

Vrednosti dijaminih indeksa su generalno dosta ujednačene u aprilu 2011. godine duž čitavog istraživanog dela toka reke Mlave (Grafik 22). Uliv otpadnih voda iz ribnjaka (ML2) ne utiče na smanjenje njihovih vrednosti (izuzetak su GDI, IDAP i EPID).

Na osnovu većine dijaminih indeksa, ekološki status istraživanog dela toka reke Mlave, u maju 2011. godine, je dobar (Tabela 52). IBD, IPS, DESCY, IDAP i WAT ukazuju na odličan ekološki status duž čitavog istraživanog dela toka (IBD) ili na pojedinim lokalitetima. Dva indeksa (TID i TDI) svedoče o umerenom ekološkom statusu na prva četiri lokaliteta i slabom ekološkom statusu na petom lokalitetu. LOBO ukazuje na slab i loš ekološki status. Vrednosti ostalih indeksa se nalaze u opsegu koji odgovara klasi dobrog ekološkog statusa. CEE ukazuje na dobar ekološki status, dok IPS svedoči i o odličnom ekološkom statusu na dva lokaliteta (ML2 i ML3).



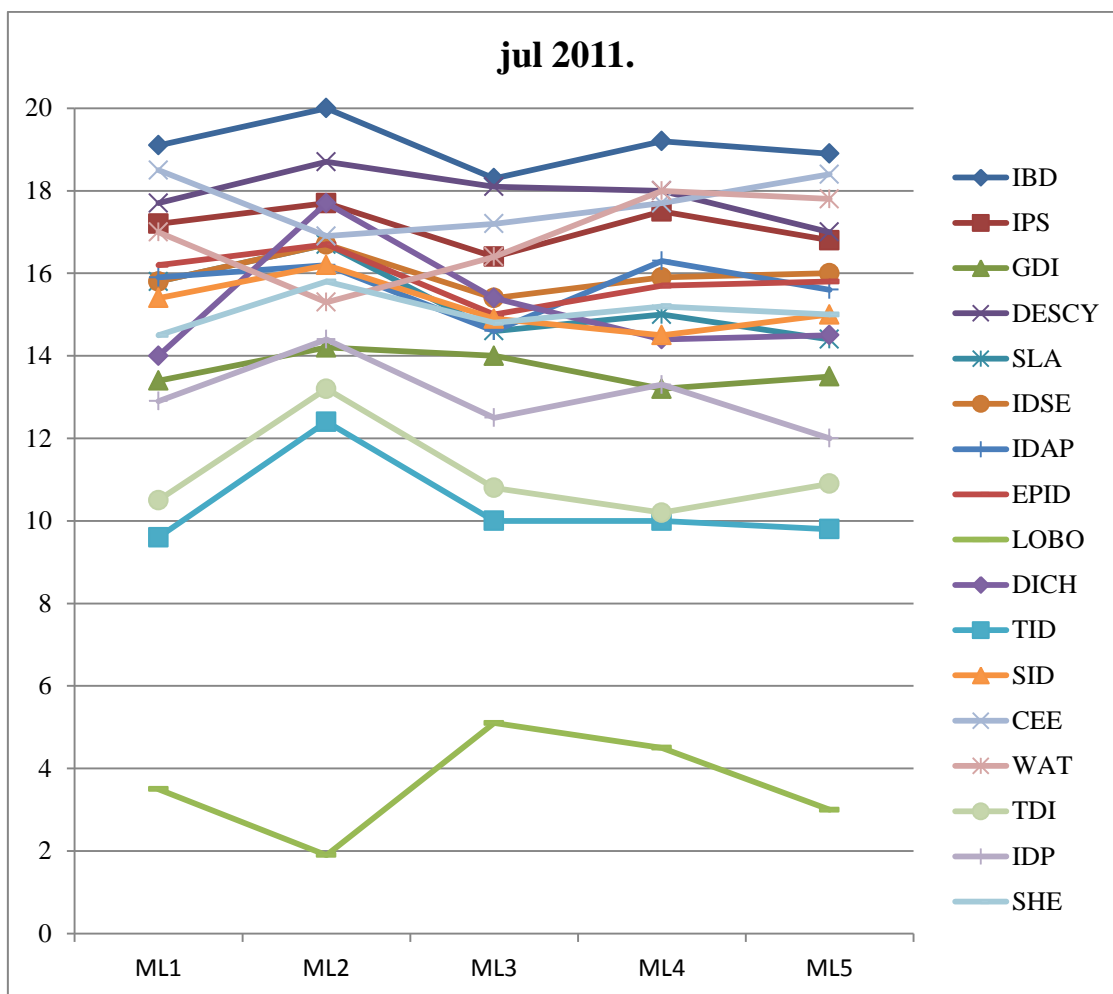
Grafik 22. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) u Mlavi tokom aprila 2011. godine.

Tabela 52. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) tokom aprila 2011. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
april 2011.	ML1	18,4	16,8	16,2	14,8	15,4	16,6	17,3	16,4	1,2	12,8	10,9	14,8	16,9	16,7	11	14,7	14,6
	ML2	19,6	17,2	14,5	16,7	15,9	16,3	15,8	15,9	6	15,9	11	14,9	16,4	17,7	11,4	14,6	15,7
	ML3	19,2	17,2	14,5	16,4	15	16	17,1	15,9	5,5	15,6	11	15,2	16,7	17,3	10,8	14,4	16,1
	ML4	18,2	16,9	14	17,3	14,5	15,5	16	15,1	5,6	15,5	9,5	14,3	16,1	16,6	10,1	14,1	15,3
	ML5	18,2	16,7	12,8	17,4	13,9	15	15,9	15,2	5,2	14,6	8,3	13,6	16,4	17,7	8,6	13,2	14,8

Dijatomni indeksi u julu 2011. godine u reci Mlavi pokazuju trend blagog porasta na drugom, a zatim blagog pada na trećem lokalitetu, da bi potom ponovo usledio trend blagog porasta (Grafik 23). Izuzetak predstavljaju tri indeksa (LOBO, CEE i WAT), čije se vrednosti smanjuju na drugom, a povećavaju na trećem lokalitetu.





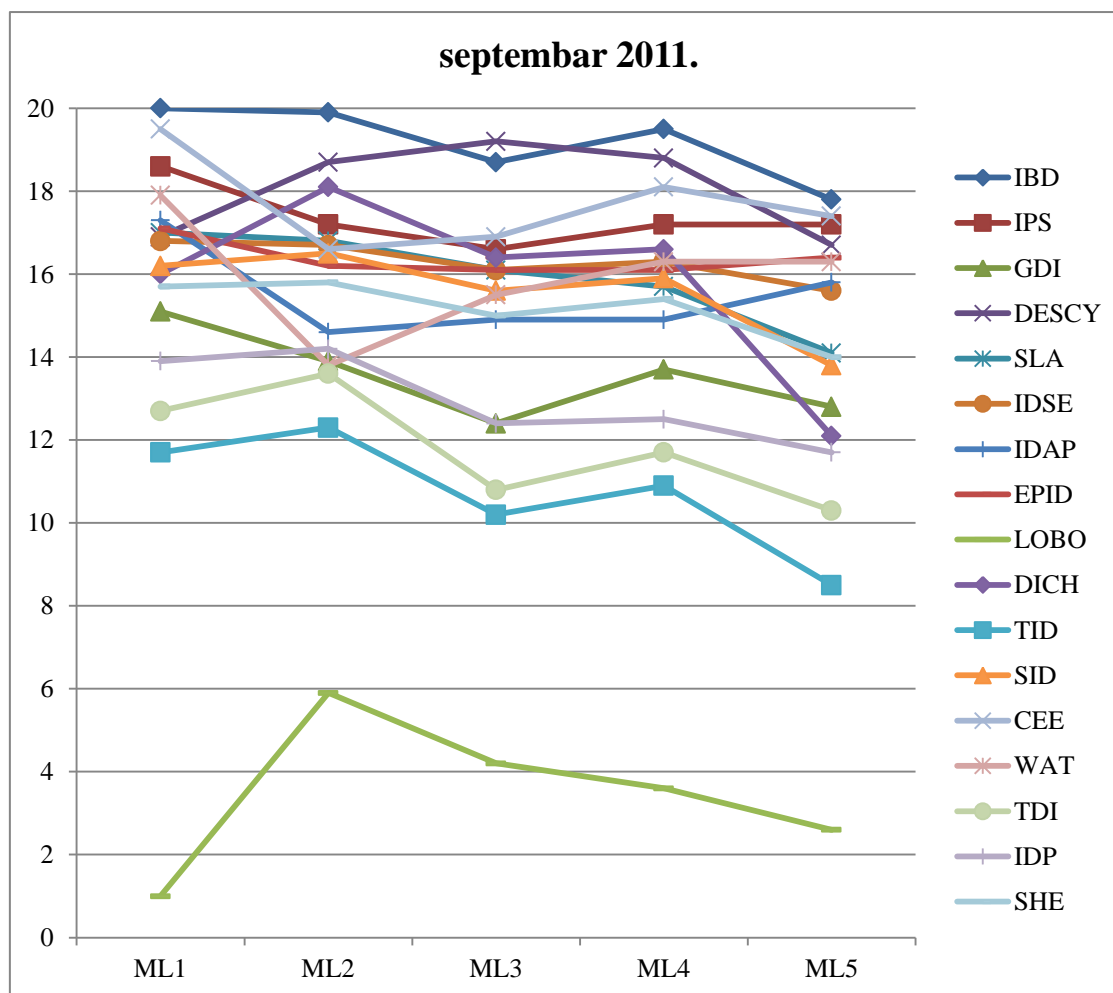
Grafik 23. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) u Mlavi tokom jula 2011. godine.

Vrednosti većine indeksa uglavnom ukazuju na dobar ekološki status reke Mlave u julu 2011. godine, duž čitavog istraživanog dela toka (Tabela 53). IBD, IPS, DESCY, CEE i WAT ukazuju na svim ili na većini lokaliteta na klasu odličnog ekološkog statusa. Umerenom ekološkom statusu odgovaraju vrednosti TID duž čitavog dela istraživanog toka, kao i vrednosti TDI i IDP na većini lokaliteta. Jedino vrednosti LOBO indeksa odgovaraju slabom (na trećem lokalitetu) i lošem ekološkom statusu. Vrednosti IPS i CEE indeksa se nalaze u opsegu koji odgovara klasi dobrog i odličnog ekološkog statusa u zavisnosti od lokaliteta.

Tabela 53. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) tokom jula 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
ML1	19,1	17,2	13,4	17,7	15,8	15,8	15,9	16,2	3,5	14	9,6	15,4	18,5	17	10,5	12,9	14,5
ML2	20	17,7	14,2	18,7	16,7	16,7	16,2	16,7	1,9	17,7	12,4	16,2	16,9	15,3	13,2	14,4	15,8
ML3	18,3	16,4	14	18,1	14,6	15,4	14,6	15	5,1	15,4	10	14,9	17,2	16,4	10,8	12,5	14,8
ML4	19,2	17,5	13,2	18	15	15,9	16,3	15,7	4,5	14,4	10	14,5	17,7	18	10,2	13,3	15,2
ML5	18,9	16,8	13,5	17	14,4	16	15,6	15,8	3	14,5	9,8	15	18,4	17,8	10,9	12	15

Dijatomni indeksi, u septembru 2011. godine, slično kao u julu, pokazuju trend blagog pada na trećem lokalitetu, a potom trend blagog porasta na četvrtom (Grafik 24). Kao i prethodnog meseca, CEE i WAT indeksi predstavljaju izuzetke, ali i DESCY i IDAP.



Grafik 24. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) u Mlavi tokom septembra 2011. godine.

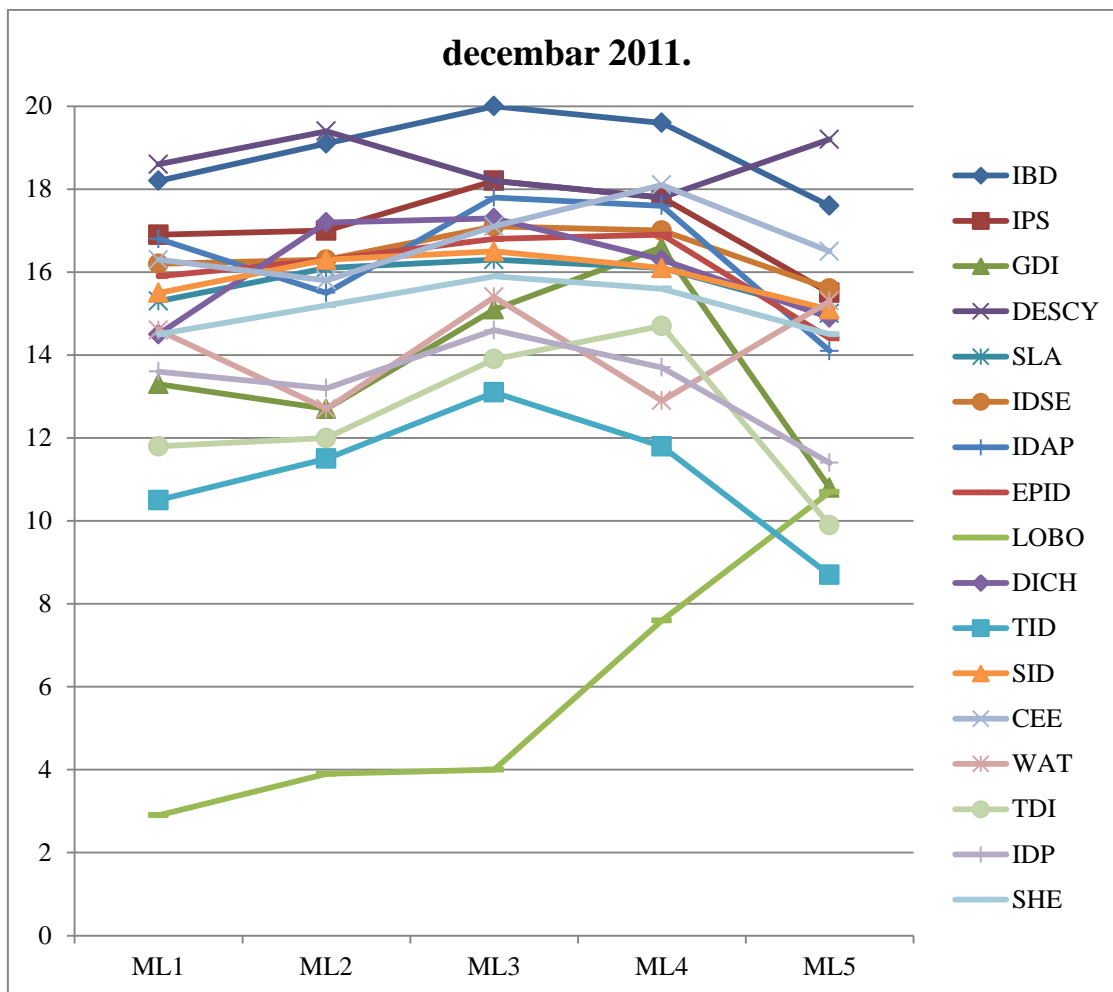
Vrednosti dijatomnih indeksa su veoma slične vrednostima dobijenim za prethodni mesec, ukazujući na dobar ekološki status duž čitavog istraživanog dela reke Mlave (Tabela 54). IBD, IPS, DESCY, CEE indeksi, ukazuju na dobar ekološki status na svim ili većini istraživanih lokaliteta, dok SLA, IDAP, EPID i WAT ukazuju na isti ekološki status na prvom lokalitetu. Vrednosti TID, TDI i IDP indeksa odgovaraju umerenom ekološkom statusu na većini lokaliteta. LOBO ukazuje na loš i samo na jednom lokalitetu (ML2) na slab ekološki status, što predstavlja veoma sličnu situaciju kao i prethodnog meseca. Vrednosti IPS i CEE, odgovaraju klasi dobrog i odličnog ekološkog statusa, u zavisnosti od lokaliteta.

Tabela 54. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) tokom septembra 2011. godine.

septembar 2011.	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
	ML1	20	18,6	15,1	16,9	17	16,8	17,3	17,1	1	16	11,7	16,2	19,5	17,9	12,7	13,9	15,7
ML2	19,9	17,2	13,9	18,7	16,8	16,7	14,6	16,2	5,9	18,1	12,3	16,5	16,6	13,8	13,6	14,2	15,8	
ML3	18,7	16,6	12,4	19,2	16,1	16,1	14,9	16,1	4,2	16,4	10,2	15,6	16,9	15,5	10,8	12,4	15	
ML4	19,5	17,2	13,7	18,8	15,7	16,3	14,9	16,1	3,6	16,6	10,9	15,9	18,1	16,3	11,7	12,5	15,4	
ML5	17,8	17,2	12,8	16,7	14,1	15,6	15,8	16,4	2,6	12,1	8,5	13,8	17,4	16,3	10,3	11,7	14	

U decembru 2011. godine se uočava blagi pad vrednosti većine dijatomnih indeksa posle trećeg lokaliteta (Grafik 25). GDI, EPID, LOBO, CEE i TDI predstavljaju izuzetke.

Ekološki status reke Mlave, na osnovu većine indeksa, u decembru 2011. godine, je ocenjen kao dobar duž čitavog istraživanog dela toka (Tabela 55). Situacija je slična situaciji iz prethodna dva meseca. IBD, IPS, DESCY, IDSE, IDAP, DICH i CEE ukazuju na odličan ekološki status na svim ili na nekoliko lokaliteta. Vrednosti TID, WAT i TDI odgovaraju umerenom ekološkom statusu reke na dva ili tri lokaliteta, dok vrednosti LOBO indeksa odgovaraju lošem ekološkom statusu na prva tri lokaliteta. Na osnovu vrednosti IPS i CEE, ekološki status je dobar i odličan, u zavisnosti od lokaliteta.



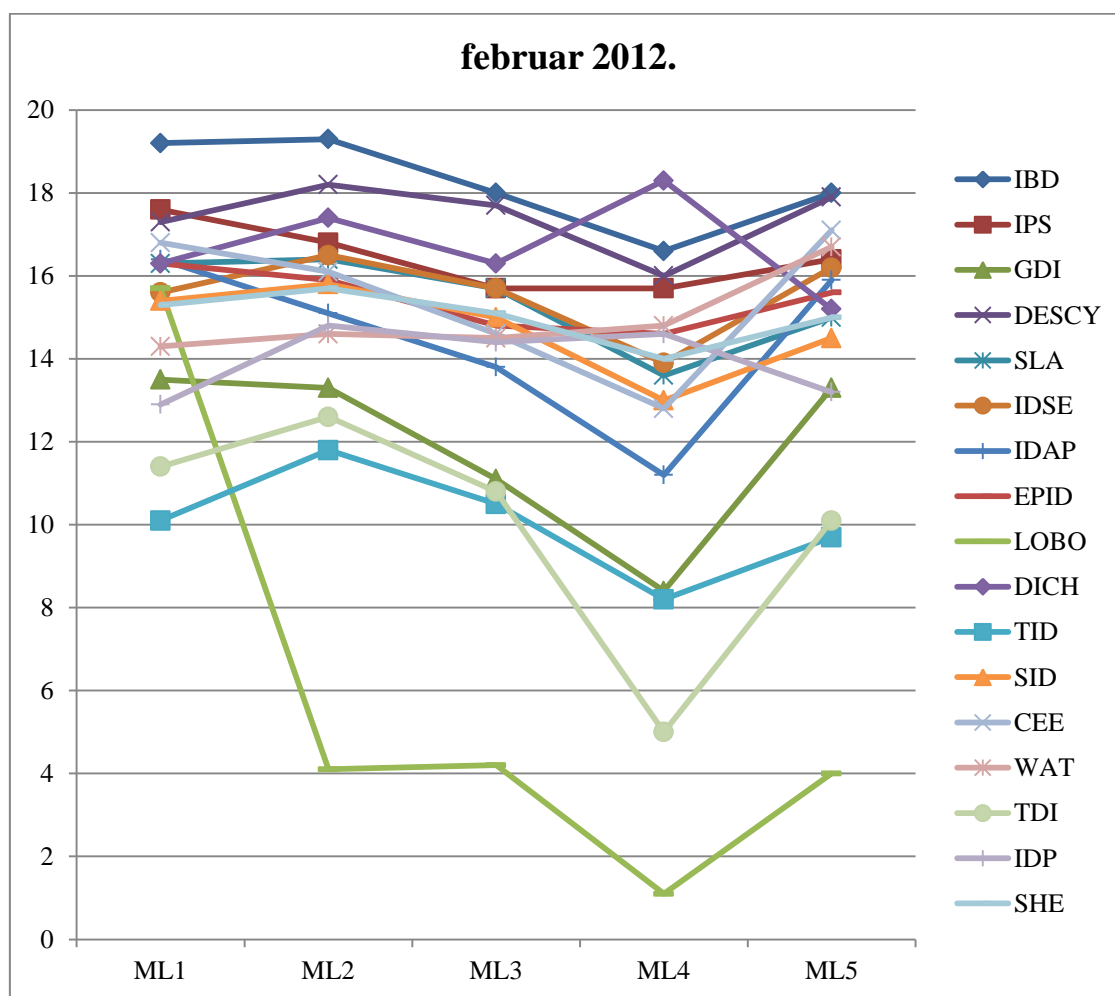
Grafik 25. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) u Mlavi tokom decembra 2011. godine.

Tabela 55. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) tokom decembra 2011. godine.

decembar 2011.	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
	ML1	18,2	16,9	13,3	18,6	15,3	16,2	16,8	15,9	2,9	14,5	10,5	15,5	16,3	14,6	11,8	13,6	14,5
	ML2	19,1	17,0	12,7	19,4	16,1	16,3	15,5	16,3	3,9	17,2	11,5	16,3	15,8	12,7	12,0	13,2	15,2
	ML3	20,0	18,2	15,1	18,2	16,3	17,1	17,8	16,8	4,0	17,3	13,1	16,5	17,1	15,4	13,9	14,6	15,9
	ML4	19,6	17,8	16,6	17,8	16,1	17,0	17,6	16,9	7,6	16,3	11,8	16,1	18,1	12,9	14,7	13,7	15,6
	ML5	17,6	15,5	10,8	19,2	15,0	15,6	14,1	14,4	10,7	14,9	8,7	15,1	16,5	15,3	9,9	11,4	14,5

Svi dijatomni indeksi (izuzev LOBO) u februaru 2012. godine pokazuju trend blagog pada posle drugog lokaliteta i ponovnog porasta na petom lokalitetu (Grafik 26). LOBO pokazuje veliki pad vrednosti na drugom lokalitetu i nešto manji na četvrtom.

Dobrom ekološkom statusu reke Mlave u februaru 2012. godine odgovaraju vrednosti većine indeksa (Tabela 56). IBD i DESCY ukazuju na odličan ekološki status reke na većini lokaliteta (samo na ML4 je dobar). Vrednosti TID i TDI odgovaraju klasi umerenog ekološkog statusa. Izuzetak je takođe ML4, gde je ekološki status reke slab. Vrednost LOBO indeksa se naglo smanjuje od drugog lokaliteta, tako da on ukazuje na dobar ekološki status na prvom, dok na ostalim lokalitetima ukazuje na loš. Vrednosti IPS se kreću u opsegu koji odgovara klasi dobrog i odličnog ekološkog statusa, dok vrednosti CEE ukazuju umeren, dobar (na većini lokaliteta) i odličan ekološki status reke Mlave u februaru 2012.

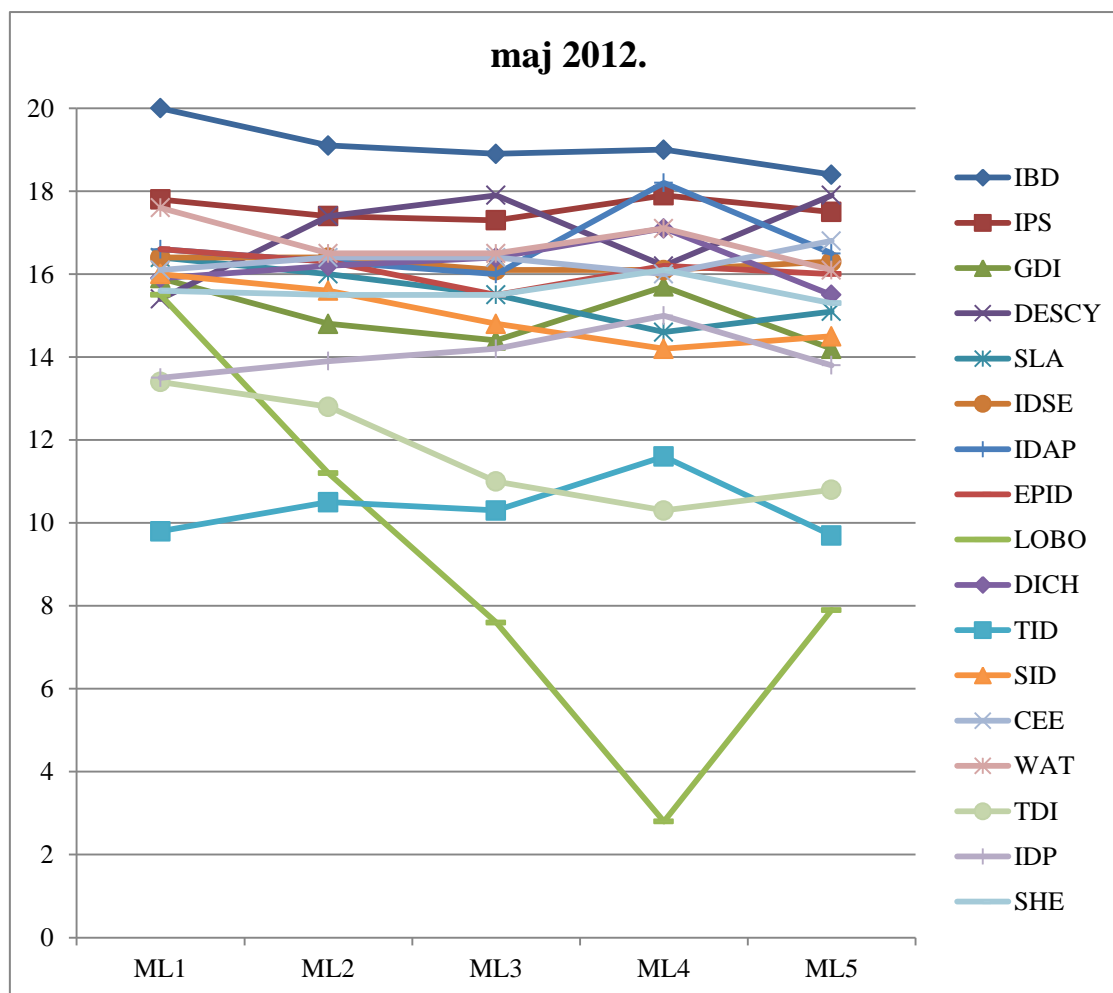


Grafik 26. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) u Mlavi tokom februara 2012. godine.

Tabela 56. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) tokom februara 2012. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
februar 2012. ML1	19,2	17,6	13,5	17,3	16,3	15,6	16,4	16,3	5,7	16,3	10,1	15,4	16,8	14,3	11,4	12,9	15,3
ML2	19,3	16,8	13,3	18,2	16,4	16,5	15,1	15,9	4,1	17,4	11,8	15,8	16,1	14,6	12,6	14,8	15,7
ML3	18	15,7	11,1	17,7	15,7	15,7	13,8	14,8	4,2	16,3	10,5	15	14,6	14,5	10,8	14,4	15,1
ML4	16,6	15,7	8,4	16	13,6	13,9	11,2	14,6	1,1	18,3	8,2	13	12,8	14,8	5	14,6	14
ML5	18	16,4	13,3	17,9	15	16,2	15,9	15,6	4	15,2	9,7	14,5	17,1	16,7	10,1	13,2	15

Vrednosti većine indeksa, u maju 2012. variraju u uskom opsegu duž istraživanog toka reke Mlave (Grafik 27). Izuzetak je LOBO indeks, čija se vrednost smanjuje sve do četvrtog lokaliteta, a zatim raste na petom lokalitetu, iako je i dalje veoma niska u odnosu na prvi lokalitet.



Grafik 27. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) u Mlavi tokom maja 2012. godine.

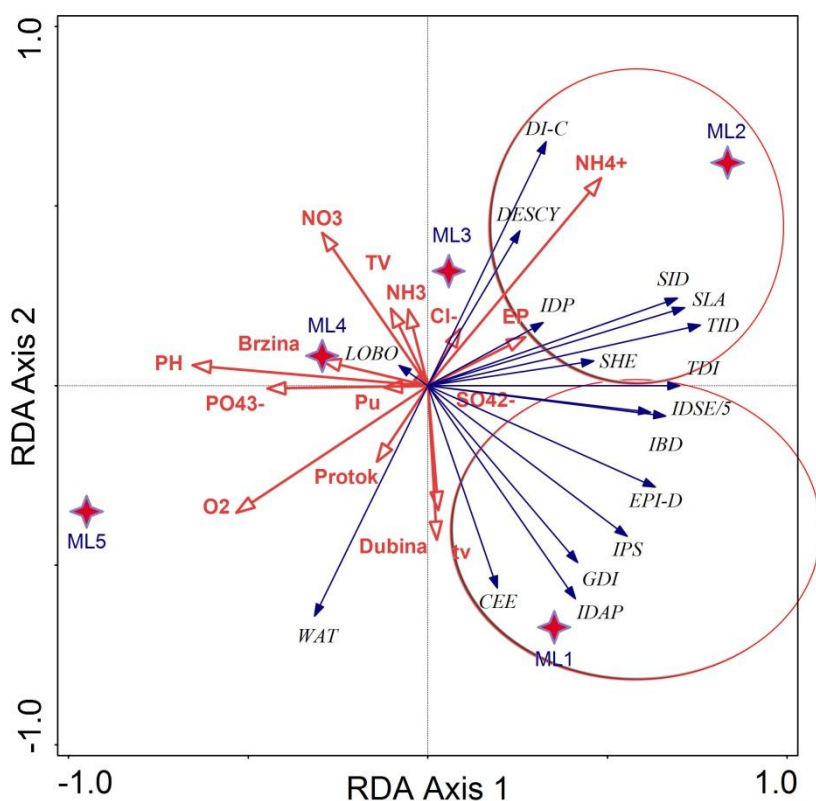
IBD i IPS imaju najviše vrednosti koje ukazuju na odličan ekološki status istraživanog toka reke Mlave u maju 2012. godine (Tabela 57). Na osnovu vrednosti DESCY, IDAP, DICH i WAT, ekološki status reke Mlave je odličan na jednom, dva ili tri lokaliteta. Vrednosti TID i TDI se nalaze u opsegu koji odgovara klasi umerenog ekološkog statusa. Ekološki status na osnovu LOBO indeksa varira u rasponu od dobrog do lošeg idući nizvodno. Ipak, većina indeksa ukazuje na dobar ekološki status duž čitavog istraživanog dela toka. Vrednosti IPS i CEE indeksa ukazuju na različite klase ekološkog statusa. Vrednosti IPS indeksa su više i na osnovu njih ekološki status istraživanog dela reke Mlave je ocenjen kao odličan. CEE indeks ukazuje na dobar ekološki status duž čitavog istraživanog dela toka.

Tabela 57. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (ML1-ML5) tokom maja 2012. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
maj 2012.	ML1	20	17,8	15,9	15,4	16,4	16,4	16,6	16,6	15,5	15,9	9,8	16	16,1	17,6	13,4	13,5	15,6
	ML2	19,1	17,4	14,8	17,4	16	16,4	16,3	16,3	11,2	16,2	10,5	15,6	16,4	16,5	12,8	13,9	15,5
	ML3	18,9	17,3	14,4	17,9	15,5	16,1	16	15,5	7,6	16,4	10,3	14,8	16,4	16,5	11	14,2	15,5
	ML4	19	17,9	15,7	16,2	14,6	16,1	18,2	16,2	2,8	17,1	11,6	14,2	16	17,1	10,3	15	16,1
	ML5	18,4	17,5	14,2	17,9	15,1	16,3	16,5	16	7,9	15,5	9,7	14,5	16,8	16,1	10,8	13,8	15,3

RDA analiza dijatomnih indeksa i ekoloških parametara reke Mlave opisuje 61,4% varijabilnosti u podacima. Veliki broj dijatomnih indeksa, takođe je međusobno korelisan, i to su oni indeksi čiji se vektori pružaju ka desnoj strani RDA dijagrama (Grafik 28).

Dijatomni indeksi koji se nalaze u donjem desnom kvadrantu RDA dijagrama, među kojima su IPS i CEE, pozitivno su korelisani sa dubinom i  $t_v$ . WAT se donekle izdvaja iz ove grupe i pored dubine i  $t_v$  pozitivno koreliše sa protokom i  $O_2$ , ali i  $PO_4^{3-}$  i pH. Dijatomni indeksi u gornjem desnom kvadrantu pozitivno korelišu sa  $NH_4^+$ , EP i  $Cl^-$ . Indeksi DI-CH i DESCY pokazuju pozitivnu korelaciju i sa  $NO_3^-$ ,  $NH_3$  i TV. LOBO u odnosu na ostale dijatomne indekse pokazuje negativnu korelaciju ili nije korelisan sa njima, a što se tiče faktora, pozitivno je korelisan sa svima koji se nalaze sa leve strane prve RDA ose, među kojima se izdvajaju  $NO_3^-$ , pH i brzina vodenog toka.



Grafik 28. RDA dijagram odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara u Mlavi na istraživnim lokalitetima (ML1-ML5).

Prema pravilnicima Republike Srbije, istraživani tok reke Mlave pripada tipu 3 vodnih tela (šifra vodnog tela - ML\_7), koji se odnosi na male i srednje vodotoke, nadmorske visine do 500 m, sa dominacijom krupne podloge.

Na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara, voda istraživanog dela reke Mlave pripada III klasi ekološkog statusa, tj. ekološki status je ocenjen kao umeren (Tabela 58). Kada se posmatra biološki element (u našem slučaju fitobentos), prema Pravilniku, za reke tipa 3 se takođe uzimaju u obzir vrednosti IPS i CEE indeksa. U odnosu na fitobentos voda istraživanog dela reke Mlave pripada I klasi ekološkog statusa, tj. ekološki status je ocenjen kao odličan (Tabele 59 i 60).

Uzimajući u obzir ekološki status na osnovu fizičko-hemijskih i bioloških parametara, može se zaključiti da je konačan ekološki status vode istraživanog dela reke Mlave umeren (III klasa).



Tabela 58. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu fizičko-hemijskih parametara prema граниčnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status, zelena boja - dobar, žuta boja - umeren).

FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
pH vrednost	7,55	7,82	7,95	8,06	8,04
Rastvoreni kiseonik (mg l <sup>-1</sup> )	9,30	7,70	9,40	10,60	9,10
Amonijum jon (NH <sub>4</sub> -N) (mg l <sup>-1</sup> )	0,12	0,45	0,38	0,25	0,17
Nitrati (NO <sub>3</sub> -N) (mg l <sup>-1</sup> )	1,10	6,00	5,70	5,10	3,50
Ortofosfati (PO <sub>4</sub> -P) (mg l <sup>-1</sup> )	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Ukupni rastvoreni fosfor (P) (mg l <sup>-1</sup> )	0,03	0,06	0,07	0,06	0,08
Hloridi (mg l <sup>-1</sup> )	1,66	2,25	2,04	1,80	1,86

Tabela 59. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu bioloških parametara (fitobentos) prema граниčnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status). Prikazane su prosečne vrednosti indeksa po lokalitetima.

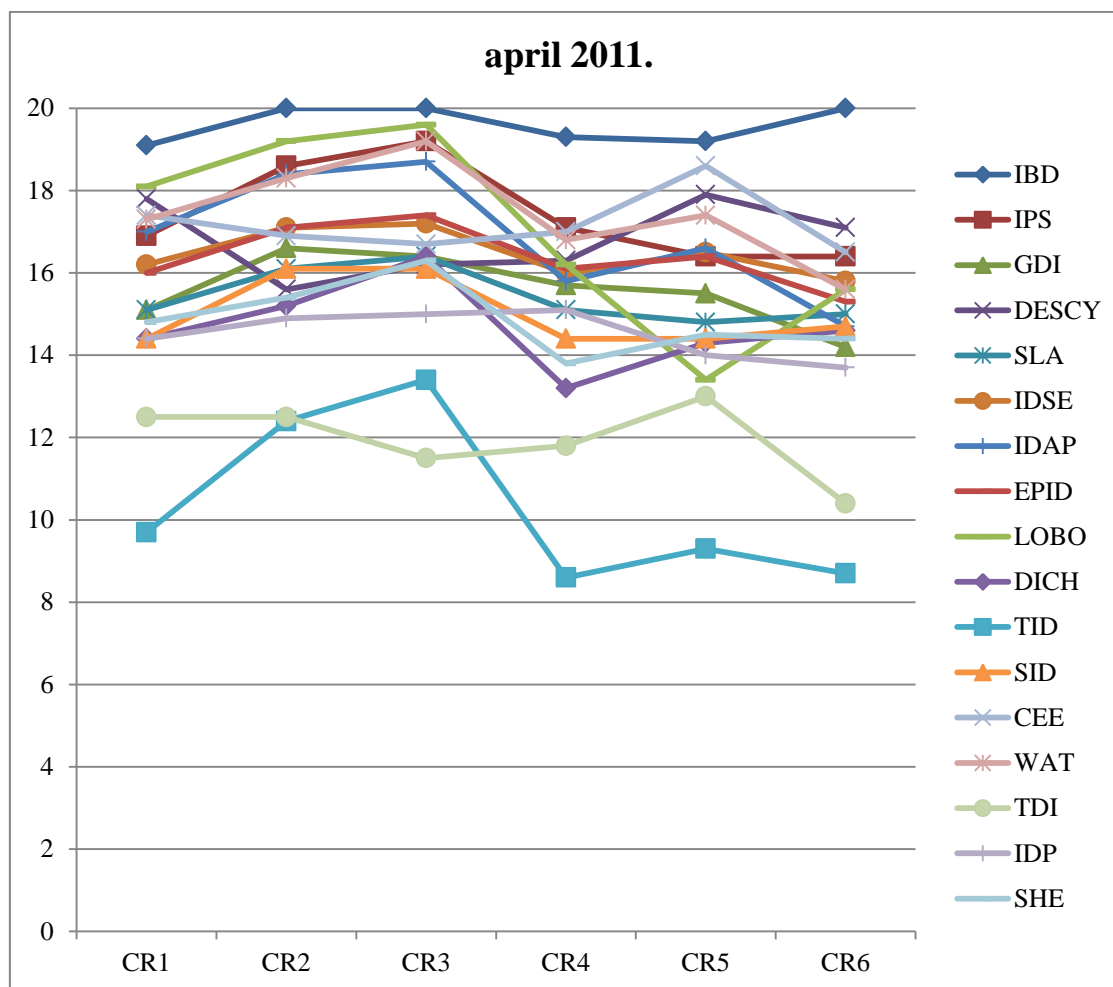
Lokaliteti / Dijatomni indeksi	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
CEE	17,35	16,36	16,48	16,46	17,1
IPS	17,48	17,21	16,9	17,16	16,68

Tabela 60. Procena klase ekološkog statusa Mlave na osnovu bioloških parametara (fitobentos) prema граниčnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status). Prikazane su prosečne vrednosti indeksa po mesecima uzorkovanja.

Mesec uzorkovanja/ Dijatomni indeksi	04.2011.	07.2011.	09.2011.	12.2011.	02.2012.	05.2012.
CEE	16,5	17,74	17,7	16,76	15,48	16,34
IPS	16,96	17,12	17,36	17,08	16,44	17,58

#### 4.4.3. Reka Crnica

Većina diatomnih indeksa u aprilu 2011. godine, duž istraživanog dela reke Crnice, pokazuje trend povećanja vrednosti do trećeg lokaliteta, a zatim trend smanjenja, tako da su najviše vrednosti indeksa uočljive na trećem, a najniže na četvrtom lokalitetu (Grafik 29). Na petom lokalitetu, u najvećem broju slučajeva, uočava se trend blagog povećanja vrednosti, a na šestom, trend pada vrednosti.



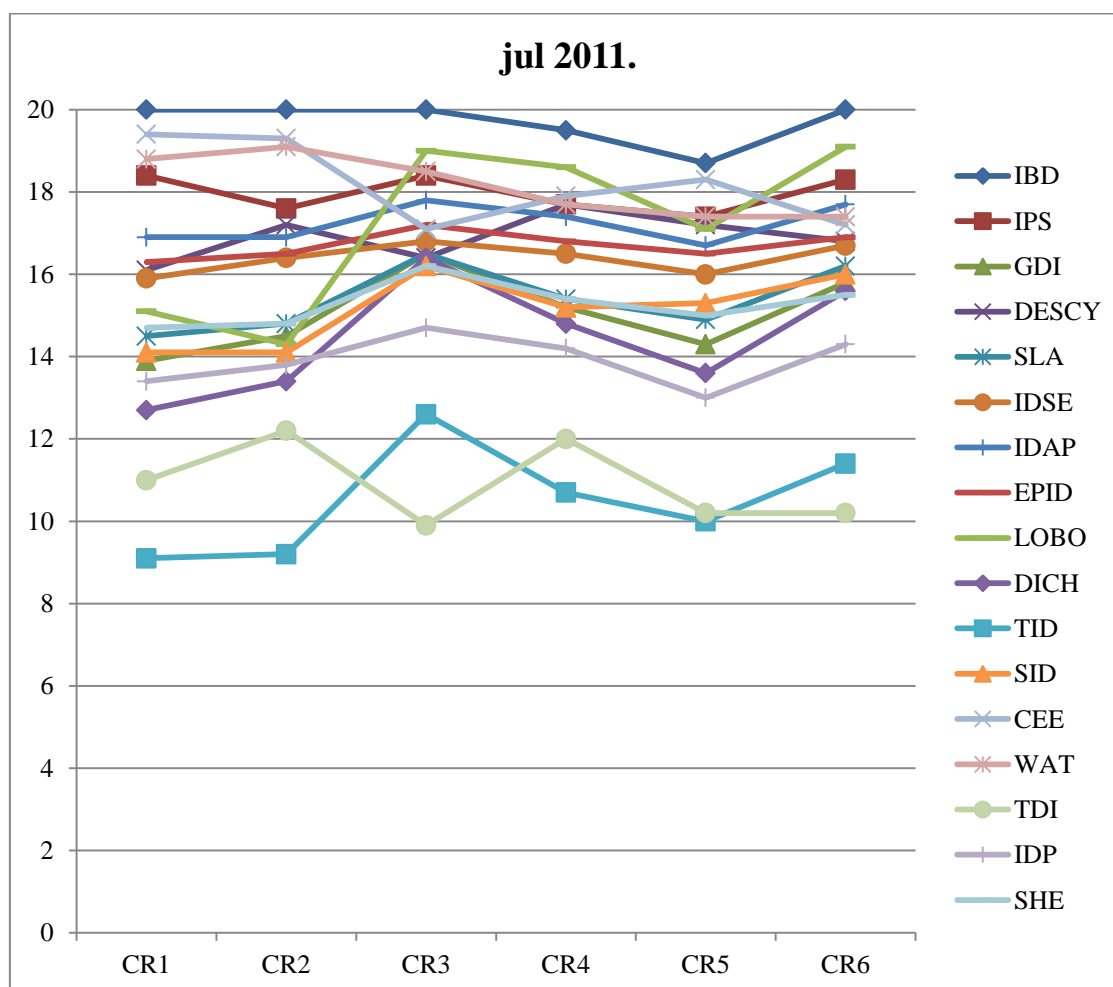
Grafik 29. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) u Crnici tokom aprila 2011. godine.

Većina dijatomnih indeksa, u aprilu 2011. godine, pokazuju da je voda reke Crnice dobrog i odličnog ekološkog statusa duž istraživanog dela vodotoka (Tabela 61). Vrednosti 7 indeksa (IBD, IPS, DESCY, IDAP, LOBO, CEE i WAT) se nalaze u opsegu klase odličnog ekološkog statusa na svim ili većini ispitivanih lokaliteta, dok IDSE i LOBO ukazuju na odličan ekološki status vode na dva lokaliteta. Vrednosti ostalih indeksa (osim TID i TDI) odgovaraju dobrom ekološkom statusu. TDI ukazuje na umeren ekološki status, a TID na umeren i slab ekološki status reke. Izuzetak su treći i peti lokalitet, čije se vrednosti kreću u opsegu klase dobrog ekološkog statusa na osnovu TID, odnosno TDI indeksa. Ekološki status reke Crnice je dobar i odličan, na osnovu IPS i CEE indeksa.

Tabela 61. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) tokom aprila 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
april 2011.	CR1	19,1	16,9	15,1	17,8	15,1	16,2	17	16	18,1	14,4	9,7	14,4	17,4	17,3	12,5	14,4	14,8
	CR2	20	18,6	16,6	15,6	16,1	17,1	18,4	17,1	19,2	15,2	12,4	16,1	16,9	18,3	12,5	14,9	15,4
	CR3	20	19,2	16,4	16,2	16,4	17,2	18,7	17,4	19,6	16,4	13,4	16,1	16,7	19,2	11,5	15	16,3
	CR4	19,3	17,1	15,7	16,3	15,1	16	15,8	16,1	16,2	13,2	8,6	14,4	17	16,8	11,8	15,1	13,8
	CR5	19,2	16,4	15,5	17,9	14,8	16,5	16,6	16,4	13,4	14,3	9,3	14,4	18,6	17,4	13	14	14,5
	CR6	20	16,4	14,2	17,1	15	15,8	14,7	15,3	15,6	14,6	8,7	14,7	16,5	15,6	10,4	13,7	14,4

U julu 2011. godine, dijatomni indeksi pokazuju sličan trend kao u aprilu iste godine (Grafik 30). Naime, uočava se trend povećanja njihovih vrednosti sve do trećeg lokaliteta, nakon koga sledi trend pada. Međutim, u julu, ovaj trend pada je uočljiv sve do petog lokaliteta, kada sledi povećanje vrednosti dijatomnih indeksa.



Grafik 30. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) u Crnici tokom jula 2011. godine.

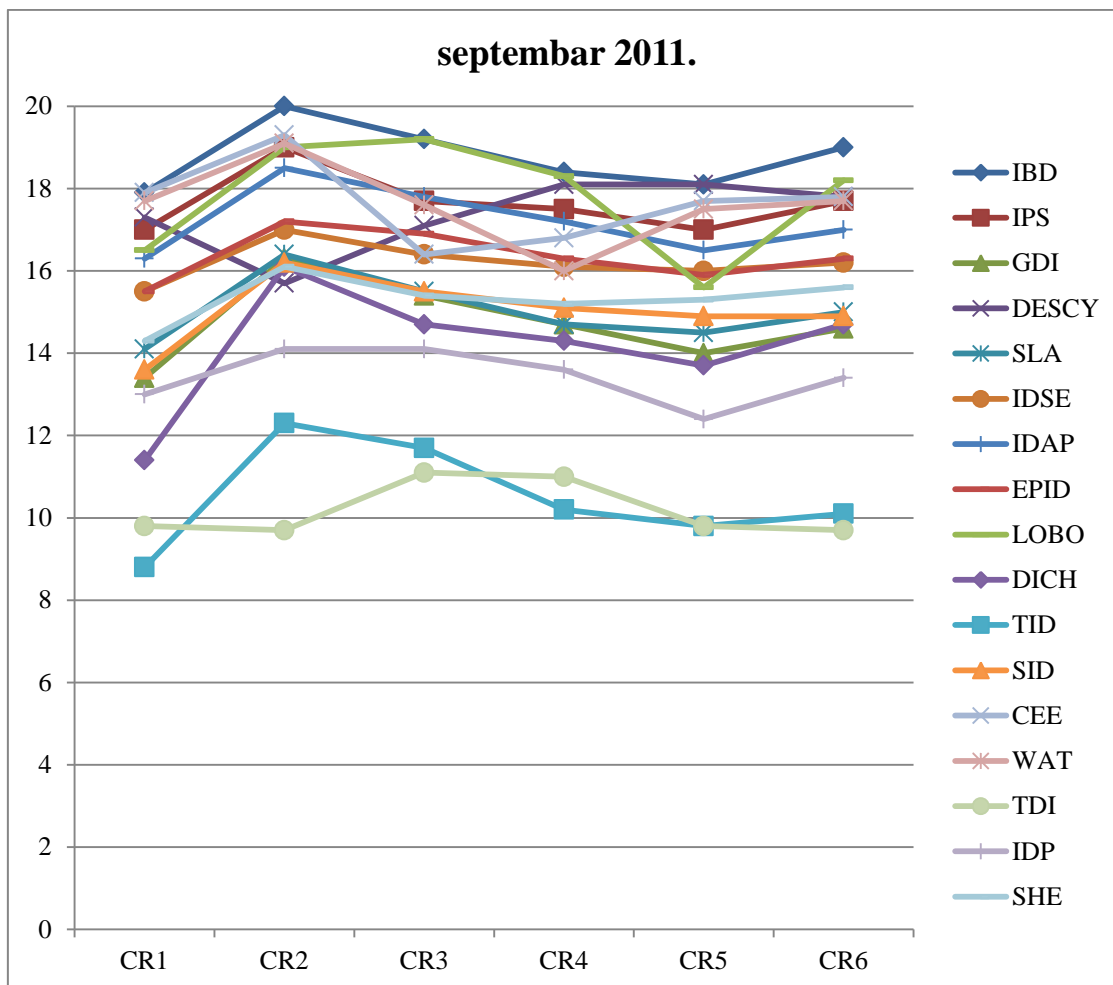
Što se tiče ekološkog statusa reke Crnice u julu 2011. godine, situacija je veoma slična kao u aprilu. Ne postoje veće varijacije ni između indeksa, ni između lokaliteta kada se posmatraju vrednosti jednog indeksa (Tabela 62). Naime, samo indeksi TID i TDI ukazuju na umeren ekološki status, dok vrednosti ostalih indeksa odgovaraju dobrom i odličnom ekološkom statusu. Na osnovu vrednosti IBD, IPS, CEE i WAT indeksa, ekološki status reke Crnice, duž čitavog istraživanog dela vodotoka, je odličan. DESCY i IDAP takođe ukazuju na odličan ekološki status vode na tri lokaliteta, dok EPID ukazuje na istu klasu ekološkog statusa na jednom lokalitetu. Svi ostali indeksi se nalaze u opsegu koji odgovara klasi dobrog ekološkog statusa.

Tabela 62. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu dijaminih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) tokom jula 2011. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
jul 2011.	CR1	20	18,4	13,9	16,1	14,5	15,9	16,9	16,3	15,1	12,7	9,1	14,1	19,4	18,8	11	13,4	14,7
	CR2	20	17,6	14,5	17,2	14,8	16,4	16,9	16,5	14,3	13,4	9,2	14,1	19,3	19,1	12,2	13,8	14,8
	CR3	20	18,4	16,5	16,4	16,5	16,8	17,8	17,2	19	16,4	12,6	16,2	17,1	18,5	9,9	14,7	16,2
	CR4	19,5	17,7	15,2	17,7	15,4	16,5	17,4	16,8	18,6	14,8	10,7	15,2	17,9	17,7	12	14,2	15,4
	CR5	18,7	17,4	14,3	17,2	14,9	16	16,7	16,5	17,1	13,6	10	15,3	18,3	17,4	10,2	13	15
	CR6	20	18,3	15,8	16,8	16,2	16,7	17,7	16,9	19,1	15,6	11,4	16	17,2	17,4	10,2	14,3	15,5

U septembru 2011. godine, uočava se trend povećanja vrednosti dijaminih indeksa na drugom lokalitetu, a zatim trend smanjenja do petog lokaliteta, pa ponovni trend povećanja (Grafik 31). DESCY i TDI predstavljaju izuzetke, ne pokazujući trend povećanja vrednosti na šestom lokalitetu.

Slično kao i u aprilu i julu, najniže vrednosti imaju indeksi TID i TDI, na osnovu kojih je ekološki status reke Crnice, u septembru 2011. godine, ocenjen kao umeren. Izuzetak je prvi lokalitet, gde TID ima najnižu vrednost i gde je ekološki status reke slab (Tabela 63). O umerenom ekološkom statusu svedoče i vrednosti indeksa DICH i IDP na po jednom lokalitetu. Vrednosti svih ostalih indeksa pokazuju da je ekološki status reke Crnice dobar i odličan, u septembru 2011. godine. Čak 9 indeksa ukazuju na odličan ekološki status na jednom, nekoliko ili na svim istraživanim lokalitetima. Vrednosti IPS odgovaraju klasi odličnog ekološkog statusa duž čitavog istraživanog dela toka reke Crnice, a vrednosti CEE ukazuju takođe na odličan ekološki status na 4 lokaliteta i na dobar ekološki status na 2 lokaliteta.

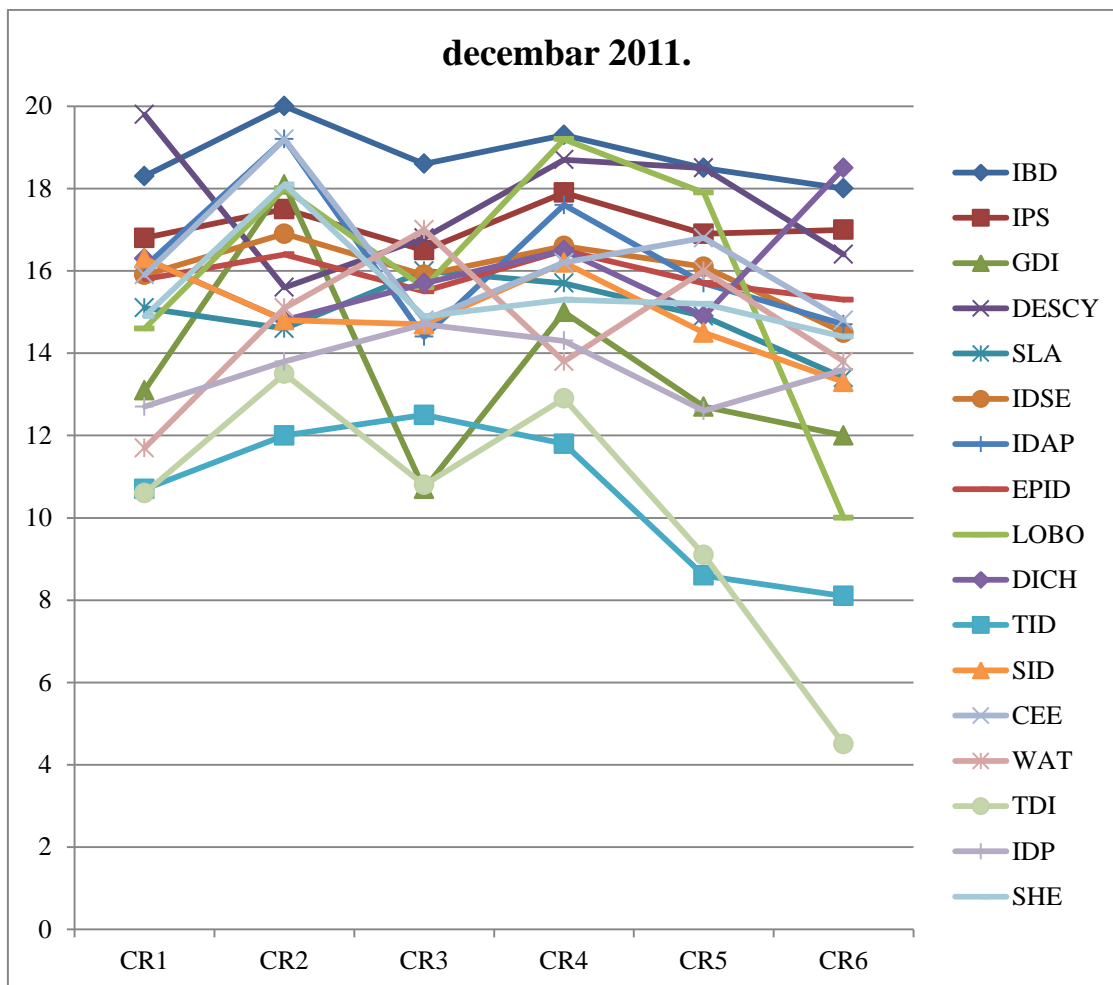


Grafik 31. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) u Crnici tokom septembra 2011. godine.

Tabela 63. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) tokom septembra 2011. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
septembar 2011.	CR1	17,9	17	13,4	17,3	14,1	15,5	16,3	15,5	16,5	11,4	8,8	13,6	17,9	17,7	9,8	13	14,3
	CR2	20	19	16,3	15,7	16,4	17	18,5	17,2	19	16,1	12,3	16,2	19,3	19,1	9,7	14,4	16,1
	CR3	19,2	17,7	15,4	17,1	15,5	16,4	17,8	16,9	19,2	14,7	11,7	15,5	16,4	17,6	11,1	14,1	15,4
	CR4	18,4	17,5	14,7	18,1	14,7	16,1	17,2	16,3	18,3	14,3	10,2	15,1	16,8	16	11	13,6	15,2
	CR5	18,1	17	14	18,1	14,5	16	16,5	15,9	15,6	13,7	9,8	14,9	17,7	17,5	9,8	12,4	15,3
	CR6	19	17,7	14,6	17,8	15	16,2	17	16,3	18,2	14,7	10,1	14,9	17,8	17,7	9,7	13,4	15,6

U decembru 2011. godine, uočavaju se dva porasta vrednosti dijatomnih indeksa u reci Crnici (nakon prvog i trećeg lokaliteta), kao i dva pada vrednosti (nakon drugog i četvrtog lokaliteta) (Grafik 32).



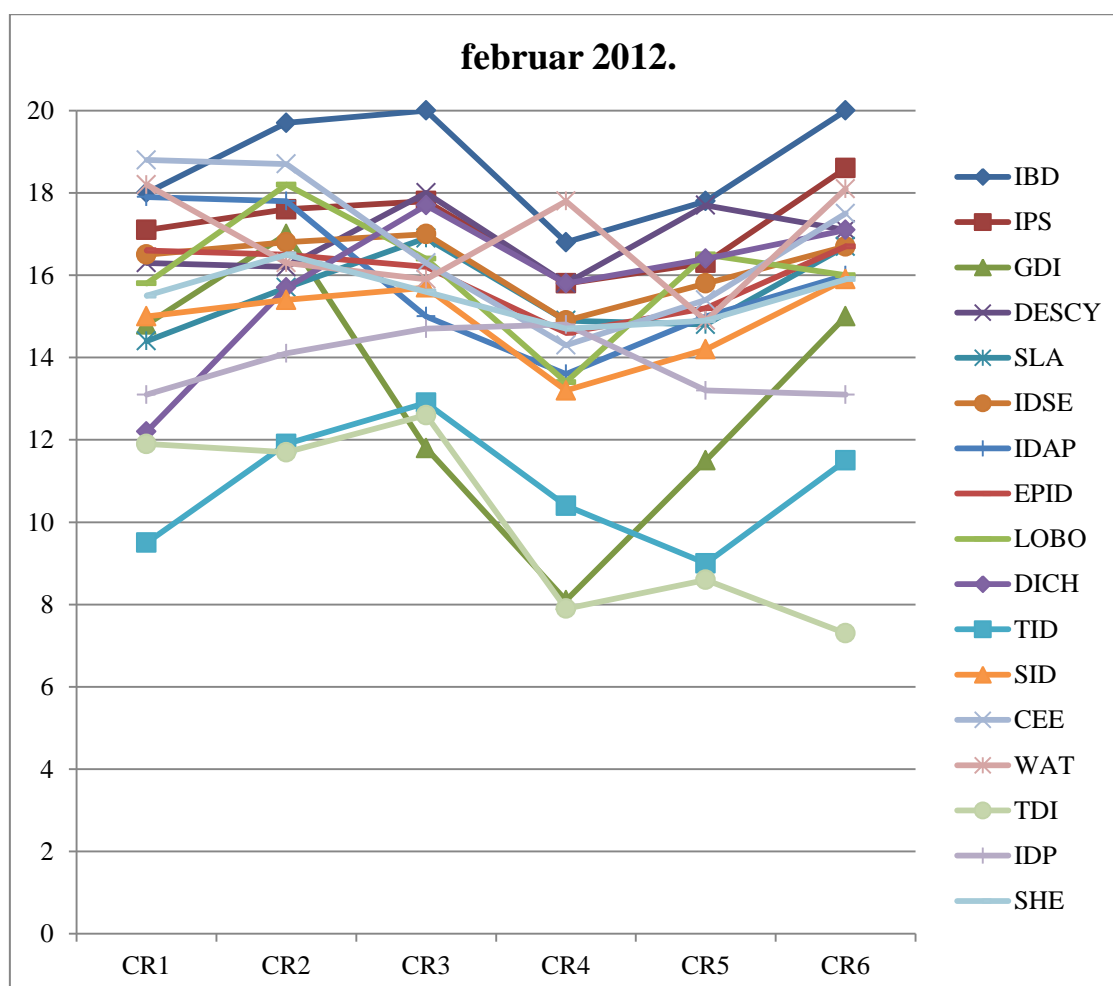
Grafik 32. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) u Crnici tokom decembra 2011. godine.

Ekološki status reke Crnice, u decembru 2011. godine, je dobar i odličan na osnovu 14 dijatomnih indeksa (Tabela 64). GDI, TID i TDI, LOBO, WAT i IDP indeksi ukazuju na umeren ekološki status na pojedinim lokalitetima. Na osnovu TID indeksa, ekološki status vode je slab na petom i šestom lokalitetu. Loš ekološki status vode je na šestom lokalitetu, na osnovu TDI. Ekološki status reke Crnice je dobar i odličan na osnovu IPS i CEE indeksa.

Tabela 64. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) tokom decembra 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
decembar 2011.	CR1	18,3	16,8	13,1	19,8	15,1	15,9	16,1	15,8	14,6	16,3	10,7	16,3	15,9	11,7	10,6	12,7	14,9
	CR2	20	17,5	18,1	15,6	14,6	16,9	19,2	16,4	18	14,8	12	14,8	19,2	15,1	13,5	13,8	18,1
	CR3	18,6	16,5	10,7	16,8	16	15,9	14,4	15,5	15,6	15,7	12,5	14,7	14,8	17	10,8	14,7	14,9
	CR4	19,3	17,9	15	18,7	15,7	16,6	17,6	16,5	19,2	16,5	11,8	16,2	16,2	13,8	12,9	14,3	15,3
	CR5	18,5	16,9	12,7	18,5	14,9	16,1	15,7	15,7	17,9	14,9	8,6	14,5	16,8	16	9,1	12,6	15,2
	CR6	18	17	12	16,4	13,4	14,5	14,7	15,3	10	18,5	8,1	13,3	14,8	13,8	4,5	13,6	14,4

U februaru 2012. godine, kod većine indeksa, može se uočiti pad vrednosti na četvrtom lokalitetu, a zatim sledi trend porasta njihovih vrednosti (Grafik 33). LOBO, CEE, GDI, IDAP, WAT i SHE pokazuju trend smanjenja vrednosti na trećem lokalitetu.



Grafik 33. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) u Crnici tokom februara 2012. godine.

Voda reke Crnice, u februaru 2012. godine se može okarakteristi kao voda dobrog i odličnog ekološkog statusa na osnovu vrednosti 14 indeksa (Tabela 65). Deset indeksa ukazuje na odličan ekološki status vode na makar jednom lokalitetu. Vrednosti GDI, DICH, TDI i TID odgovaraju klasi umerenog ekološkog statusa na svim ili pojedinim ispitivanim lokalitetima. Slab ekološki status odgovara vrednostima TDI indeksa na tri lokaliteta (CR4, CR5, CR6), odnosno GDI na jednom lokalitetu (CR4). IPS i CEE imaju veoma slične vrednosti koje odgovaraju klasama dobrog i odličnog ekološkog statusa duž istraživanog dela reke Crnice.

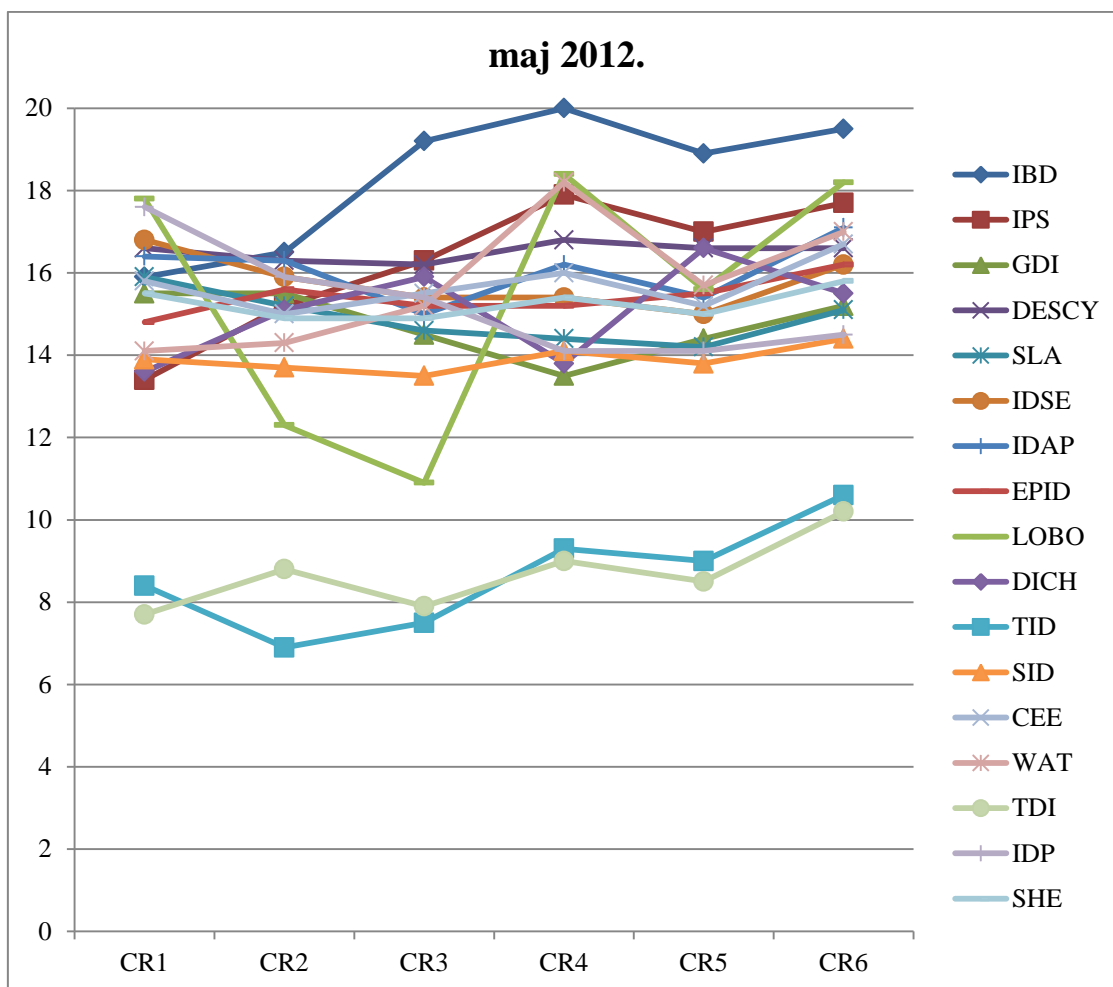
Tabela 65. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) tokom februara 2012. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
februar 2012.	CR1	18	17,1	14,8	16,3	14,4	16,5	17,9	16,6	15,8	12,2	9,5	15	18,8	18,2	11,9	13,1	15,5
	CR2	19,7	17,6	17	16,2	15,7	16,8	17,8	16,5	18,2	15,7	11,9	15,4	18,7	16,3	11,7	14,1	16,5
	CR3	20	17,8	11,8	18	16,9	17	15	16,2	16,4	17,7	12,9	15,7	16,3	15,9	12,6	14,7	15,6
	CR4	16,8	15,8	8,1	15,8	14,9	14,9	13,6	14,6	13,4	15,8	10,4	13,2	14,3	17,8	7,9	14,8	14,7
	CR5	17,8	16,3	11,5	17,7	14,8	15,8	15	15,2	16,5	16,4	9	14,2	15,4	14,9	8,6	13,2	14,9
	CR6	20	18,6	15	17,1	16,7	16,7	16	16,7	16	17,1	11,5	15,9	17,5	18,1	7,3	13,1	15,9

U maju 2012. godine, vrednosti većine dijatomnih indeksa se nalaze u ujednačenom opsegu, bez većih varijacija (Grafik 34).

Ekološki status reke Crnice je ocenjen kao dobar, u maju 2012. godine, na osnovu većine dijatomnih indeksa (Tabela 66). IBD, IPS, IDAP, LOBO, WAT i IDP ukazuju na odličan ekološki status na pojedinim lokalitetima. Vrednosti LOBO indeksa odgovaraju klasi umerenog ekološkog statusa na dva lokaliteta, dok TDI i TID ukazuju na umeren i slab ekološki status duž čitavog istraživanog dela reke Crnice. Na osnovu CEE indeksa, ekološki status reke Crnice je dobar na svim lokalitetima, dok IPS vrednosti odgovaraju klasama dobrog i odličnog ekološkog statusa.





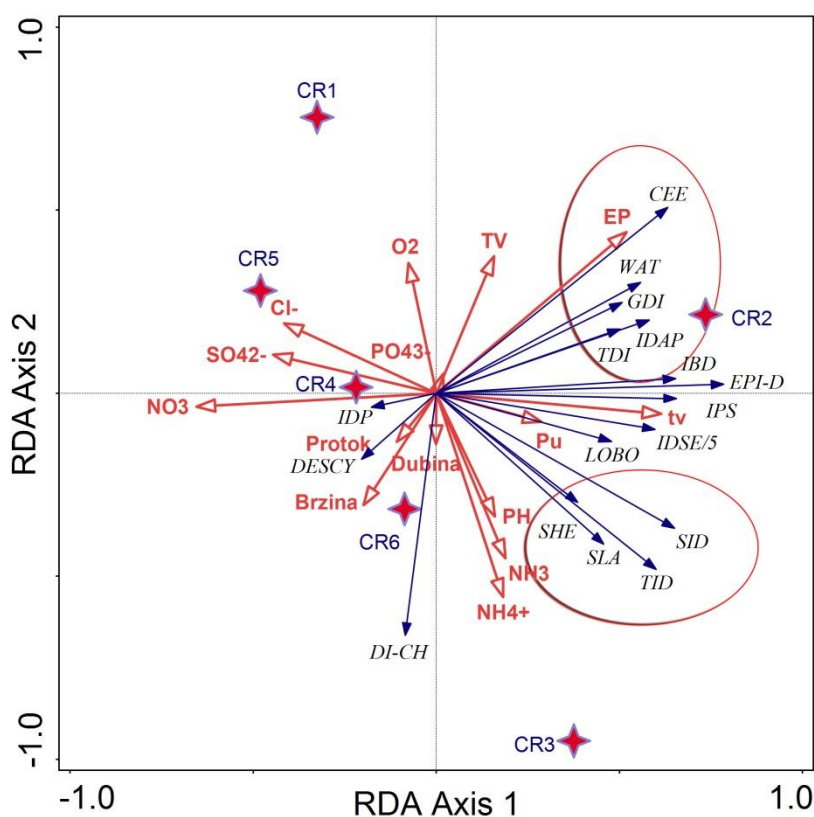
Grafik 34. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) u Crnici tokom maja 2012. godine.

Tabela 66. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (CR1-CR6) tokom maja 2012. godine.

	lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
maj 2012.	CR1	15,9	13,4	15,5	16,6	15,9	16,8	16,4	14,8	17,8	13,6	8,4	13,9	15,8	14,1	7,7	17,6	15,5
	CR2	16,5	15,2	15,5	16,3	15,2	15,9	16,3	15,6	12,3	15,1	6,9	13,7	15	14,3	8,8	15,9	14,9
	CR3	19,2	16,3	14,5	16,2	14,6	15,4	15	15,2	10,9	15,9	7,5	13,5	15,5	15,2	7,9	15,4	14,9
	CR4	20	17,9	13,5	16,8	14,4	15,4	16,2	15,2	18,4	13,8	9,3	14,1	16	18,2	9	14,1	15,4
	CR5	18,9	17	14,4	16,6	14,2	15	15,4	15,5	15,6	16,6	9	13,8	15,2	15,7	8,5	14,1	15
	CR6	19,5	17,7	15,2	16,6	15,1	16,2	17,1	16,2	18,2	15,5	10,6	14,4	16,7	17	10,2	14,5	15,8

RDA analiza odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara reke Crnice opisuje 57,2% varijabilnosti podataka. RDA dijagram (Grafik 35) i za ovu reku pokazuje da je veliki broj indeksa međusobno korelisan i orijentisan ka desnoj strani dijagrama. Cela grupa indeksa pokazuje korelacije sa EP,  $t_v$  i  $P_u$ . Indeksi u gornjem

desnom kvadrantu ordinacionog dijagrama pokazuju korelaciju i sa TV, a oni u donjem desnom kvadrantu korelišu i sa pH, NH<sub>3</sub> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Tri indeksa se izdvajaju iz ove grupe. DI-CH pozitivno koreliše sa poslednja tri pomenuta parametra, ali i sa brzinom vodenog toka, dubinom i protokom. DESCY i IDP osim sa brzinom, dubinom i protokom, pokazuju i korelaciju sa NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i Cl<sup>-</sup>. IPS i CEE su međusobno korelisani, s tom razlikom što je CEE najbolje pozitivno korelišan sa EP, a IPS sa t<sub>v</sub>. Opcijom “interactive forward selection” utvrđeno je da je najznačajniji parametar NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, koji je negativno korelišan sa prvom RDA osom (r=-0,53).



Grafik 35. RDA dijagram odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara u Crnici na istraživnim lokalitetima (CR1-CR6).

Prema pravilnicima Republike Srbije, istraživani tok reke Crnice pripada tipu 3 vodnih tela (šifra vodnog tela - CRN\_3), kao i reka Mlava.

Posmatrajući hemijski i fizičko-hemijski element, voda istraživanog dela toka reke Crnice se može okarakterisati kao voda IV klase ekološkog statusa, to jest voda

slabog ekološkog statusa (Tabela 67). Na osnovu biološkog elementa, ekološki status vode istraživanog toka reke Crnice je odličan (I klasa) (Tabele 68 i 69).

Konačan ekološki status istraživanog dela reke Crnice je slab (IV klasa).

Tabela 67. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu fizičko-hemijskih parametara prema граниčnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status, zelena boja - dobar, žuta boja - umeren, braon boja - slab).

FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
pH vrednost	7,36	7,49	7,74	7,78	8,11	8,20
Rastvoreni kiseonik ( $\text{mg l}^{-1}$ )	9,10	9,20	7,80	8,60	10,10	10,20
Amonijum jon ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,08	0,07	0,5	0,31	0,24	0,24
Nitrati ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,28	0,41	4,94	4,35	6,55	8,85
Ortofosfati ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04
Ukupni rastvoreni fosfor (P) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,03	0,06	0,08	0,13	0,07	0,06
Hloridi ( $\text{mg l}^{-1}$ )	1,12	0,94	0,81	0,82	1,45	1,31

Tabela 68. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu bioloških parametara (fitobentos) prema граниčnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status). Prikazane su prosečne vrednosti indeksa po lokalitetima.

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
CEE	17,53	18,06	16,13	16,36	17	16,75
IPS	16,6	17,58	17,65	17,31	16,83	17,61

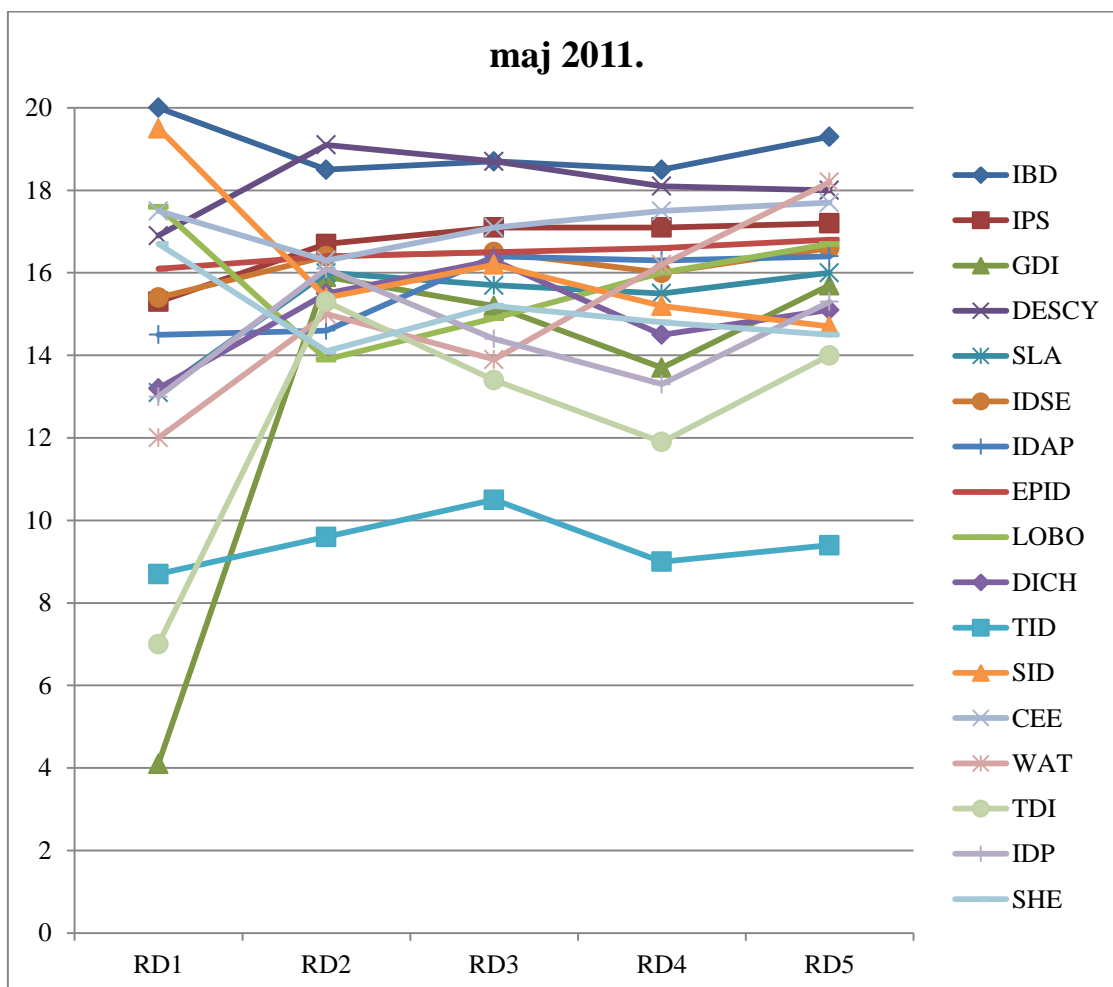
Tabela 69. Procena klase ekološkog statusa Crnice na osnovu bioloških parametara (fitobentos) prema граниčnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status). Prikazane su prosečne vrednosti indeksa po mesecima uzorkovanja.

Mesec uzorkovanja/ Dijatomni indeksi	04.2011.	07.2011.	09.2011.	12.2011.	02.2012.	05.2012.
CEE	17,18	18,2	17,65	16,28	16,83	15,7
IPS	17,43	17,96	17,65	17,1	17,2	16,25

#### 4.4.4. Radovanska reka

Vrednosti dijamnih indeksa u maju 2011. godine, ne variraju značajnije duž istraživanog dela toka Radovanske reke (Grafik 36). GDI i TDI predstavljaju izuzetke,

čije su vrednosti na prvom lokalitetu značajno niže u odnosu na vrednosti na ostalim lokalitetima.



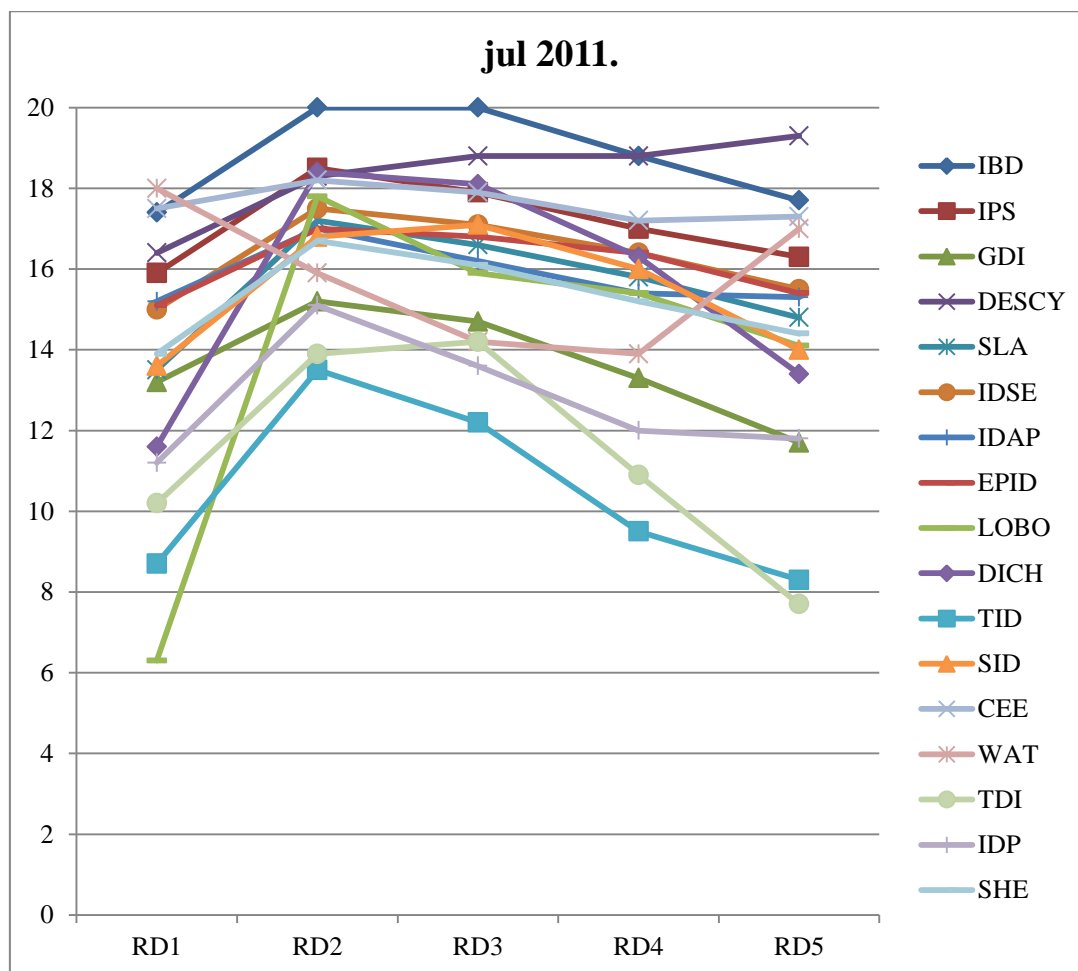
Grafik 36. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) u Radovanskoj reci tokom maja 2011. godine.

Tokom maja 2011. godine, TID ukazuje na umeren ekološki status na četiri lokaliteta (izuzev na prvom gde ukazuje na slab ekološki status, kao i TDI). Vrednosti TDI se kreću u rasponu klasa dobrog, umerenog i slabog ekološkog statusa duž istraživanog dela toka Radovanske reke. Na loš ekološki status vode, na prvom lokalitetu, ukazuje GDI, dok na ostalim lokalitetima ukazuje na dobar ekološki status. Ipak, većina indeksa ukazuje na dobar, a neki i na odličan ekološki status. Vrednosti IPS i CEE indeksa se kreću u veoma sličnom opsegu na osnovu koga je ekološki status ocenjen kao dobar i odličan u zavisnosti od lokaliteta (Tabela 70).

Tabela 70. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) tokom maja 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
maj 2011.	RD1	20	15,3	4,1	16,9	13,1	15,4	14,5	16,1	17,6	13,2	8,7	19,5	17,5	12	7	13	16,7
	RD2	18,5	16,7	15,9	19,1	16	16,4	14,6	16,4	13,9	15,5	9,6	15,4	16,3	15	15,3	16,1	14,1
	RD3	18,7	17,1	15,2	18,7	15,7	16,5	16,4	16,5	14,9	16,3	10,5	16,2	17,1	13,9	13,4	14,4	15,2
	RD4	18,5	17,1	13,7	18,1	15,5	16	16,3	16,6	16	14,5	9	15,2	17,5	16,2	11,9	13,3	14,8
	RD5	19,3	17,2	15,7	18	16	16,6	16,4	16,8	16,7	15,1	9,4	14,7	17,7	18,2	14	15,3	14,5

U julu 2011. godine, uočava se trend povećanja vrednosti dijatomnih indeksa na drugom lokalitetu, a zatim trend njihovog smanjenja od drugog ka petom lokalitetu (Grafik 37). Izuzetak je DESCY indeks, čija vrednost prati trend vrednosti ostalih indeksa sve do petog lokaliteta, kada sledi njeno povećanje i WAT indeks, gde trend pada vrednosti počinje odmah nakon prvog lokaliteta, a nakon četvrtog njegova vrednost se povećava.



Grafik 37. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) u Radovanskoj reci tokom jula 2011. godine.

Ekološki status istraživanog dela toka Radovanske reke u julu 2011. godine je dobar i odličan na osnovu većine dijatomnih indeksa (Tabela 71). Vrednosti pet indeksa (GDI, DICH, TID, TDI i IDP) svedoče o umerenom ekološkom statusu na po jednom, dva ili tri lokaliteta, dok se vrednosti tri indeksa (LOBO, TID i TDI) nalaze u opsegu klase slabog ekološkog statusa na jednom ili dva lokaliteta. IPS i CEE ukazuju na odličan (na tri lokaliteta) i dobar ekološki status (na dva lokaliteta).

Tabela 71. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) tokom jula 2011. godine.

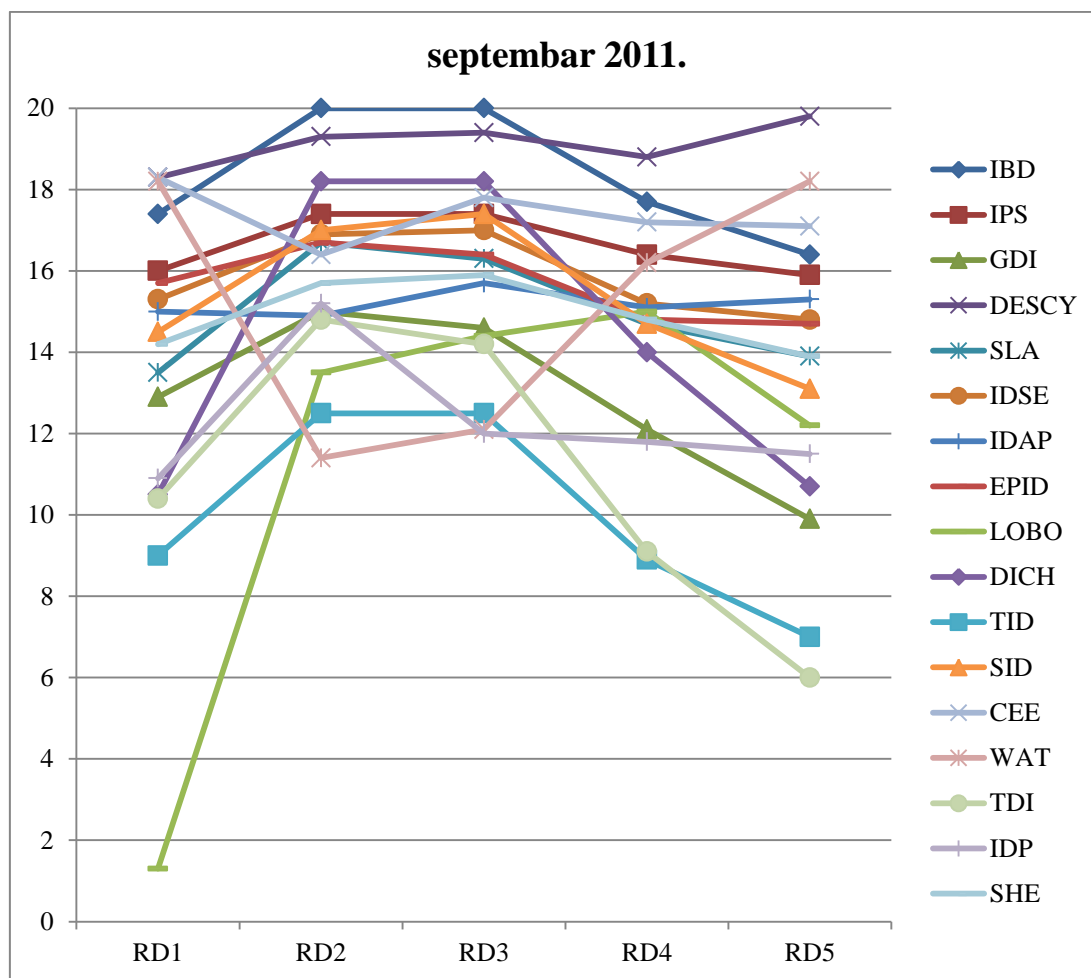
lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
jul 2011.	RD1	17,4	15,9	13,2	16,4	13,5	15	15,2	15,1	6,3	11,6	8,7	13,6	17,5	18	10,2	11,2	13,9
	RD2	20	18,5	15,2	18,3	17,2	17,5	17	17,8	18,4	13,5	16,8	18,2	15,9	13,9	15,1	16,7	
	RD3	20	17,9	14,7	18,8	16,6	17,1	16,2	16,8	15,9	18,1	12,2	17,1	17,9	14,2	14,2	13,6	16,1
	RD4	18,8	17	13,3	18,8	15,8	16,4	15,4	16,4	15,4	16,3	9,5	16	17,2	13,9	10,9	12	15,2
	RD5	17,7	16,3	11,7	19,3	14,8	15,5	15,3	15,4	14,1	13,4	8,3	14	17,3	17	7,7	11,8	14,4

Većina dijatomnih indeksa, u septembru 2011. godine, pokazuju trend povećanja vrednosti na drugom lokalitetu i smanjenja nakon trećeg lokaliteta (Grafik 38). DESCY, LOBO, CEE i WAT su izuzeci.

Vrednosti većine indeksa u septembru 2011. godine svedoče o dobrom i odličnom ekološkom statusu Radovanske reke na većini istraživanih lokaliteta (Tabela 72). GDI, TID, TDI i IDP ukazuju na umeren ekološki status na većini istraživanih lokaliteta, dok TID i TDI svedoče o slabom ekološkom statusu na dva, odnosno jednom lokalitetu. Ekološki status vode na prvom lokalitetu na osnovu LOBO indeksa, je loš. Na osnovu IPS ekološki status Radovanske reke u datom periodu je ocenjen kao dobar i odličan. Isti je slučaj kada se razmatra i CEE indeks, koji ukazuje na odličan ekološki status na čak četiri lokaliteta.

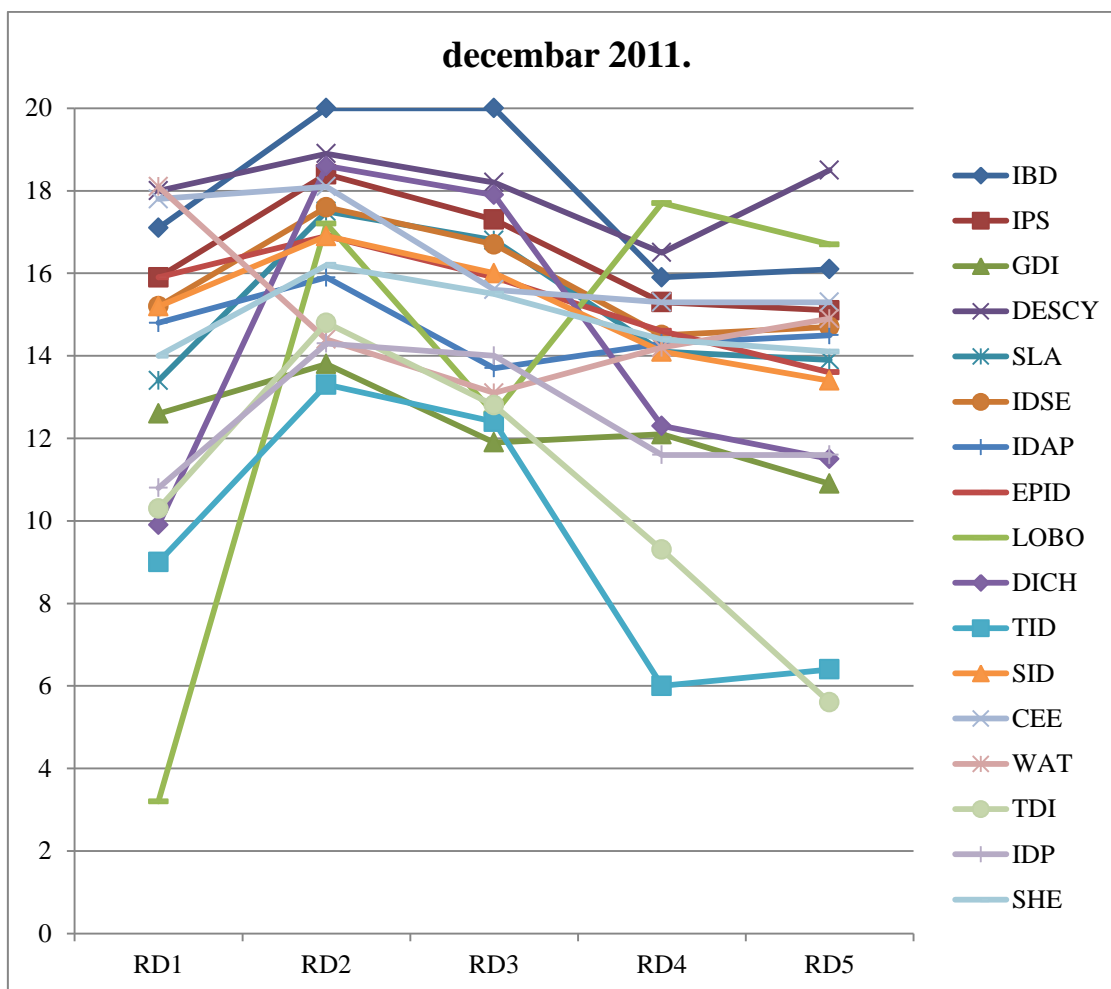
Tabela 72. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) tokom septembra 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
septembar 2011.	RD1	17,4	16	12,9	18,3	13,5	15,3	15	15,7	1,3	10,5	9	14,5	18,3	18,2	10,4	10,9	14,2
	RD2	20	17,4	15	19,3	16,7	16,9	14,9	16,7	13,5	18,2	12,5	17	16,4	11,4	14,8	15,2	15,7
	RD3	20	17,4	14,6	19,4	16,3	17	15,7	16,4	14,4	18,2	12,5	17,4	17,8	12,1	14,2	12	15,9
	RD4	17,7	16,4	12,1	18,8	14,7	15,2	15,1	14,8	15	14	8,9	14,7	17,2	16,2	9,1	11,8	14,8
	RD5	16,4	15,9	9,9	19,8	13,9	14,8	15,3	14,7	12,2	10,7	7	13,1	17,1	18,2	6	11,5	13,9



Grafik 38. Vrednosti dijatomnih indeksa na ispitivanim lokalitetima (RD1-RD5) u Radovanskoj reci tokom septembra 2011. godine.

Slično kao u septembru, i u decembru 2011. godine se može uočiti trend povećanja vrednosti dijatomnih indeksa na drugom lokalitetu, a potom trend njihovog smanjenja nakon trećeg lokaliteta (Grafik 39). Izuzetak su LOBO i WAT čije se vrednosti povećavaju na četvrtom lokalitetu.



Grafik 39. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) u Radovanskoj reci tokom decembra 2011. godine.

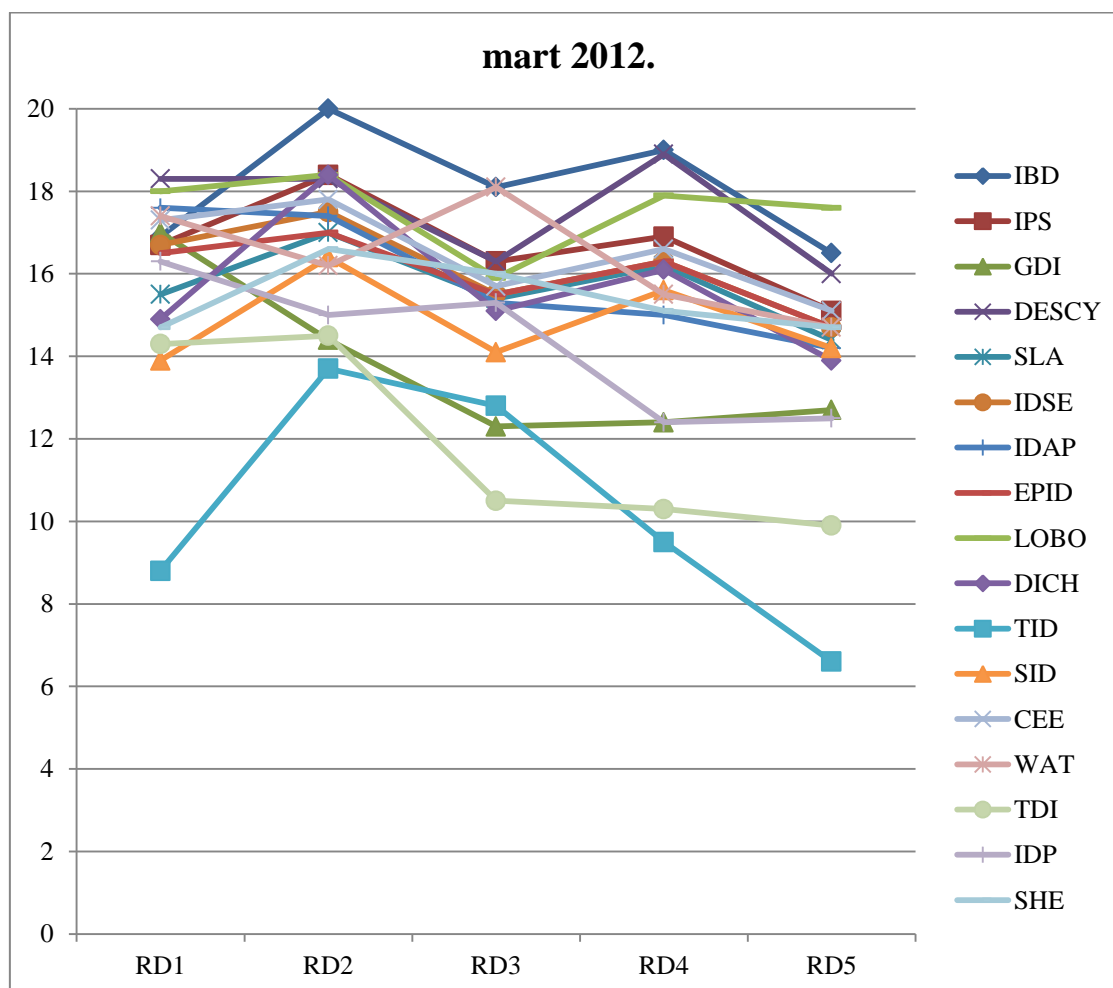
Ekološki status Radovanske reke u decembru 2011. godine je dobar na svim ili većini istraživanih lokaliteta na osnovu vrednosti 9 indeksa (Tabela 73). Vrednosti IBD i DESCY se kreću u opsegu koji ukazuje na klasu odličnog ekološkog statusa na većini lokaliteta, dok IPS, SLA, IDSE, LOBO, DICH, CEE i WAT ukazuju na odličan ekološki status na jednom ili dva lokaliteta. Umerenom ekološkom statusu vode na većini lokaliteta odgovaraju vrednosti GDI, DICH, TDI i IDP, dok LOBO i TID ukazuju na isti ekološki status na jednom, odnosno dva lokaliteta. Slab ekološki status je ocenjen na četvrtom (na osnovu TID) i petom lokalitetu (TID i TDI), dok je loš ekološki status ocenjen na prvom lokalitetu (LOBO).



Tabela 73. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) tokom decembra 2011. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
decembar 2011. RD1	17,1	15,9	12,6	18	13,4	15,2	14,8	15,9	3,2	9,9	9	15,2	17,8	18,1	10,3	10,8	14
RD2	20	18,4	13,8	18,9	17,5	17,6	15,9	16,9	17,2	18,6	13,3	16,9	18,1	14,4	14,8	14,3	16,2
RD3	20	17,3	11,9	18,2	16,8	16,7	13,7	15,9	12,6	17,9	12,4	16	15,6	13,1	12,8	14	15,5
RD4	15,9	15,3	12,1	16,5	14,1	14,5	14,3	14,6	17,7	12,3	6	14,1	15,3	14,2	9,3	11,6	14,4
RD5	16,1	15,1	10,9	18,5	13,9	14,7	14,5	13,6	16,7	11,5	6,4	13,4	15,3	14,9	5,6	11,6	14,1

U martu 2012. godine, najviše vrednosti dijatomnih indeksa su zabeležene na drugom lokalitetu, a najniže na petom (Grafik 40). Izuzetak su DESCY, WAT i IDP. Na trećem lokalitetu uočava se smanjenje, a na četvrtom ponovno povećanje vrednosti indeksa.



Grafik 40. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) u Radovanskoj reci tokom marta 2012. godine.

Na osnovu većine indeksa, ekološki status Radovanske reke, u martu 2012. godine, je dobar i odličan (Tabela 74). Jedino vrednosti GDI, TID, TDI i IDP se nalaze u opsegu klase umerenog ekološkog statusa na jednom, dva ili tri lokaliteta. Na osnovu vrednosti TID indeksa, ekološki status vode na prvom i petom lokalitetu je slab. Ipak, vrednosti čak 12 indeksa ukazuju na vodu odličnog ekološkog statusa na većini ili pojedinim lokalitetima. IPS i CEE na većini lokaliteta ukazuju na dobar ekološki status, ali i na odličan, na jednom, odnosno dva lokaliteta.

Tabela 74. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) tokom marta 2012. godine.

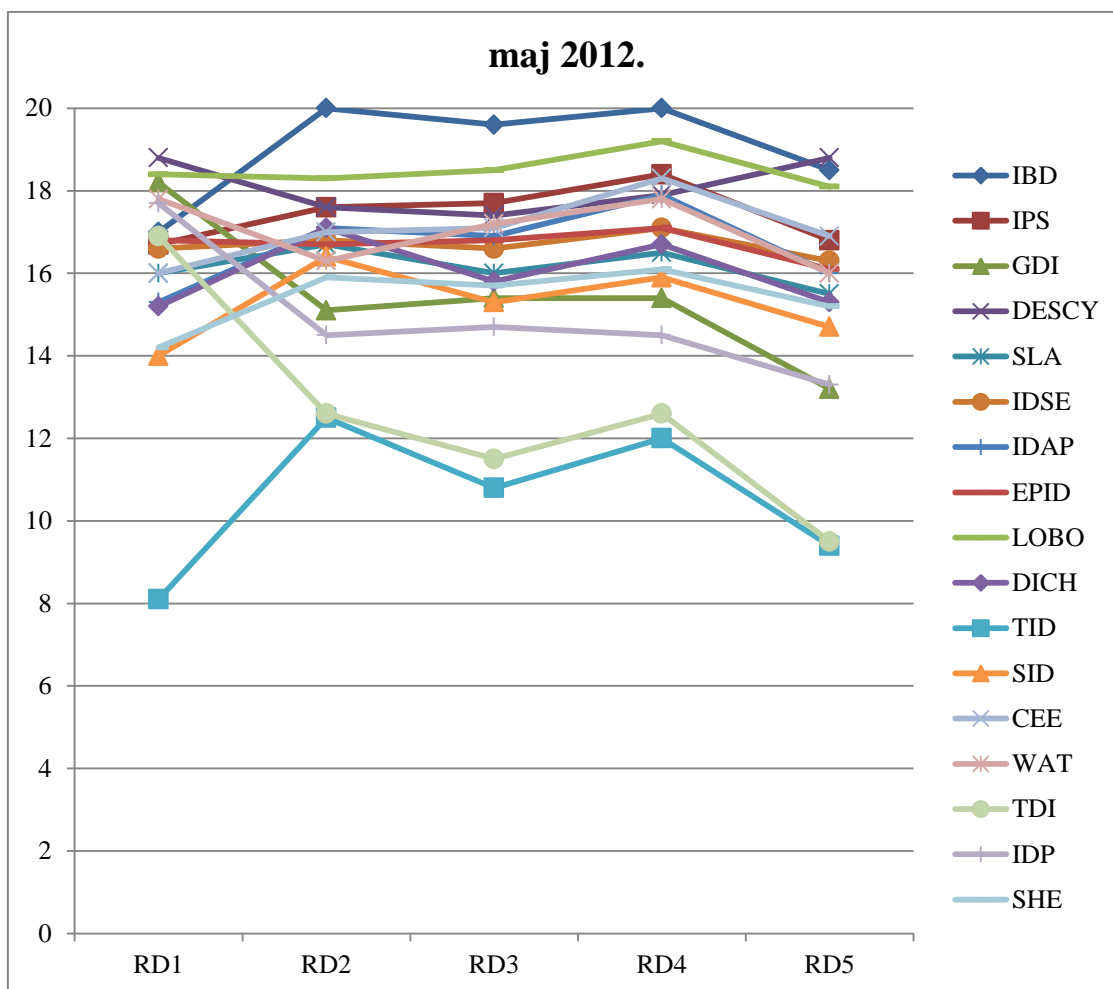
lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
mart 2012.	RD1	16,9	16,7	17	18,3	15,5	16,7	17,6	16,5	18	14,9	8,8	13,9	17,3	17,4	14,3	16,3	14,7
	RD2	20	18,4	14,4	18,3	17	17,5	17,4	17	18,4	18,4	13,7	16,4	17,8	16,2	14,5	15	16,6
	RD3	18,1	16,3	12,3	16,3	15,4	15,5	15,3	15,5	15,9	15,1	12,8	14,1	15,7	18,1	10,5	15,3	16
	RD4	19	16,9	12,4	18,9	16,2	16,3	15	16,3	17,9	16,1	9,5	15,6	16,6	15,5	10,3	12,4	15,1
	RD5	16,5	15,1	12,7	16	14,4	14,7	14,2	14,7	17,6	13,9	6,6	14,2	15,1	14,7	9,9	12,5	14,7

U maju 2012. godine većina indeksa pokazuje isti trend porasta i smanjenja vrednosti kao i u martu iste godine, ali sa manjim varijacijama (Grafik 41). Najuočljiviji izuzeci su TDI, WAT, DESCY i GDI, čija se vrednost smanjuje na drugom lokalitetu.

U maju 2012. godine svi indeksi (osim TID i TDI) ukazuju na dobar i odličan ekološki status istraživanog dela toka Radovanske reke (Tabela 75). IBD, DESCY i LOBO imaju vrednosti koje ukazuju na odličan ekološki status duž čitavog istraživanog dela Radovanske reke. Na osnovu vrednosti TID i TDI, voda se može okarakterisati kao voda umerenog ekološkog statusa od drugog do petog lokaliteta, dok se voda na prvom lokalitetu, na osnovu TDI, može okarakterisati kao voda dobrog, a na osnovu TID indeksa slabog ekološkog statusa.

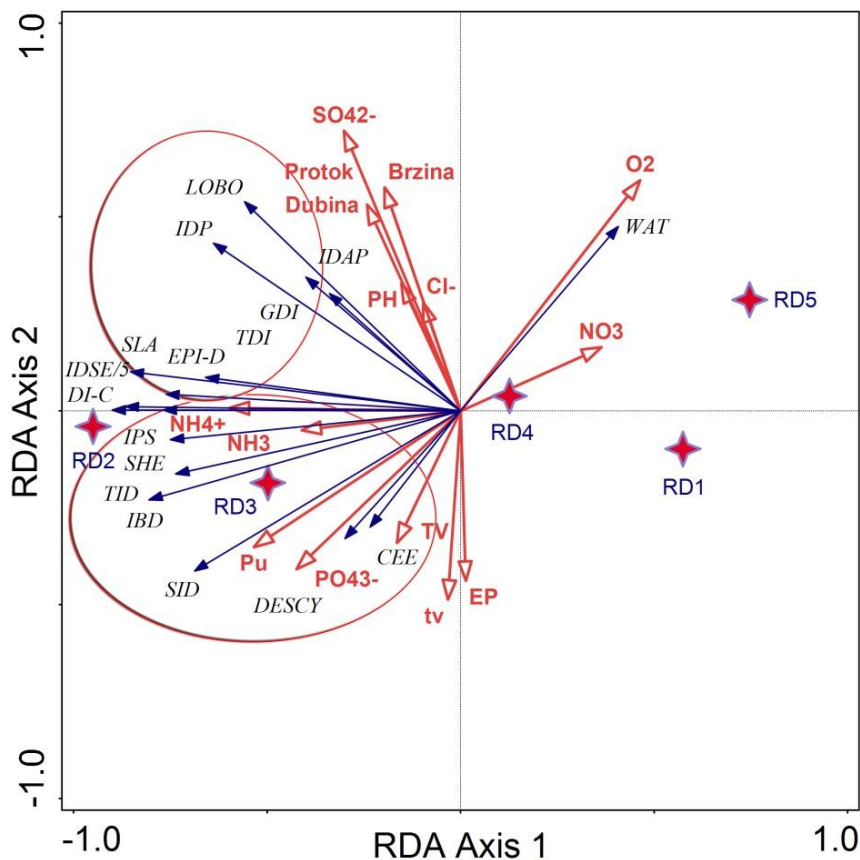
Tabela 75. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) tokom maja 2012. godine.

lok.	IBD	IPS	GDI	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DICH	TID	SID	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE	
maj 2012.	RD1	17	16,7	18,2	18,8	16	16,6	15,3	16,8	18,4	15,2	8,1	14	16	17,8	16,9	17,7	14,2
	RD2	20	17,6	15,1	17,6	16,7	16,8	17,1	16,7	18,3	17,1	12,5	16,4	17	16,3	12,6	14,5	15,9
	RD3	19,6	17,7	15,4	17,4	16	16,6	16,9	16,8	18,5	15,8	10,8	15,3	17,1	17,2	11,5	14,7	15,7
	RD4	20	18,4	15,4	17,9	16,5	17,1	17,9	17,1	19,2	16,7	12	15,9	18,3	17,8	12,6	14,5	16,1
	RD5	18,5	16,8	13,2	18,8	15,5	16,3	16	16,1	18,1	15,3	9,4	14,7	16,9	16	9,5	13,3	15,2



Grafik 41. Vrednosti dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima (RD1-RD5) u Radovanskoj reci tokom maja 2012. godine.

RDA analiza odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara u Radovanskoj reci predstavljena je na Grafiku 42 i opisuje 66,9% varijabilnosti u podacima. Na RDA dijagramu se zapaža da jedna grupa indeksa (donji levi kvadrant ordinacionog dijagrama) pozitivno koreliše sa  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{P}_u$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  i TV. Druga grupa indeksa nalazi se u gornjem levom kvadrantu ordinacionog dijagrama i najbolje je pozitivno korelisana sa  $\text{SO}_4^{2-}$ , protokom, dubinom i brzinom vodenog toka, ali i pH i  $\text{Cl}^-$ . WAT se izdvaja od svih ostalih indeksa i pokazuje pozitivnu korelaciju sa  $\text{O}_2$  i  $\text{NO}_3^-$ . IPS i CEE su pozitivno korelisani, s tom razlikom što IPS najbolje pozitivno koreliše sa  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NH}_3$ , a CEE sa  $\text{PO}_4^{3-}$ , TV,  $t_v$ ,  $\text{P}_u$  i EP. Opcija “interactive forward selection” izdvojila je tri najznačajnija faktora:  $\text{P}_u$  ( $r=-0,48$ ) i  $\text{NH}_4^+$  ( $r=-0,54$ ), koji su negativno korelisani sa prvom RDA osom, i  $\text{SO}_4^{2-}$  koji je pozitivno korelisani sa drugom RDA osom ( $r=0,60$ ).



Grafik 42. RDA dijagram odnosa dijatomnih indeksa i ekoloških parametara u Radovanskoj reci na istraživnim lokalitetima (RD1-RD5).

Prema pravilnicima Republike Srbije, istraživani tok Radovanske reke pripada tipu 6 vodnih tela (šifra vodnog tela - RAD\_1), koji se odnosi na male vodotoke izvan područja Panonske nizije koji nisu obuhvaćeni tipom 3 i 4, kao i vodotoke koji nisu obuhvaćeni Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda.

Na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara, voda istraživanog dela Radovanske reke, pripada IV klasi ekološkog statusa, tj. ekološki status je ocenjen kao slab (Tabela 76). Za reke tipa 6, IPS indeks se koristi kao jedini biološki parametar ocene ekološkog statusa na osnovu fitobentosa. Ekološki status istraživanog toka Radovanske reke je odličan (I klasa) na osnovu fitobentosa kao biološkog elementa ocene ekološkog statusa (fitobentosa) (Tabele 77 i 78).

Kombinovanjem biološkog i fizičko-hemijskog elementa, konačan ekološki status istraživanog dela Radovanske reke je slab.

Tabela 76. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu fizičko-hemijskih parametara prema graničnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status, zelena boja - dobar, žuta boja - umeren, braon boja - slab).

FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5
pH vrednost	7,60	7,91	8,03	8,22	8,34
Rastvoreni kiseonik (mg l <sup>-1</sup> )	10,80	7,50	8,60	9,90	9,70
Amonijum jon (NH <sub>4</sub> -N) (mg l <sup>-1</sup> )	0,14	0,75	0,52	0,30	0,21
Nitrati (NO <sub>3</sub> -N) (mg l <sup>-1</sup> )	0,82	8,69	11,36	13,17	4,68
Ortofosfati (PO <sub>4</sub> -P) (mg l <sup>-1</sup> )	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04
Ukupni rastvoreni fosfor (P) (mg l <sup>-1</sup> )	0,04	0,08	0,06	0,06	0,05
Hloridi (mg l <sup>-1</sup> )	1,13	1,20	1,06	1,23	1,36

Tabela 77. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu bioloških parametara (fitobentos) prema graničnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status). Prikazane su prosečne vrednosti indeksa po lokalitetima.

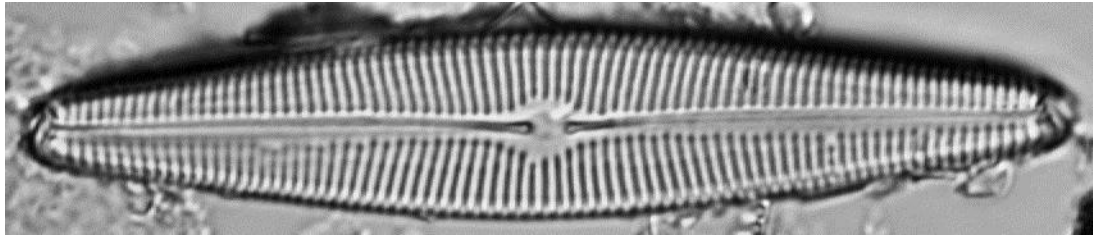
Lokaliteti / Dijatomni indeksi	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5
IPS	16,08	17,83	17,28	16,85	16,06

Tabela 78. Procena klase ekološkog statusa Radovanske reke na osnovu bioloških parametara (fitobentos) prema graničnim vrednostima iz Pravilnika (plava boja - odličan ekološki status). Prikazane su prosečne vrednosti indeksa po mesecima uzorkovanja.

Mesec uzorkovanja/ Dijatomni indeksi	05.2011.	07.2011.	09.2011.	12.2011.	03.2012.	05.2012.
IPS	16,68	17,12	16,62	16,4	16,68	17,44

## 5. *Diskusija*

---



### 5.1. Floristički sastav epilitske zajednice silikatnih algi istraživanih reka

Floristički sastav je jedna od najvažnijih karakteristika bioloških zajednica koji odražava evolucione procese, kao i ekološke funkcije i stabilnost ekosistema (Komulaynen 2009).

Ne postoje literaturni podaci o prethodnim istraživanjima epilitske zajednice silikatnih algi Vrle, Mlave i Radovanske reke. Prema podacima Rankovića i saradnika (1995) u Crnici je ustanovljeno prisustvo 44 taksona silikatnih algi, kao i njihova dominacija na svim lokalitetima tokom ispitivanog perioda (84,61% od ukupnog broja identifikovanih taksona algi). Naše istraživanje pokazalo je prisustvo 170 taksona, samo silikatnih algi. Najverovatniji razlog ovako velike razlike u broju identifikovanih taksona je napredak u svetlosnoj mikroskopiji, koji je odigrao veliku ulogu u detektovanju veoma sitnih, teško uočljivih taksona. Predstavnici rodova *Diatoma*, *Cymbella*, *Navicula* i *Nitzschia* se izdvajaju kao dominantni u algološkoj analizi iz 1995. godine, dok u našem istraživanju pored predstavnika rodova *Nitzschia* i *Navicula* dominiraju i predstavnici roda *Gomphonema*. I u ostale tri istraživane reke, predstavnici ova tri roda se izdvajaju po broju taksona. To se moglo i očekivati, budući da su ovi rodovi bogati vrstama koje se mogu naći u skoro svakoj zajednici silikatnih algi kako u slatkovodnim, tako i brakičnim i slanim vodama (Hlúbiková i sar. 2009, Karthick i sar. 2011).

Većina studija o upotrebi silikatnih algi u monitoringu reka i potoka se zasnivaju na bilateralno simetričnim silikatnim algama. Radijalno simetrični predstavnici dominiraju u velikim, sporotekućim rekama (Kiss i sar. 2012), dok je manji broj karakterističan za brzotekuće reke i potoke (Solak i sar. 2018). Pošto su u pitanju planktonski organizmi, najčešće se nalaze u delu toka smanjene brzine, što može biti posledica izgradnje brane, ribnjaka i sličnih postrojenja (Andrejić 2012). U našem istraživanju smo identifikovali ukupno 10 taksona radijalno simetričnih silikatnih algi u sve 4 istraživane reke (Tabela 14), što se uklapa u hidrološki profil ovih reka. Postoji povezanost između veličine reke i bogatstva vrsta radijalno simetričnih silikatnih algi, tako da se broj vrsta povećava sa povećanjem slivnog područja (Kiss i sar. 2012). *Cyclotella meneghiniana* i *Handmannia glabriuscula* su pronađene u sve 4 reke, dok su *C. atomus* i *Discostella pseudostelligera* pronađene samo u Radovanskoj reci, *C.*

*distinguenda* samo u Mlavi i *Ellerbeckia arenaria* f. *teres* samo u reci Crnici. Većina radijalno simetričnih predstavnika je pronađena na po jednom lokalitetu u jednoj reci, bez značajnije procentualne zastupljenosti. S obzirom da je naše istraživanje obuhvatilo brzotekuće reke, ovakvi rezultati su očekivani. Jedino je *H. glabriuscula* pronađena u Radovanskoj reci sa procentualnom zastupljenošću od 6,11% na trećem lokalitetu u decembru 2011. godine, što se može objasniti položajem ribnjaka u njegovoj neposrednoj blizini (500 m uzvodno), koji smanjuje brzinu toka nizvodno.

Analizom uzoraka epilitske zajednice silikatnih algi utvrđeno je prisustvo 230 taksona u Mlavi, 228 taksona u Vrli, 206 taksona u Radovanskoj reci i 170 taksona u Crnici. Iako se radi o malim brdsko-planinskim rekama, uočava se veoma veliki diverzitet. Radovanska reka je najmanja, sa dužinom od oko 20 km. Da se radi o velikom diverzitetu može se zaključiti poređenjem sa istraživanjima sličnih reka u Evropi. Tako, istraživanjem epilitskih silikatnih algi četiri planinske reke u Španiji ustanovljeno je prisustvo ukupno 108 taksona (Gomà i sar. 2005). Sličan diverzitet silikatnih algi je zabeležen istraživanjem reka u Turskoj i Poljskoj (Solak i sar. 2012, Noga i sar. 2016). Generalno, smatra se da je diverzitet veći u stabilnijim ekosistemima (bez velikih promena ekoloških faktora), iako su neka istraživanja pokazala da manje promene ekoloških faktora mogu dovesti do povećanja diverziteta (Jüttner i sar. 1996, 2003, Bellinger i sar. 2006). Jüttner i saradnici (1996) ukazuju da nekada ne dolazi do promene diverziteta uprkos velikom antropogenom uticaju. Na osnovu istraživanja diverziteta silikatnih algi velikih reka, može se zaključiti da male brdske i planinske reke i potoke nikako ne smemo zanemarivati i da su oni često centri diverziteta. Istraživanjem silikatnih algi San River reke, koja je najduža reka Karpata i druga najduža reka u južno-istočnoj Poljskoj, ukupne dužine 443,4 km, zabeleženo je 353 taksona (Noga i sar. 2014). I u Srbiji je vršena detaljna analiza silikatnih algi nekoliko velikih reka. Andrejić (2012) je identifikovala 177 taksona u reci Nišavi (dužina 201 km), dok je istraživanjem Velike Morave i Save ustanovljeno 162, odnosno 184 taksona (Vasiljević 2017).

Od ukupnog broja identifikovanih taksona u reci Vrli, 70 taksona je zabeleženo samo u njoj, 48 u Mlavi, 28 u Radovanskoj reci i 19 u Crnici. Vrste roda *Eunotia* uglavnom naseljavaju vode sa  $\text{pH} < 7$  (Ortiz-Lerín i Cambra 2007). S obzirom na više vrednosti pH u ovim rekama zabeležen je očekivano mali broj taksona roda *Eunotia* (4 u



Vrli, i po 1 u Mlavi i Radovanskoj reci). U Vrli je identifikovan najveći broj taksona iz roda *Pinnularia* (12), od kojih polovina (6) nije zabeleženo u ostalim rekama. Neki od taksona ovog roda identifikovanih u našem istraživanju (*P. schoenfelderi* i *P. subrupestris*) se smatraju ugroženim i retkim vrstama (Stanek-Tarkowska i sar. 2015). U Vrli je ustanovljeno prisustvo 5 taksona iz roda *Cymbopleura*, a u Crnici jedan. U ostalim rekama nisu zabeleženi predstavnici ovog roda. Za većinu ovih taksona je zajedničko da naseljavaju oligo- i mezotrofne slatke vode sa umerenom koncentracijom elektrolita (Lange-Bertalot i sar. 2017). Pored kosmopolita i ugroženih taksona, identifikovani su i taksoni koji se smatraju retkim. Jedan od tih taksona je *Stauroneis parathermicola* koji je zabeležen u Crnici i Radovanskoj reci. Ovo je aerofitska vrsta, koja najčešće raste među vlažnim mahovinama u tekućim vodama (Lange-Bertalot i sar. 2017). *S. parathermicola* se nalazi na crvenoj listi algi Poljske (Stanek-Tarkowska i sar. 2015). U našem istraživanju, najveća procentualna zastupljenost ovog taksona je iznosila 3,2% u reci Crnici na četvrtom lokalitetu u maju 2012. godine. Na ovom lokalitetu su izmerene povišene koncentracije ukupnog fosfora i ortofosfata, što je u skladu sa ekološkim preferencama ovog taksona. *S. parathermicola* ima veću brojnost na lokalitetima koji su pod uticajem antropogenog faktora gde su visoke koncentracije azota i fosfora. U obradivom zemljištu može predstavljati dominantnu vrstu sa relativnom brojnošću preko 20% (Stanek-Tarkowska i sar. 2015, Antonelli i sar. 2017). *Cocconeis neodiminuta* i *Luticola acidoclinata* se takođe smatraju retkim taksonima (Falasco i Bona 2011, Stanek-Tarkowska i sar. 2015). *C. neodiminuta* je identifikovan u sve četiri reke, sa najvećom relativnom brojnošću od 9,75% u Mlavi na petom lokalitetu u septembru 2011. godine, dok je *L. acidoclinata* identifikovana u tri reke (izuzev u reci Crnici) bez značajnije relativne zastupljenosti. Ersanli i Gonulol (2007) takođe ističu veliku brojnost *C. neodiminuta* u septembru, ali i negativnu korelaciju ovog taksona sa EP i TV što nije uočeno u našem istraživanju.

Ukupan diverzitet varira duž rečnog toka bez uočene pravilnosti. Posmatrajući ukupan broj taksona po lokalitetima, uočava se da ribnjak ne utiče na diverzitet taksona. Broj taksona između drugog i trećeg lokaliteta u reci Vrli, između kojih se nalazi ribnjak, se razlikuje za jedan takson.

Na teritoriji Srbije do sada je zabeleženo oko 800 taksona bilateralno simetričnih silikatnih algi (Vidaković i sar. 2017). Kada uporedimo taj podatak sa podacima iz

različitih zemalja Evrope (npr. Levkov i Williams 2012, Solak i sar. 2016), može se zaključiti da je na teritoriji Srbije relativno mali diverzitet silikatnih algi. Međutim, kada se vrše ovakva poređenja, nikako se ne smeju zanemariti klimatski i hidro-geološki uslovi, kao i veličina teritorije koju zauzima određena država. Intenzivna istraživanja silikatnih algi u Srbiji krajem XX i početkom XXI veka doprinela su opisivanju novih taksona prisutnih na teritoriji Srbije (Laušević 1995, Nikitović 1998, Tomašević 2000, Krizmanić 2009, Vidaković i sar. 2018). To se naročito odnosi na sitne taksona, teško uočljive bez svetlosnog ili skening elektronskog mikroskopa (npr. pripadnici rodova *Achnanthidium*, *Adlafia*, *Fistulifera*, *Humidophila*, *Mayamaea* i *Psammothidium*). *Reimeria uniseriata* do sada nije zabeležena na teritoriji Srbije, iako je veoma slična vrsta, *R. sinuata* široko rasprostranjena u Srbiji. Kod *R. sinuata* poprečne pruge se sastoje iz dva niza blisko postavljenih pora, dok se kod *R. uniseriata* nalazi jedan niz pora. Primena svetlosnog mikroskopa visoke rezolucije i SEM-a omogućila je detektovanje ovakvih taksona. Nesumnjivo je da će daljim detaljnim istraživanjima biti zabeležen veliki broj interesantnih taksona na području Srbije. Imajući prethodno rečeno u vidu, možemo pretpostaviti da je diverzitet silikatnih algi u Srbiji znatno veći, tako da naše istraživanje doprinosi boljem poznavanju njihovog diverziteta u Srbiji.

U reci Vrli je ustanovljeno prisustvo retke vrste *Decussata hexagona*, što predstavlja prvi nalaz roda *Decussata* u Srbiji (Krizmanić i sar. 2016). U okviru ovog roda nalaze se tri taksona: *D. placenta* (Ehr.) Lange-Bertalot & Metzeltin, *D. placenta* var. *obtusa* (Meister) Lange-Bertalot i *D. hexagona* (Torka) Lange-Bertalot (Lange-Bertalot 2000). *D. hexagona* je retka vrsta koja se razvija u populacijama koje su sačinjene od malog broja jedinki, za razliku od vrste *D. placenta* koja ima kosmopolitsko rasprostranjenje (Lange-Bertalot 2001). U našim uzorcima su zabeležene pojedinačne jedinke, osim u maju 2012. godine na petom lokalitetu, gde je relativna brojnost ove vrste iznosila 0,3% (Tabela 27). Slične rezultate objavili su Kapetanović i saradnici (2011) u Bosni i Hercegovini, gde je relativna brojnost ove vrste iznosila 0,2-0,3%, kao i Edlund i saradnici (2006) u Makedoniji (relativna brojnost <1%). *D. hexagona* je do sada zabeležena samo u Evropi, u slatinama, močvarama i sličnim staništima, pa naši nalazi proširuju granice tipova staništa na kojima je do sada zabeležena. Slaba istraženost njenih tipičnih staništa u Srbiji je najverovatniji uzrok odsustva nalaza ove vrste do sada.

## **5.2. Odnos sezonske dinamike i distribucije zajednica epilitskih silikatnih algi i fizičkih i hemijskih karakteristika vode istraživanih reka**

Reke i potoci su složeni i dinamični ekosistemi u kojima variraju fizički i hemijski faktori, na različite načine utičući na živi svet u njima (Lengyel 2016). Fizički i hemijski faktori koji najviše utiču na sastav zajednica silikatnih algi su: hemijske osobine vode (naročito pH, koncentracija jona i nutrijenata), sastav supstrata, brzina toka, svetlost, temperatura vode i uticaj ispaše. Većina ovih faktora zavisi od klime, geologije, topografije, namene zemljišta i drugih karakteristika reljefa, čime se objašnjava sličnost sastava zajednica silikatnih algi u regionima u kojima vladaju slični ekološki uslovi (Bere i Tundisi 2009).

Površinske vode veoma variraju u odnosu na mineralni sastav uglavnom usled varijabilnosti sastava podloge, klime i vegetacije. Antropogeni faktor je takođe veoma važan. Erozijska tla, navodnjavanje obradivih površina ili direktni unos otpadnih voda u reke povećavaju ukupan sadržaj minerala i koncentraciju pojedinih jona u vodi (Potapova i Charles 2003). Širenje poljoprivrednog zemljišta često dovodi do povećanja provodljivosti vode u rekama utičući na zajednice algi. Mnoge antropogene aktivnosti dovode do velikog povećanja koncentracije određenih jona, što može uticati na drastičnu promenu sastava zajednica algi u rekama, ali i učiniti vodu neupotrebljivom za piće, rekreaciju i navodnjavanje (Potapova i Charles 2003). Stoga, istraživanje potencijalnog uticaja pastrmskih ribnjaka na kvalitet vode reka i sastav zajednice epilitskih silikatnih algi je od velikog značaja.

Silikatne alge različito reaguju na mnoge fizičke i hemijske faktore usled različitog stepena tolerantnosti na njih (Bere i sar. 2016). Promenom fizičko-hemijskih karakteristika vode dolazi do varijacija u sezonskoj i prostornoj dinamici epilitskih silikatnih algi. Svaka vrsta najbolje uspeva pri određenoj vrednosti nekog faktora (optimum) i ne može da preživi kada se vrednost tog faktora veoma razlikuje u odnosu na optimalne vrednosti (Ter Braak i van Dam 1989).

U epilitskoj zajednici silikatnih algi Vrle, Mlave i Crnice, najveći broj taksona je zabeležen u proleće, a najmanji u jesen. U Radovanskoj reci, proleće i leto se razlikuju za svega dva taksona i izdvajaju se kao periodi sa najvećim brojem taksona. Neka istraživanja su ukazala da sezonska dinamika silikatnih algi zavisi i od tipa zajednice.

Soininen i Eloranta (2004) su pokazali da epilitske zajednice silikatnih algi pokazuju veću sezonsku dinamiku u odnosu na epipelne zajednice. Najveći broj taksona epilitske zajednice su zabeležili u septembru, a najmanji u avgustu. Naši rezultati su u skladu sa opšte prihvaćenim stavom da broj taksona silikatnih algi u jesen i zimu znatno opada, dok se maksimalni diverzitet dostiže u proleće i kasno leto (Stevenson i sar. 1996).

U epilitskoj zajednici, u prolećnom periodu, u reci Vrli, kao dominantni taksoni se izdvajaju *Achnanthydium minutissimum*, *Gomphonema elegantissimum* i *Nitzschia soratensis*. *A. minutissimum* je takson široke ekološke valence, koji uspešno nastanjuje kako oligotrofne, tako i eutrofne vode (Lobo i sar. 2004). Ipak, ovaj takson je najčešće dominantan u oligotrofnim vodama, dok se njegova relativna brojnost značajno smanjuje u eutrofnim vodama (Kelly i sar. 2007). Dominantnost ovog taksona u našem istraživanju je očekivana i potvrđuje dobar ekološki status reke Vrle (Tabele 49, 50 i 51). *G. elegantissimum* predstavlja takson koji je karakterističan za oligo- do slabo eutrofne tekuće vode sa karbonatnom podlogom (Lange-Bertalot i sar. 2017). Najveća relativna brojnost je zabeležena na lokalitetima pre ribnjaka, gde su ustanovljene niže koncentracije  $\text{NH}_4^+$  i niža temperatura vode (Tabela 39). Imajući u vidu sastav podloge, kao i ekološki status reke Vrle, dominantnost ove vrste je takođe očekivana u našem istraživanju. *N. soratensis*, koja se javlja kao dominantan takson u proleće, u epilitskoj zajednici iz reke Vrle, je do sada zabeležena isključivo u slatkim vodama sa niskom temperaturom i  $\text{pH} > 8$  (Trobajo i sar. 2012), što potvrđuju i naši nalazi. U letnjem periodu, pored ova tri taksona, kao dominantni taksoni u epilitskoj zajednici silikatnih algi se izdvajaju *Achnanthydium subatomus*, *Cocconeis lineata* i *C. pseudolineata*. Prema van Dam-u i saradnicima (1994) ove dve vrste roda *Cocconeis* su indikatori mezotrofnih i eutrofnih voda. Fizičko hemijske analize ukazuju na povišene koncentracije amonijum jona na svim lokalitetima, tokom letnjeg perioda u reci Vrli, naročito na lokalitetu nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka (VR3) (Tabela 39). Istraživanje epilitskih zajednica silikatnih algi u potocima na Sardiniji svedoči o dominantnosti taksona *A. subatomus* u zimskom periodu. Nema podataka o preferencijama ove vrste kada je u pitanju organska materija, međutim poznato je da se uspešno javlja u oligo- do mezotrofnim vodama (Lai i sar. 2016), o čemu govore i naši podaci. *A. subatomus* se izdvojio kao dominantan tokom tri perioda (leto, jesen i zima). Najveću relativnu brojnost je dostigao tokom leta na lokalitetu gde su zabeležene

najniže koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$  i  $\text{NO}_3^-$ . Tokom jesenjeg i zimskog perioda, dominiraju isti taksoni kao u proleće i leto. Izuzetak su *Hannaea arcus* i *Nitzschia pura*, koji dominiraju samo u zimskom periodu. *H. arcus* se ističe kao dominantni član zajednice u zimskom periodu. Radi se o vrsti koja se generalno smatra oligosaprobnom i toleriše određen nivo organskog zagađenja (Lange-Bertalot i sar. 2017). Dakle, zajedničko za sve dominantne taksoni u reci Vrli je da su oligosaprobi, koji su u velikom broju rasprostranjeni u oligo- do blago eutrofnim tekućim vodama. Generalno posmatrano, struktura i dinamika epilitske zajednice silikatnih algi iz reke Vrle verno oslikava dobar ekološki status.

U reci Mlavi, u prolećnom periodu, pored *A. minutissimum*, kao dominantan takson, se izdvaja *A. pyrenaicum*. Radi se o vrsti karakterističnoj za reke i potoke sa karbonatnom podlogom i velikom brzinom toka (Lange-Bertalot i sar. 2017), što potvrđuju i naši rezultati, budući da je najveća relativna brojnost ovog taksona u prolećnom periodu, kada je zabeležena najveća brzina toka, i to na prvom lokalitetu, kod izvorišta. Ovaj takson je bio dominantan i u reci Crnici, u zimskom periodu (relativna brojnost – 48%). Slična procentualna zastupljenost (50%) ove vrste je zabeležena i u reci San u Poljskoj, dok je relativna zastupljenost ostalih dominantnih taksona varirala u rasponu 5-10% (Noga i sar. 2014). U našem istraživanju, u obe reke, relativna zastupljenost ostalih dominantnih taksona je bila znatno viša. U letnjem periodu u reci Mlavi se zapaža dominantnost taksona *Denticula tenuis*. Prema van Dam-u i saradnicima (1994), ova vrsta je rasprostranjena u oligosaprobim vodama sa velikom relativnom brojnošću. Imajući u vidu naše rezultate o kvalitetu vode reke Mlave na osnovu fitobentosa (Tabele 59 i 60), njeno prisustvo sa velikim udelom u zajednici potvrđuje literaturne podatke. U jesenjem periodu se ističe vrsta *Achnanthydium catenatum*, koja je česta u stajaćim vodama, dok se u tekućim vodama javlja u malom broju (Lange-Bertalot i sar. 2017). U našem istraživanju, iako je pronađena na svega jednom lokalitetu (ML4), zastupljena je sa relativnom brojnošću od 63%. Takođe, interesantno je da se lokalitet na kome je zabeležen ovaj takson odlikuje najvećom brzinom vode, verovatno usled slabljenja uticaja ribnjaka nizvodno. Dakle, naši rezultati pokazuju da ovaj takson može biti rasprostranjen sa velikom brojnošću i u brzotekućim vodama. Tokom zimskog perioda, među dominantnim članovima zajednice se nalaze *Achnanthydium minutissimum*, *Denticula tenuis* i *Nitzschia fonticola*, koja je

tolerantna na visok nivo organskog zagađenja (Andrejić i sar. 2012). Fizičko hemijske analize su ukazale na povišene koncentracije  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4^+$  u zimskom periodu, na lokalitetima nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka u reci Mlavi (ML2) (Tabela 40), gde je zabeležena velika relativna brojnost ove vrste (Tabela 32). U istom periodu se zapaža i dominacija *Gomphonema olivaceum* sa udelom u zajednici od 40,5%. Ova vrsta je jedna od najčešćih iz roda *Gomphonema* u centralnoj Evropi, često sa velikim udelom u zajednici. Toman i saradnici (2014) ističu kao najverovatniji razlog brojnosti ove vrste, sposobnost da se čvrsto pričvrsti za supstrat. U našem istraživanju nije zabeležena manja brzina i protok vode reke Mlave u zimskom periodu. Interesantno je da je ova vrsta zabeležena kao dominantna na četvrtom lokalitetu, imajući u vidu značajan porast brzine vode i protoka duž toka reke.

Struktura i dinamika epilitske zajednice silikatnih algi u Crnici i Radovanskoj reci takođe oslikava ekološki status procenjen na osnovu fizičko hemijskih i bioloških parametara (Tabele 67, 68, 69, 76, 77 i 78). Dominantne taksone, pored oligosaprobna, čine i taksoni koji ukazuju na lošiji kvalitet vode. Nekoliko taksona (*Cocconeis lineata*, *Gomphonema micropus*, *Meridion circulare*, *Nitzschia fonticola*) dominira u periodu kada je detektovana najviša koncentracija  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  ili  $\text{SO}_4^{2-}$  jona, što ekološke preference ovih taksona i potvrđuju. Radi se o  $\beta$ -mezosaprobima, indikatorima mezo-eutrofnih staništa. *G. micropus* je dominantan član zajednice u prolećnom periodu u Crnici. Za ovaj takson je poznato da se može naći u  $\beta$ - i  $\alpha$ -mezosaprobim vodama (Lange-Bertalot i sar. 2017). U Crnici, u prolećnom periodu, su detektovane povišene koncentracije  $\text{NH}_3$  na lokalitetima nakon uliva otpadnih voda iz ribnjaka (Tabela 41), tako da je očekivano prisustvo  $\alpha$ - i  $\beta$ -mezosaprobim taksona.

CCA analizom (Grafik 13) uticaja ekoloških parametara na distribuciju taksona epilitske zajednice silikatnih algi je pokazano da ribnjaci utiču na fizičko-hemijske osobine vode, a samim tim na sastav epilitske zajednice. Mogu se uočiti dve grupe taksona, na osnovu ekoloških parametara i dodatnih varijabli, koje se odnose na to da li su lokaliteti uzorkovanja pre ili nakon ribnjaka. Na distribuciju prve grupe taksona, koji su dominirali na lokalitetima nakon ribnjaka, najveći uticaj imaju temperatura vode, elektroprovodljivost, tvrdoća, koncentracija nitrata i sulfata, kao i protok i dubina vode. Hloridi su imali najveći uticaj na distribuciju druge grupe taksona, koji su učestaliji na lokalitetima pre ribnjaka. I drugi autori ističu značaj protoka i dubine vode u

određivanju sastava zajednica silikatnih algi u rekama i potocima (npr. Bere i sar. 2016). U tom istraživanju se ističe da je protok vode najviše uticao na distribuciju sledećih taksona: *Achnanthes saxonica*, *Aulacoseira granulata*, *Cymbella tumida*, *Eunotia sorex*, *Fragilaria elliptica*, *Gomphonema angustatum*, *G. minutum* i *Surirella ovalis*. Naše istraživanje ukazuje na povezanost ovog faktora sa sledećim taksonima (prva grupa): *Achnanthidium pyrenaicum*, *Denticula tenuis*, *Handmannia glabriuscula*, *Meridion circulare*, *Navicula cryptotenella*, *Planothidium dubium* i *Staurosirella pinnata*. Ovi taksoni pripadaju različitim ekološkim gildama (grupama) koje je Passy (2007) definisala na osnovu njihove sposobnosti iskorišćavanja resursa i izbegavanja fizičkih pritisaka. Ipak, najveći broj taksona pripada gildi (grupi) taksona „visokih formi rasta“ koji najveću brojnost dostižu na lokalitetima bogatim nutrijentima, a osetljivi su na povećanu brzinu toka.

Temperatura, koja najviše zavisi od klimatskih uslova, je jedan od najvažnijih faktora koji utiče na distribuciju i sastav zajednica silikatnih algi (Toman i sar. 2014). I drugi autori ističu značaj temperature na kvantitativni i kvalitativni sastav zajednica silikatnih algi u rekama i potocima (DeNicola 1996). Ovaj faktor ima glavnu ulogu u mnogim biološkim procesima (npr. enzimskim reakcijama, fotosintezi). Veoma niske, ali i visoke temperature, prouzrokuju ozbiljna oštećenja pri ovim procesima. Npr., niske temperature mogu da prouzrokuju nepovratne promene u propustljivosti ćelijske membrane (Falkowski i Raven 2013), a visoke temperature denaturaciju enzima redukujući fotosintetsku aktivnost (Hopkins i Hüner 2004). Različite vrste silikatnih algi imaju različit temperaturni optimum (Lengyel 2016). Biomasa i diverzitet silikatnih algi se povećavaju na temperaturama između 14 °C i 25 °C. Na višim temperaturama diverzitet se smanjuje (Mixson 2007). Na temperaturama blizu gornje granice optimuma dolazi do smanjenja diverziteta i stepena reprodukcije kod vrsta koje su tolerantne na povećanje temperature (Patrick 1971). Posmatrajući sve četiri istraživane reke, uočava se rast prosečne temperature vode idući nizvodno, to jest od prvog ka poslednjem lokalitetu. Najniže temperature na prvom lokalitetu su očekivane budući da se prvi lokalitet u svim rekama nalazi na velikoj nadmorskoj visini, kod samog izvorišta. Idući nizvodno, sa opadanjem nadmorske visine, raste i temperatura, što je karakteristični obrazac variranja ovog faktora u rekama umerene klimatske zone. Izuzetak je reka Crnica, gde je najviša prosečna temperatura izmerena na trećem lokalitetu koji se nalazi

odmah nakon ispusta otpadnih voda iz ribnjaka (svega 20 m nizvodno od ribnjaka). Može se zaključiti da ribnjaci utiču na temperaturu vode koja predstavlja jedan od najvažnijih faktora u određivanju sastava zajednica silikatnih algi u istraživanim rekama. Patrick (1971) je pronašla da sa povećanjem temperature dolazi do promene dominantnih vrsta menjajući na taj način strukturu zajednica silikatnih algi. Međutim, Mixson (2007) je pronašla da promenom temperature dolazi do smene retkih vrsta, ali ne i dominantnih. Naša analiza ukazuje da je temperatura imala veliki uticaj na distribuciju dominantnih taksona, kao što su *Achnanthydium pyrenaicum* i *Denticula tenuis* (Grafik 13).

Kao važan faktor za epilitsku zajednicu silikatnih algi u istraživanim rekama izdvojio se  $\text{SO}_4^{2-}$  (Grafik 13). Sumpor olakšava usvajanje dvovalentnih jona i predstavlja značajnu komponentu proteina, vitamina i koenzima koji imaju važnu ulogu u respiraciji i metabolizmu masnih kiselina. Osim toga, sumpor ima glavnu ulogu u transferu elektrona u fotosintezi i u fiksaciji azota. Međutim,  $\text{SO}_4^{2-}$  je kompetitivni inhibitor usvajanja molibdena koji utiče na usvajanje  $\text{NO}_3^-$ . Na osnovu ovoga, očekuje se inhibicija fotosintetske aktivnosti kada su više vrednosti  $\text{SO}_4^-$ . Slično predlažu Cole i saradnici (1986) za zajednice fitoplanktona. Veoma bitna uloga  $\text{Cl}^-$  je održavanje balansa jona kroz ćelijsku membranu. Opstanak organizama i njihova fotosintetska aktivnost zahteva efikasnu osmoregulaciju. Zbog svoje mobilnosti,  $\text{Cl}^-$  može da održi neutralnost elektrona kroz ćelijsku membranu. Dakle,  $\text{Cl}^-$  je jedan od glavnih osmotski aktivnih rastvarača u vakuoli. Međutim, pri visokim koncentracijama postaje toksični element (Hopkins i Hüner 2004). U uslovima visoke koncentracije soli akumulira se toksičan  $\text{Cl}^-$  u hloroplastima dovodeći do smanjenja aktivnosti transporta elektrona u fotosintezi. Lengyel (2016) je pokazala da *Nitzschia frustulum*, iako preferira visoke koncentracije  $\text{SO}_4^{2-}$ , ne pokazuje značajnu razliku u rastu kao odgovor na ova dva jona ( $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{Cl}^-$ ). Nasuprot ovom istraživanju, naša analiza pokazuje da ovaj takson preferira više koncentracije  $\text{Cl}^-$  u odnosu na  $\text{SO}_4^{2-}$  (Grafik 13).

Toman i saradnici (2014) su pokazali da provodljivost ima najveći uticaj na diverzitet silikatnih algi i da je pozitivno korelisana sa nutrijentima, što pokazuje i naše istraživanje (Grafici 13 i 14). Isti autori navode da *Navicula cryptotenella* preferira vodu sa visokom koncentracijom elektrolita, o čemu svedoči i naša analiza, budući da ona spada u grupu taksona koji su pozitivno korelisani sa provodljivošću.



O značaju koncentracije nutrijenata na diverzitet i distribuciju silikatnih algi svedoče mnoga istraživanja (Ponader i sar. 2007, Danielson 2012, Tan i sar. 2017). Značaj nutrijenata na distribuciju silikatnih algi u našem istraživanju se najjasnije uočava na osnovu druge CCA analize (Grafik 14), gde se provodljivost, nitrati i amonijum jon izdvajaju kao najznačajniji faktori. Na levoj strani grafika se izdvajaju taksoni koji su pozitivno korelisani sa provodljivošću i koncentracijom nitrata i amonijum jona. Među njima se nalaze taksoni koji su tolerantni na umerene i visoke koncentracije nutrijenata (npr. *Achnanthydium pyrenaicum*, *Fragilaria vaucheriae*, *Nitzschia fonticola*). Karthick i saradnici (2017) ističu da je *A. pyrenaicum* brojan na lokalitetima gde je veliki antropogeni uticaj, što nije potvrđeno našim rezultatima. Ribnjaci predstavljaju jedan od izvora prekomernog ispuštanja nutrijenata u vodu reka. Oni potiču iz hrane koja se koristi za ishranu riba ili se oslobađaju kao metabolički produkti riba. To pre svega zavisi od veličine ribnjaka, količine biomase, prakse upravljanja ribnjakom i kvaliteta hrane kojom se hrane ribe. Zbog ukupnog sadržaja fosfora i azota u hrani koja se koristi za ishranu riba, smatra se da je to osnovni faktor koji utiče na povećanje koncentracija nutrijenata u rekama. Oko 30% nutrijenata ostane sadržano u biomasi organizama, a ostatak odlazi u vodno telo putem otpadnih voda sa kapacitetom izazivanja procesa eutrofikacije. U Nemačkoj, Norveškoj i SAD, gde postoje strogi zakoni kojima se reguliše rad pastrmskih ribnjaka, sadržaj fosfora u hrani koja se koristi za ishranu riba ne sme premašiti 1% (Moraes i sar. 2015). U našem istraživanju jasno se uočava efekat ribnjaka na koncentraciju fosfora, kao i jonizovane i nejonizovane frakcije amonijaka, što potvrđuju i druga istraživanja (Camargo i Gonzalo 2007, Camargo i sar. 2011, Moraes i sar. 2015). U slučaju sve četiri reke, njihove koncentracije su se značajno povećale na prvom lokalitetu nizvodno od ribnjaka. Ipak, budući da se voda iz ribnjaka direktno ispušta u vodu reka, vrednosti za fosfor su bile manje od očekivanih. Razlog ovoga je najverovatnije niži sadržaj fosfora u hrani koja se koristi za ishranu riba (Bureau i Cho 1999, Stojanović 2017). U prilog ovakvom objašnjenju idu rezultati istraživanja u kojima je uočeno da je unošenje nutrijenata u vodu razlika unosa hrane u ribnjak i onoga što riba koristi za rast i zadovoljenje energetske potrebe (Teodorowicz 2013). Oslobođanje amonijuma i ortofosfata je prvenstveno povezano sa metaboličkom aktivnošću ribe, dok je oslobođanje fosfora i azota povezano sa neiskorišćenom hranom. Dakle, ukoliko hrana za ishranu riba sadrži

više fosfora, biće veća i količina izlučenog rastvorljivog fosfora. Prema našim rezultatima, uočava se smanjenje koncentracije fosfora na lokalitetima nizvodno od prvog lokaliteta nakon ribnjaka (izuzetak je reka Crnica) (Tabele 39, 40, 41 i 42). U Mlavi i Radovanskoj reci, koncentracije fosfora na tim lokalitetima su više u odnosu na lokalitete koji se nalaze pre ribnjaka (Tabele 40 i 42). Slične rezultate su dobili i Moraes i saradnici (2015). Oni smatraju da se koncentracije fosfora i azota iz ribnjaka mogu smanjiti nutritivnim strategijama zasnovanim na energetskeim zahtevima vrsta riba.

Rastvoreni kiseonik, vrednost pH i tip supstrata su u mnogim istraživanjima imali veliki uticaj na dinamiku i distribuciju silikatnih algi (Kahlert i Gottschalk 2014, Schneider i sar. 2013, Urrea-Clos 2010). U našem istraživanju je pokazano da su ovi faktori imali uticaj na sezonsku dinamiku vrsta, dok su na njihovu distribuciju veći značaj imali drugi fizičko-hemijski faktori, kao što su temperatura vode, elektroprovodljivost, tvrdoća, koncentracija nitrata, sulfata i hlorida, kao i protok i dubina vode. Rastvoreni kiseonik je jedan od ključnih ekoloških faktora u vodenim ekosistemima neophodan za opstanak organizama. Osim toga, predstavlja bitan indikator zagađenja i eutrofikacije u rekama. Rastvorljivost kiseonika najviše zavisi od temperature i koncentracije soli. Međutim, i drugi faktori, kao što su promena brzine toka, potrošnja kiseonika od strane mikroorganizama, eutrofikacija, utiču na ovaj faktor (EPA, Ireland 2001). U našem istraživanju, u Vrli, Mlavi i Radovanskoj reci, koncentracije rastvorenog kiseonika su pokazale jasan trend smanjenja nizvodno od ispusta otpadnih voda iz ribnjaka. Naime, najviše koncentracije su zabeležene na prvom (kontrolnom) lokalitetu, a najniže na lokalitetu lociranom odmah nakon ribnjaka (Tabele 39, 40 i 42). Međutim, verovatno usled stabilne brzine toka istraživanih tekućica, dolazi do ponovnog povećanja koncentracije rastvorenog kiseonika. Dakle, jasno je uočljiv uticaj ribnjaka na ovaj veoma bitan ekološki faktor. Ipak, treba naglasiti da je on kratkotrajan, jer se već na drugom lokalitetu nakon ribnjaka povećava koncentracija rastvorenog kiseonika.

pH vrednost je veoma važan faktor koji utiče na sastav zajednica silikatnih algi u rekama (Bere i Tundisi 2009). Mnoge vrste silikatnih algi tolerišu samo mali opseg variranja pH vrednosti (Lengyel 2016). Njihove promene imaju direktan i indirektan uticaj na zajednice silikatnih algi. Direktni uticaj se ogleda u izazivanju direktnog fiziološkog stresa ćelija silikatnih algi, a indirektni delovanjem na ostale hemijske

faktore (Bere i Tundisi 2009). Promene pH vrednosti utiču na stopu usvajanja CO<sub>2</sub>, ali i na metaboličke procese u ćelijama silikatnih algi, pa samim tim i na procese transporta kroz membranu (Taraldsvik i Myklestad 2010). Disocijacija ugljen-dioksida zavisi od pH. Na niskim pH vrednostima osnovna forma je CO<sub>2</sub>, oko neutralnih vrednosti dostupna forma je HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, a u alkalnim uslovima CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. pH vrednost, u rekama koje teku preko sedimentnih stena, naročito ako je dominantan krečnjak, se kreće u rasponu 7,5 - 8,5 (neutralna do blago bazna reakcija vode) (Giller i sar. 1998). Pošto je upravo to slučaj sa našim istraživanim rekama, izmerene vrednosti pH su očekivane. Blago baznu reakciju vode u našem istraživanju verno oslikava i struktura zajednice, budući da su dominantni taksoni uglavnom alkalofili. Uočava se trend porasta pH vrednosti idući nizvodno u sve četiri reke. Nakon ribnjaka se ne uočava smanjenje vrednosti pH, već nastavljaju da rastu nizvodno. Dakle, može se pretpostaviti da je pH pod malim uticajem ribnjaka, a da je uočeni trend porasta vrednosti pH više pod uticajem prirodnih procesa (van Dam i sar. 1994).

Jedan od bitnih fizičkih faktora koji utiče na zajednice algi na mikro-skali u vodenim ekosistemima jeste i tip supstrata. Efekat supstrata je manje uočljiv na staništima gde fizički i hemijski faktori dostižu maksimalne vrednosti prouzrokujući stres kod živih organizama (Lengyel 2016). Ukupan sadržaj mulja je bio povećan na prvom lokalitetu nizvodno od ribnjaka u slučaju sve četiri istraživane reke, tako da je uticaj ribnjaka nesumnjiv kada se posmatra ovaj fizički parametar (Tabele 39, 40, 41 i 42). Na lokalitetima neposredno posle ribnjaka dolazi do akumulacije organske materije poreklom iz ribnjaka, tako da je na njima velika zastupljenost ovog tipa podloge očekivana.

### **5.3. Dijatomni indeksi i procena ekološkog statusa istraživanih reka**

Analiza zajednica silikatnih algi je veoma koristan alat u očuvanju i održivom korišćenju vodnih resursa (Mogna i sar. 2015). Iako se epilitske zajednice silikatnih algi primenjuju u rutinskom monitoringu već više od jedne decenije u mnogim državama Evrope, za procese identifikacije i kvantifikacije je neophodno vreme i stručno znanje. Takođe, dobijene rezultate (vrednosti indeksa) treba veoma pažljivo tumačiti u proceni ekološkog statusa površinskih voda uzimajući u obzir mnoge faktore, kao što su region

gde je određeni indeks prvobitno upotrebljen, izbor supstrata sa kog se vrši uzorkovanje silikatnih algi, različit stepen stručnosti osobe koja vrši analizu (Solak i Àcs 2011). IPS i GDI indeksi se izdvajaju u našem istraživanju po tome što koriste između 93% i 100% identifikovanih taksona pri izračunavanju. Taylor (2004) ukazuje na visok stepen korelacije ova dva indeksa. Neka istraživanja podržavaju stav da efikasnost dijetomnih indeksa u određenom regionu najviše zavisi od stepena preklapanja liste taksona koju koristi određeni indeks i liste identifikovanih taksona (Tan i sar. 2017). IPS indeks se u mnogim evropskim zemljama pokazao kao najefikasniji indeks u proceni kvaliteta vode, pre svega zbog toga što uključuje veliki broj taksona (oko 2500) (Noga i sar. 2016). Ovaj indeks je uključen i u naš zakonodavni sistem, predstavljajući jedan od obaveznih bioloških parametara pri oceni ekološkog statusa. U našem istraživanju, po udelu identifikovanih taksona pri izračunavanju indeksa, pored IPS indeksa, izdvaja se GDI indeks. Feio i saradnici (2009) ističu njegovu slabu korelaciju sa ostalim indeksima. To se najčešće objašnjava činjenicom da je za dobijanje vrednosti ovog indeksa dovoljna identifikacija do nivoa roda, za razliku od svih ostalih dijetomnih indeksa za čije izračunavanje je neophodna identifikacija do nivoa vrste, pa i nižih taksonomskih kategorija. Prygiel i saradnici (1996) su naglasili značaj identifikacije do nivoa vrste, jer se vrste jednog roda, kao što su *Navicula* i *Nitzschia*, mogu veoma razlikovati po ekologiji. Ipak, najnovije promene u taksonomiji dovode do razdvajanja velikih rodova na veći broj manjih. Iako porast broja rodova usložnjava identifikaciju, ipak je ona i dalje jednostavnija u poređenju sa identifikacijom nižih taksonomskih kategorija. Stoga, reformisani GDI može postati zanimljiv alat u proceni kvaliteta vode (Feio i sar. 2009). IBD i TDI koriste između 84% i 100% identifikovanih taksona u tri reke (Mlava, Crnica i Radovanska reka), dok EPI-D koristi preko 80% u Mlavi i Crnici. Visok procenat identifikovanih taksona pri izračunavanju ovih indeksa ukazuje na njihovu efikasnost u proceni ekološkog statusa istraživanih reka. Istraživanja epilitskih silikatnih algi reka u Evropi i Aziji takođe ukazuju na efikasnost ovih indeksa na osnovu sličnog procenta identifikovanih taksona (Kalyoncu i Şerbetci 2013, Tan i sar. 2013).

Dijatomni indeksi se razlikuju u odnosu na to šta procenjuju. Većina ukazuje na globalno zagađenje. TDI, TID i SHE ukazuju na promene u kvalitetu vode usled povećanja koncentracije fosfora, dok SID, SLA i WAT služe za procenu saprobnosti vode (Dalu i sar. 2016). Neki od indeksa su osmišljeni sa ciljem korišćenja u određenim

geografskim područjima i uključuju vrste karakteristične za to područje. Upravo takav indeks je EPI-D, koji se izdvaja u našem istraživanju po udelu identifikovanih taksona pri izračunavanju. On je nastao u centralnoj Italiji sa ciljem monitoringa mediteranskih reka (Dell'Uomo i sar. 2004). Ipak, mnoge vrste silikatnih algi su kosmopoliti i ova činjenica olakšava primenljivost indeksa u mnogim područjima, a ne samo području njihovog nastanka.

Prethodne analize kvaliteta vode reke Vrle, pre uliva Romanovske reke, ukazuju na veoma dobar kvalitet vode, tako da se može koristiti za snabdevanje stanovništva vodom (Đeković i sar. 2010). Svi lokaliteti izabrani za potrebe našeg istraživanja se nalaze pre uliva Romanovske reke, tako da su prethodni rezultati u skladu sa našim, na osnovu kojih se voda reke Vrle, tokom svakog od meseca istraživanja, može okarakterisati kao voda dobrog ekološkog statusa (Tabele 43-49). Međutim, nakon uliva Romanovske reke, javljaju se iznenadne promene u kvalitetu vode. U ovom delu otpadne vode iz fabrika se ulivaju direktno u vodotok. Samo na teritoriji opštine Surdulica postoji deset fabrika koje ugrožavaju kvalitet vode reke Vrle (Đeković i sar. 2010). Na osnovu prethodno rečenog, jasan je značaj kontinuiranog praćenja kvaliteta površinskih voda, naročito vodotokova poput Vrle, koja još uvek odoleva procesu industrijalizacije i predstavlja jedan od „najčistijih“ vodotokova u Srbiji duž većeg dela toka. Posmatrajući kvalitet vode na lokalitetima pre i posle pastrmskog ribnjaka, ne uočava se promena, odnosno pad kvaliteta vode, na lokalitetima nizvodno od ribnjaka na osnovu vrednosti većine dijamnih indeksa. Do istog zaključka su došli i Bonisławska i saradnici (2013), ispitujući uticaj pastrmskih ribnjaka na kvalitet vode reke Gowienica u Poljskoj. Međutim, treba naglasiti IPS indeks kao izuzetak kada se uzmu u obzir vrednosti date prema Pravilniku. Njegove vrednosti se smanjuju na trećem lokalitetu, tako da je jasan negativan uticaj ribnjaka na kvalitet vode, o čemu svedoče i koncentracije amonijum jona i nitrata na ovom lokalitetu (Tabele 49 i 50). Vrednosti većine dijamnih indeksa su uglavnom ukazivale na dobar ekološki status. Vrednosti TDI indeksa, su ukazivale na umeren ekološki status. On je osmišljen sa ciljem pružanja informacije o opterećenju površinskih voda nutrijentima (Kelly i Whitton 1995). Softver OMNIDIA izračunava i procenat pokretnih taksona tolerantnih na zagađenje (%PT), što predstavlja dodatni parametar pouzdanosti za TDI indeks. Na osnovu ovog parametra može se zaključiti o uticaju organskog opterećenja na eutrofikaciju određenog vodenog

ekosistema. Tokom našeg istraživanja, na većini lokaliteta, vrednosti PT su manje od 20%, na osnovu čega se može zaključiti da organsko opterećenje nema velikog uticaja na eutrofikaciju ovog vodenog ekosistema. TID i LOBO su ukazivali na umeren i slab ekološki status reke Vrle. TID indeks je osmišljen sa ciljem procene trofičnog stanja vodenih ekosistema (Rott i sar. 1999). U našem istraživanju reke Vrle, ovaj indeks se pokazao kao dobar indikator promene koncentracije jedinjenja fosfora. Kada se posmatra grafik analize redundantnosti (RDA) (Grafik 21) u cilju sagledavanja korelacije između različitih indeksa u reci Vrli, jedino se izdvaja LOBO indeks. Ostali indeksi su međusobno pozitivno korelisani. To se može objasniti činjenicom da je ovaj indeks nastao u geografski veoma udaljenom području od našeg (u Brazilu) (Lobo i sar. 2002), te da se za njegovo izračunavanje koristi mali broj, kod nas prisutnih taksona (12% - 48%). Kada se isti grafik posmatra u cilju sagledavanja korelacije između indeksa i relevantnih fizičko-hemijskih parametara, uočava se jasna korelacija svih dijetomnih indeksa (osim LOBO) sa pH,  $P_u$ ,  $NO_3^-$ ,  $O_2$ , brzinom, protokom i dubinom. To znači da sa povećanjem vrednosti ovih faktora, vrednosti indeksa rastu. Svi indeksi (osim LOBO) su negativno korelisani sa temperaturom vode, tvrdoćom vode,  $NH_4^+$  i  $NH_3$ , što znači da sa smanjenjem vrednosti ovih parametara dolazi do povećanja vrednosti indeksa, to jest do poboljšanja kvaliteta vode. U našem zakonodavstvu indeksi IPS i CEE su obavezni parametri procene ekološkog statusa površinskih voda na osnovu fitobentosa. Jedan od ciljeva našeg istraživanja bio je utvrđivanje njihove korelacije sa drugim indeksima, kako bi se eventualno predložilo njihovo uključivanje u biološke parametre procene ekološkog statusa. Naši rezultati za Vrle ukazuju da ova dva indeksa imaju najveći stepen međusobne korelacije u odnosu na njihovu korelaciju sa drugim indeksima (Grafik 21).

Na osnovu ranijih ispitivanja kvaliteta vode reke Mlave, vrednosti fizičko-hemijskih parametara su ukazivale na III/IV klasu ekološkog statusa (Hidrološki godišnjak 2011), što se poklapa sa našim rezultatima procene konačnog ekološkog statusa reke Mlave, kao i procene na osnovu hemijskih i fizičko-hemijskih parametara. Vrednosti većine indeksa tokom čitavog perioda istraživanja ne ukazuju na pogoršanje kvaliteta vode reke Mlave na lokalitetu smeštenom nizvodno nakon ribnjaka. Na osnovu prethodno rečenog, možemo reći da pastrmski ribnjaci nemaju uticaja na kvalitet vode reke Mlave. Analiziranjem vrednosti dijetomnih indeksa, proizilazi zaključak da je

situacija u ovoj reci veoma slična kao u reci Vrli. Na osnovu niskih vrednosti %PT smo mogli da zaključimo da organsko zagađenje takođe ne doprinosi eutrofikaciji. LOBO indeks je negativno korelisan sa ostalim indeksima ili ne pokazuje korelaciju sa njima. Istraživanja u Srbiji (Predojević 2017, Vasiljević 2017) pokazuju pozitivnu korelaciju WAT indeksa sa velikim brojem ostalih dijatomnih indeksa. U našoj analizi WAT indeks se izdvaja po tome što je pozitivno korelisan sa CEE, IDAP, GDI, IPS, EPI-D, IBD, IDSE/5, a negativno sa indeksima TDI, SHE, TID, SLA, SID, IDP, DESCY, DI-CH, LOBO (Grafik 28). Najverovatniji razlog negativne korelacije WAT indeksa je sličan kao u slučaju LOBO indeksa. Naime, WAT indeks je takođe nastao u regionu veoma udaljenom od našeg (u Japanu) sa ciljem detektovanja organskog zagađenja (Watanabe i sar. 1986). Osim toga, neki autori ističu da ovaj indeks nije primenljiv u vodama Evrope (Tan i sar. 2017). Udeo identifikovanih taksona iz Mlave, za izračunavanje WAT indeksa, se kretao oko 50% u većini uzoraka. Korelacije dijatomnih indeksa sa fizičko-hemijskim faktorima pokazuju da su indeksi u donjem desnom kvadrantu na RDA dijagramu (Grafik 28) pozitivno korelisani sa temperaturom, što znači da se sa porastom temperature povećavaju vrednosti indeksa, to jest poboljšava kvalitet vode. To su uglavnom indeksi koji su indikatori opšteg zagađenja. Indeksi koji se nalaze u gornjem desnom kvadrantu pozitivno korelišu sa  $\text{NH}_4^+$ , ali i sa EP i Cl<sup>-</sup> (Grafik 28). To su pretežno indeksi koji pružaju informacije o opterećenju nutrijentima. IPS i CEE su međusobno pozitivno korelisani, a od ostalih indeksa pozitivno korelišu sa EPI-D indeksom. Visok stepen korelacije između ovih indeksa je utvrđen i ispitivanjem stepena zagađenja reka u Slovačkoj (Hlúbiková i sar. 2007). Isti autori su istakli najjaču korelaciju EPI-D indeksa sa nutrijentima. Prethodnim ispitivanjem kvaliteta vode reke Mlave (Hidrološki godišnjak 2011) na osnovu vrednosti EPI-D indeksa je konstatovano povećano opterećenje nutrijentima, a voda je odgovarala III klasi kvaliteta. Nasuprot tome, vrednosti EPI-D indeksa u našem istraživanju reke Mlave ukazuju na II klasu ekološkog statusa tokom čitavog istraživanog perioda.

Ranković i saradnici (1995) svojim analizama vode reke Crnice ukazuju na variranje kvaliteta vode od I do III klase idući nizvodno. Pošto se naši lokaliteti nalaze u gornjem delu toka i većina dijatomnih indeksa ukazuje na I i II klasu ekološkog statusa, možemo reći da naši rezultati potvrđuju prethodne rezultate istraživanja kvaliteta vode reke Crnice. Istraživanja iz 2010. (Hidrološki godišnjak 2011) ukazuju da je kvalitet

vode varirao od II do III klase kvaliteta na profilu Paraćin, na osnovu EPI-D indeksa. Naše vrednosti ovog indeksa svedoče o I i II klasi ekološkog statusa, mada ne možemo govoriti o poboljšanju kvaliteta vode, jer se naši lokaliteti nalaze uzvodno od profila Paraćin. Iako se uočava pad vrednosti većine dijatomnih indeksa na trećem i petom lokalitetu tokom istraživanog perioda, te vrednosti su i dalje ukazivale na istu klasu ekološkog statusa. Na osnovu toga, možemo zaključiti da pastrmski ribnjaci, kao i u slučaju prethodnih istraživanih reka, nemaju značajnog negativnog uticaja na kvalitet vode reke Crnice. TID i TDI su indeksi koji ukazuju na umeren i slab ekološki status duž istraživanog dela toka. Ostali indeksi uglavnom ukazuju na dobar i odličan ekološki status. Samo u pet uzoraka (od 36 ukupno) dobijene %PT vrednosti su veće od 20%, tako da organsko zagađenje ne doprinosi značajnije eutrofikaciji. Veliki broj indeksa je veoma dobro međusobno korelisan (Grafik 35), a njihove vrednosti se povećavaju sa porastom temperature, EP i  $P_u$ . Među ovim indeksima su i TDI i TID, koji su nastali sa ciljem detekcije nutrijenata. Takođe, uočena je značajna korelacija EPI-D, IPS i GDI indeksa sa koncentracijom nutrijenata (Della Bella i sar. 2007), što je pokazala i naša analiza (Grafik 35). IBD indeks se smatra pogodnim za procenu koncentracije EP (Della Bella i sar. 2007). To je potvrđeno i našom analizom u kojoj je IBD pokazao pozitivnu korelaciju sa EP. Prygiel i saradnici (2002) su ustanovili korelaciju CEE, DESCY, IPS i SLA sa pH. Naša analiza potvrđuje korelaciju SLA sa pH, ali ukazuje i na korelaciju SHE, TID i SID sa pH. Na povećanje vrednosti IPS indeksa, tj. na poboljšanje kvaliteta vode, najveći uticaj ima povećanje temperature. Isti uticaj ima EP kada se posmatra CEE indeks. Što se tiče korelacije ova dva indeksa, oni su, kao i u ostale tri reke veoma dobro međusobno korelisani (Grafici 21, 28, 35 i 42).

Duž čitavog toka Radovanske reke vrednosti većine indeksa su se kretale u uskom opsegu, tj. ne uočava se pad kvaliteta vode na lokalitetima nizvodno od ribnjaka. Indeksi koji su ukazivali na najbolji ekološki status Radovanske reke su bili IBD i IPS (kao i u slučaju reka Vrle i Mlave), ali i DESCY i CEE. DESCY je jedan od prvih dijatomnih indeksa koji je osmišljen u cilju indikacije opšteg kvaliteta vode. Sa istim ciljem su osmišljeni i CEE i IBD indeksi, čije se vrednosti menjaju pod uticajem različitih zagađivača (koncentracija kiseonika i hlorida u vodi, nutrijenti, organska materija) (Della Bella i sar. 2007). To je u skladu sa našim rezultatima, koji ukazuju na negativnu korelaciju ovih indeksa sa koncentracijom  $\text{NO}_3^-$  (Grafik 42). Dakle, sa



povećanjem vrednosti ovih parametara dolazi do smanjenja vrednosti ovih indeksa, to jest do pogoršanja kvaliteta vode. Osim toga, naša analiza jasno pokazuje da su ovi indeksi veoma dobro međusobno korelisani (Grafik 42). Ipak, najjača korelacija je uočena između IPS i IBD. Na umeren ekološki status su uglavnom ukazivali TID i TDI, kao i u ostale tri istraživane reke. Samo u jednom uzorku (mart 2012., RD3) procenat pokretnih taksona tolerantnih na zagađenje je iznosio 27,9%, dok je u svim ostalim uzorcima taj broj bio manji od 20%. To nam govori da organsko opterećenje nema uticaja na eutrofikaciju i kada je ova reka u pitanju. Za razliku od Vrle i Mlave, LOBO indeks je uglavnom ukazivao na dobar i odličan ekološki status Radovanske reke.

Dakle, voda sve četiri istraživane reke se može okarakterisati kao voda dobrog ekološkog statusa na osnovu većine dijametnih indeksa. Na osnovu toga, možemo zaključiti da ribnjaci izgrađeni na ovim rekama nemaju značajnog uticaja na kvalitet vode procenjen na osnovu fitobentosa, iako se njihova godišnja produkcija dosta razlikovala (Stojanović 2017). Ribnjak izgrađen na reci Vrli je imao najmanju produkciju u istraživanom periodu (3,6 t), a na Mlavi najveću (110 t). Situacija postaje jasnija kada se uzme u obzir da na uticaj ribnjaka na recipijent, osim produkcije samog ribnjaka, utiče i protok vode i da je taj uticaj obrnuto proporcionalan, što i naši rezultati potvrđuju.

TDI i TID su jedina dva indeksa koja ukazuju na umeren i slab ekološki status sve četiri istraživane reke tokom čitavog istraživanog perioda (Tabele 43-48, 52-57, 61-66, 70-75). Ovi indeksi su osmišljeni sa ciljem detekcije koncentracije nutrijenata u vodenim ekosistemima (Kelly i Whitton 1995, Rott i sar. 1999). Tan i saradnici (2017) ističu da vrednosti TID indeksa najviše zavise od koncentracije jedinjenja azota i pH, čime objašnjavaju 70% variranja vrednosti ovog indeksa. To potvrđuju i naši rezultati. U reci Crnici, TID je najviše reagovao na promene tri faktora (pH,  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4^+$ ) (Grafik 35). U Mlavi i Radovanskoj reci na vrednosti ovog indeksa su takođe veliki uticaj imale koncentracije  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4^+$  (Grafici 28 i 42). Izuzetak je Vrla, gde se jasno uočava negativna korelacija TID indeksa sa  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4^+$ , ali pozitivna sa jedinjenjima fosfora (Grafik 21). Dakle, TID se u našem istraživanju pokazao kao veoma dobar indikator promene koncentracije jedinjenja azota i fosfora, za šta je prvobitno i dizajniran.

Razlike između dijametnih indeksa se javljaju usled njihove različite osetljivosti na vrstu i stepen zagađenja (različiti indeksi su osmišljeni sa ciljem detektovanja

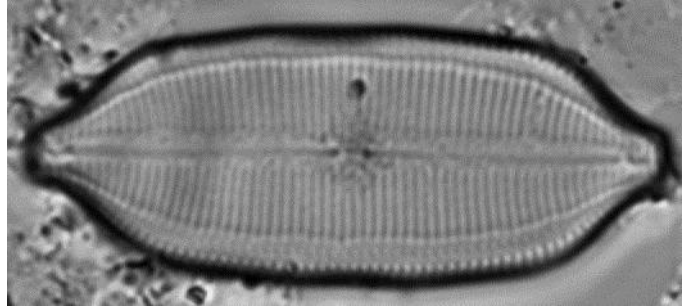
različitih tipova zagađenja). Takođe, i razlike u spiskovima indikatorskih taksona koji ulaze u obzir prilikom njihovog izračunavanja (različiti taksoni se koriste za izračunavanje različitih indeksa u zavisnosti od regiona gde su osmišljeni) imaju veliki uticaj na rezultate izračunavanja dijatomnih indeksa. Dakle, njihova primenljivost u regionima različitim od mesta njihovog nastanka, mora biti detaljno ispitana i testirana (Hlúbiková i sar. 2007). Naši rezultati pokazuju visok stepen korelacije između većine indeksa, što je u skladu sa razmatranjima nekih istraživača koji su došli do sličnih rezultata i smatraju da se neki dijatomni indeksi mogu primeniti u različitim geografskim regionima, uz detaljno testiranje (Slingers 2015). LOBO i WAT se mogu izdvojiti kao indeksi koji su negativno korelisani sa ostalim indeksima u Mlavi. Takođe, u Vrli, LOBO indeks pokazuje negativnu korelaciju sa svim indeksima, a WAT u Radovanskoj reci. Činjenica da ukazuju na lošiji kvalitet vode u odnosu na ostale indekse se može objasniti velikom razlikom između geografskih regiona njihovog nastanka i našeg područja. IPS indeks se smatra „referentnim“ indeksom, na osnovu koga se može oceniti primenljivost drugih indeksa, jer on uključuje oko 2000 taksona, što predstavlja najveći broj taksona koji se koriste za izračunavanje nekog dijatomnog indeksa (Descy i Coste 1991, Tan i sar. 2017). U našem istraživanju IPS indeks pokazuje najveći stepen korelacije sa CEE, EPI-D, IDSE/5 i IBD, što ih čini pogodnim alatom u monitoringu reka u Srbiji. To potvrđuje i veoma visok udeo taksona koji je korišćen za njihovo izračunavanje. EPI-D i IDSE/5 indeksi su osmišljeni sa ciljem utvrđivanja organskog zagađenja i povećanja koncentracije nutrijenata, a to su najčešće očekivani pritisci u našim rekama (Hidrološki godišnjak 2011). Oni su se pokazali veoma pogodnim alatom za procenu kvaliteta reka i u Italiji (Dell’Uomo i Torrisi 2011, Slingers 2015). IBD i CEE su jedni od najčešće korišćenih dijatomnih indeksa u zemljama Evrope u kojima su se pokazali veoma korisnim u monitoringu tekućih voda (Ács i sar. 2004, Hlúbiková i sar. 2007, Kalyoncu i Şerbetci 2013). Imajući sve prethodno u vidu, možemo zaključiti da su IPS i IBD najpouzdaniji dijatomni indeksi procene ekološkog statusa brdsko-planinskih tekućica u Srbiji.

Naše istraživanje ukazuje da prilikom procene ekološkog statusa reka treba uzeti u obzir što veći broj parametara (kako bioloških, tako i fizičko-hemijskih). Takođe ukazuje na potrebu konstantne revizije zakonskih propisa koji se tiču procene ekološkog

statusa vodnih tela, za koju je neophodan ovakav tip israživanja na što većem broju vodnih tela.

## *6. Zaključci*

---



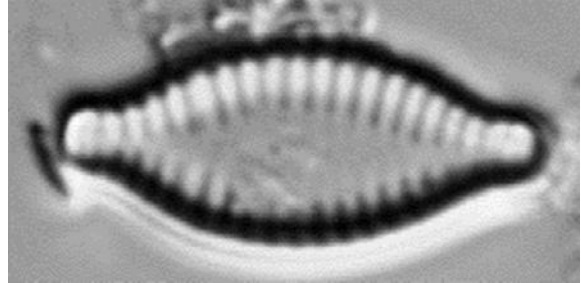
Na osnovu ciljeva istraživanja i dobijenih rezultata, možemo zaključiti:

- Tokom istraživanog perioda identifikovano je ukupno 375 taksona epilitskih silikatnih algi u Vrli, Mlavi, Crnici i Radovanskoj reci. Utvrđeno je prisustvo 230 taksona u Mlavi, 228 taksona u Vrli, 206 taksona u Radovanskoj reci i 170 taksona u Crnici.
- Zabeležena su 83 zajednička taksona u sve 4 reke. U Vrli je identifikovan najveći broj taksona koji nisu pronađeni u ostale tri reke (70 taksona). Zatim, sledi Mlava (44), Radovanska reka (29) i Crnica sa ukupno 19 taksona.
- U svim istraživanim rekama, dominiraju predstavnici rodova *Nitzschia*, *Navicula* i *Gomphonema*. Pored ugroženih taksona (*Pinnularia schoenfelderi* i *P. subrupestris*), identifikovani su i taksoni koji se smatraju retkim (*Cocconeis neodiminuta*, *Luticola acidoclinata*, *Stauroneis parathermicola*).
- Od ukupnog broja identifikovanih, 50 taksona je prvi put zabeleženo u flori algi Srbije. Rod *Decussata* predstavlja novi rod za floru algi Srbije.
- CCA analiza uticaja fizičko-hemijskih parametara vode i dominantnih taksona epilitske zajednice silikatnih algi iz 4 istraživane reke je pokazala da su se kao značajni fizičko-hemijski faktori izdvojili  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$  i EP.
- CCA analiza uticaja ekoloških parametara na distribuciju taksona epilitske zajednice silikatnih algi iz 4 istraživane reke je pokazala da ribnjaci utiču na fizičko-hemijske osobine vode, a samim tim na sastav epilitske zajednice.
- Na osnovu većine dijametarskih indeksa voda sve četiri istraživane reke je dobrog ekološkog statusa (II klasa kvaliteta). Ribnjaci izgrađeni na ovim rekama nemaju značajnog negativnog uticaja na kvalitet vode.
- TDI i TID su jedina dva indeksa koja ukazuju na umeren i slab ekološki status sve 4 istraživane reke tokom čitavog istraživanog perioda.
- Prema „Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda”, na osnovu bioloških (fitobentos) i fizičko-hemijskih elemenata, ekološki status vode istraživanog dela reke Vrle je dobar (II klasa), a reke Mlave umeren (III klasa). Konačan ekološki status Crnice i Radovanske reke je procenjen kao slab (IV klasa).

- RDA analiza je pokazala visok stepen međusobne korelacije većine indeksa u svim istraživanim rekama. LOBO i WAT se mogu izdvojiti kao indeksi koji su negativno korelisani sa ostalim dijamnim indeksima u Mlavi, LOBO indeks u Vrli, a WAT u Radovanskoj reci.
- Naši rezultati ukazuju da su, na osnovu udela indikatorskih vrsta u zajednici epilitskih silikatnih algi, dijamni indeksi IPS, GDI, IBD i TDI pouzdani u proceni ekološkog statusa brdsko-planinskih tekućica u Srbiji. IPS indeks pokazuje najveći stepen korelacije sa CEE, EPI-D, IDSE/5 i IBD. Najpouzdaniji dijamni indeksi procene ekološkog statusa brdsko-planinskih tekućica u Srbiji su IPS i IBD.

## *7. Literatura*

---



- Ács É., Szabó K., Tóth B. and Kiss K.T. 2004. Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian streams in connection with reference conditions of the water framework directives. *Acta Botanica Hungarica* 46(3-4), 255-278.
- Adler P.B., White E.P., Lauenroth W.K., Kaufman D.M., Rassweiler A. and Rusak J.A. 2005. Evidence for a general species–time–area relationship. *Ecology* 86(8), 2032-2039.
- Al-Harbi S.M. 2017. Seasonal dynamics and community composition of epilithic microalgae in relation with environmental factors at northwest coast of Jeddah, The Red Sea. *Journal of Oceanography and Marine Research* 5(1), 1-8.
- Allan J.D. and Castillo M.M. 2007. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Springer Netherlands, 436 pp.
- Anderson E.L., Welch E.B., Jacoby J.M., Schimek G.M. and Horner R.R. 1999. Periphyton removal related to phosphorus and grazer biomass level. *Freshwater Biology* 41(3), 633-651.
- Andrejić J. 2012. Florističko-ekološka analiza silikatnih algi (Bacillariophyta) reke Nišave i pritoka Jerme i Temske. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 297 str.
- Andrejić J., Krizmanić J. and Cvijan M. 2012. Diatom species composition of the Nišava river and its tributaries Jerma and Temska rivers (southern Serbia). *Archives of Biological Sciences* 64(3), 1127-1140.
- Antonelli M., Wetzel C., Ector L., Teuling A. and Pfister L. 2017. *Ecological Indicators* 75, 73-81.
- Atazadeh I., Sharifi M. and Kelly M.G. 2007. Evaluation of the Trophic Diatom Index for assessing water quality in River Gharasou, western Iran. *Hydrobiologia* 589(1), 165-173.
- Avkhimovich D. 2013. Effect of water quality on rainbow trout performance Water oxygen level in commercial trout farm “Kala ja marjapojat.” Bachelor’s Thesis, Mikkeli University of Applied Sciences, Finland, 77 pp.
- Bellinger B.J., Cocquyt C. and O’Reilly C.M. 2006. Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. *Hydrobiologia* 573(1), 75-87.



- Bere T. and Tundisi J.G. 2009. Weighted average regression and calibration of conductivity and pH of benthic diatom assemblages in streams influenced by urban pollution-São Carlos/SP, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 21(3), 317-325.
- Bere T., Mangadze T. and Mwedzi T. 2016. Variation partitioning of diatom species data matrices: Understanding the influence of multiple factors on benthic diatom communities in tropical streams. *Science of The Total Environment* 566, 1604-1613.
- Besse-Lototskaya A., Verdonschot P., Coste M. and Van de Vijver B. 2011. Evaluation of European diatom trophic indices. *Ecological Indicators* 11(2), 456-467.
- Biggs B.J. and Smith R.A. 2002. Taxonomic richness of stream benthic algae: effects of flood disturbance and nutrients. *Limnology and Oceanography* 47(4), 1175-1186.
- Blinn D.W., Shannon J.P., Benenati P.L. and Wilson K.P. 1998. Algal ecology in tailwater stream communities: the Colorado river below Glen Canyon Dam, Arizona. *Journal of Phycology* 34(5), 734-740.
- Bonisławska M., Tański A., Mokrzycka M., Brysiewicz A., Nędzarek A. and Tórz A. 2013. The effect of effluents from rainbow trout ponds on water quality in the Gowienica River. *Journal of Water and Land Development* 19(1), 23-30.
- Bozarth A., Maier U.G. and Zauner S. 2009. Diatoms in biotechnology: modern tools and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology* 82(2), 195-201.
- Bukhtiyarova L. and Round F.E. 1996. Revision of the genus *Achnanthes* sensu lato section Marginulatae Bukh. sect. nov. of *Achnantheidium* Kütz. *Diatom Research* 11(1), 1-30.
- Bureau D.P. and Cho C.Y. 1999. Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): estimation of dissolved phosphorus waste output. *Aquaculture* 179(1-4), 127-140.
- Butcher R.W. 1946. Studies in the Ecology of Rivers: VI. The Algal Growth in Certain Highly Calcareous Streams. *The Journal of Ecology* 33, 268-283.
- Camargo J.A. and Gonzalo C. 2007. Physicochemical and biological changes downstream from a trout farm outlet: Comparing 1986 and 2006 sampling surveys. *Limnetica* 26(2), 405-414.

- Camargo J.A., Gonzalo C. and Alonso Á. 2011. Assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates: A case study. *Ecological Indicators* 11(3), 911-917.
- Cantonati M., Füreder L., Gerecke R., Jüttner I. and Cox E.J. 2012. Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science* 31(2), 463-480.
- Cemagref 1982. Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon. Agence financière de Bassin Rhone-Méditerranée Corse, Pierre-Bénite, 218 pp.
- Charles D.F., Acker F.W., Hart D.D., Reimer C.W. and Cotter P.B. 2006. Large-scale Regional Variation in Diatom-water Chemistry Relationships: Rivers of the Eastern United States. *Hydrobiologia* 561(1), 27-57.
- Chessman B., Growns I., Currey J. and Plunkett-Cole N. 1999. Predicting diatom communities at the genus level for the rapid biological assessment of rivers. *Freshwater Biology* 41, 317-331.
- Chudaev D.A., Kulikovskiy M.S. and Komulaynen S.F. 2016. Species of *Navicula* sp. (Bacillariophyta, *Naviculaceae*) in the rivers of Murmansk region. *Botanicheskii Zhurnal* 101(2), 142-154.
- Claquin P., Leynaert A., Sferratore A., Garnier J. and Ragueneau O. 2006. Physiological Ecology of Diatoms Along the River-Sea Continuum. In: Ittekkot V., Unger D., Humborg C. and Tac An N. (eds.), *The Silicon Cycle: Human Perturbations and Impacts on Aquatic Systems*. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) Series 66, 121-137.
- Cole J.J., Howarth R.W., Nolan S.S. and Marino R. 1986. Sulfate inhibition of molybdate assimilation by planktonic algae and bacteria: some implications for the aquatic nitrogen cycle. *Biogeochemistry* 2(2), 179-196.
- Coste M. and Ayphassorho H. 1991. Étude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques). Rapport Cemagref Bordeaux, Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, 227 pp.
- Coste M. and Lenoir A. 1998. Development of a practical diatomic index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In: Whitton

- R. and Rott E. (eds.), Proceedings of International Symposium “Volksbildungsheim Grilhof Vill”, 17-19 September 1995, Innsbruck, Austria. University of Innsbruck, 29-43.
- Coste M., Boutry S., Tison-Rosebery J. and Delmas F. 2009. Improvements of the Biological Diatom Index (BDI): Description and efficiency of the new version (BDI-2006). *Ecological Indicators* 9(4), 621-650.
- Cvijan M. 2013. *Algologija*. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd, 196 str.
- Dalu T., Froneman P., Chari L. and Richoux N. 2014. Colonisation and community structure of benthic diatoms on artificial substrates following a major flood event: A case of the Kowie River (Eastern Cape, South Africa). *Water SA* 40(3), 471-480.
- Dalu T., Bere T. and Froneman W. 2016. Assessment of water quality based on diatom indices in a small temperate river system, Kowie River, South Africa. *Water SA* 42(2), 183-193.
- Danielson T.J. 2012. Protocol for Calculating DTPI and DTNI for Wadeable Streams and Rivers (DEPLW-0970A). Maine Department of Environmental Protection, Augusta, ME, 13 pp.
- Dela-Cruz J., Pritchard T., Gordon G. and Ajani P. 2006. The use of periphytic diatoms as a means of assessing impacts of point source inorganic nutrient pollution in south-eastern Australia. *Freshwater Biology* 51(5), 951-972.
- Della Bella V., Puccinelli C., Marcheggiani S. and Mancini L. 2007. Benthic diatom communities and their relationship to water chemistry in wetlands of central Italy. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 43(2), 89-99.
- Dell’Uomo A., Torrisi M., Corsini A. and Cavalieri S. 2004. L’indice diatomo di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti: linee guida. Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici, Roma, 107 pp.
- Dell’Uomo A. and Torrisi M. 2011. The Eutrophication/Pollution Index-Diatom based (EPI-D) and three new related indices for monitoring rivers: The case study of the river Potenza (the Marches, Italy). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 145(2), 331-341.

- DeNicola D.M. 1996. Periphyton responses to temperature at different ecological levels. In: Stevenson R.J., Bothwell M.J. and Lowe R.L. (eds.), Algal ecology: freshwater benthic ecosystems. Academic Press, New York, 149-181.
- Denić Lj., Stojanović Z., Dopuđa-Glišić T., Čađo S., Đurković A. i Novaković B. 2014. Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2013. godinu. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 408 str.
- Denić Lj., Čađo S., Đurković A., Novaković B., Dopuđa-Glišić T., Veljković N., Stojanović Z., Milovanović J. i Domanović M. 2015. Status površinskih voda Srbije. Analize i elementi za projektovanje monitoring. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 232 str.
- Denić Lj., Stojanović Z., Dopuđa-Glišić T., Čađo S., Đurković A. i Novaković B. 2015a. Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2014. godinu. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 474 str.
- Denić Lj., Čađo S., Đurković A., Novaković B., Dopuđa-Glišić T., Veljković N. i Stojanović Z. 2015b. Izveštaj o statusu površinskih voda u 2012. i 2013. godini. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 103 str.
- Denić Lj., Stojanović Z., Dopuđa-Glišić T., Čađo S., Đurković A. i Novaković B. 2017. Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2016. godinu. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 370 str.
- Denić Lj., Stojanović Z., Dopuđa-Glišić T., Čađo S., Đurković A. i Novaković B. 2017a. Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2015. godinu. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 408 str.
- Denić Lj., Čađo S., Dopuđa-Glišić T., Đurković A., Novaković B., Veljković N., Stojanović Z. i Domanović M. 2018. Izveštaj o statusu površinskih voda Srbije u 2015. i 2016. godini. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 157 str.

- Denys L. 2003. Environmental changes in man-made coastal dune pools since 1850 as indicated by sedimentary and epiphytic diatom assemblages (Belgium). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13(3), 191-211.
- Descy J.P. 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwingia, Beiheft* 64, 305-323.
- Descy J.P. and Coste M. 1991. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen* 24, 2112-2116.
- Dokulil M.T. 2003. Algae as ecological bio-indicators. In: Markert B.A., Breure A.M. and Zechmeister H.G. (eds.), *Trace Metals and Other Contaminants in the Environment*. Elsevier, vol. 6, 285-327.
- Duncan S.W. and Blinn D.W. 1989. Importance of physical variables on the seasonal dynamics of epilithic algae in a highly shaded canyon stream. *Journal of Phycology* 25(3), 455-461.
- Dukić D. 1972. Zagađenost reka Jugoslavije. Jugoslovenski Simpozijum o problemima zaštite voda '72, zbornik radova, Beograd, 20-22. novembar 1972., 70-79.
- Duong T.T., Coste M., Feurtet-Mazel A., Dang D.K., Gold C., Park Y.S. and Boudou A. 2006. Impact of urban pollution from the Hanoi area on benthic diatom communities collected from the Red, Nhue and Tolich rivers (Vietnam). *Hydrobiologia* 563(1), 201-216.
- Duong T.T., Feurtet-Mazel A., Coste M., Dang D.K. and Boudou A. 2007. Dynamics of diatom colonization process in some rivers influenced by urban pollution (Hanoi, Vietnam). *Ecological indicators* 7(4), 839-851.
- Đeković V., Gajić G., Anđelković A., Milošević N. and Kernalis J. 2010. The water quality in the basin of Vrla River and its impact on the environmental quality. *Proceedings of 1<sup>st</sup> Serbian Forestry Congress "Future with forests"*. Faculty of Forestry, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, 11-13 November 2010, 1054-1065.
- Edlund M.B., Brant L.A., Levkov Z. and Nakov T. 2006. An Emended Description Of *Decussata* (Patrick) Lange-Bertalot & Metzeltin That Includes Protoplast Organization And Detailed Valve And Cingulum Ultrastructure. *Diatom Research* 21(2), 269-280.

- EPA Ireland. 2001. Odour impacts and odour emission control measures for intensive agriculture. Environmental Research, R&D Report Series No. 14, 145 pp.
- Ersanli E. and Gonulol A. 2007. Epiphytic diatoms on *Cladophora rivularis* (Linnaeus) Hoek (Chlorophyta) and *Potamogeton pectinatus* Linnaeus (Spermatophyta) in Lake Simenit (Samsun-Turkey). Diatom Research 22(1), 27-44.
- European Commission. 2012. Commission Staff Working Document, European Overview (1/2) Accompanying the Document: "Report From the Commission to the European Parliament and the Council on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans". European Commission, 120 pp.
- Falasco E. and Bona F. 2011. Diatom community biodiversity in an Alpine protected area: a study in the Maritime Alps Natural Park. Journal of Limnology 70(2), 157-167.
- Falkowski P.G. and Raven J.A. 2013. Aquatic photosynthesis. Princeton University Press, 488 pp.
- Feio M.J., Almeida S.F.P., Craveiro S.C. and Calado A.J. 2009. A comparison between biotic indices and predictive models in stream water quality assessment based on benthic diatom communities. Ecological Indicators 9(3), 497-507.
- Fjordingstad E. 1950. The microflora of the River Molleaa with special reference to the relation of benthic algae to pollution. Folia limnologica Scandinavica 5, 1-123.
- Gamier J., Billen G. and Coste M. 1995. Seasonal succession of diatoms and Chlorophyceae in the drainage network of the Seine River: Observation and modeling. Limnology and Oceanography 40(4), 750-765.
- Gavrilović D. i Dukić Lj. 2002. Reke Srbije. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 227 str.
- Giller P.S., Giller P. and Malmqvist B. 1998. The biology of streams and rivers. Oxford University Press, 296 pp.
- Gomà J., Rimet F., Cambra J., Hoffmann L. and Ector L. 2005. Diatom Communities and Water Quality Assessment in Mountain Rivers of the Upper Segre Basin (La Cerdanya, Oriental Pyrenees). Hydrobiologia 551(1), 209-225.
- Gómez N. and Licursi M. 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. Aquatic Ecology 35(2), 173-181.

- Gurbuz H. and Kivrak E. 2002. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. *Journal of Environmental Biology* 23(3), 239-246.
- Guiry M.D. and Guiry G.M. 2017. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.
- Hafner D., Carić M., Kapetanović T., Jasprica N. and Lončar A. 2008. Diatoms in two heathland creeks in Bosnia and Herzegovina. Abstract book. 2<sup>nd</sup> Central European Diatom Meeting. Trento, Italy, 12-15 June 2008, 38p.
- Hartley B. 1986. A check-list of the freshwater, brackish and marine diatoms of the British Isles and adjoining coastal waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 66(3), 531-610.
- Heino J., Bini L.M., Karjalainen S.M., Mykrä H., Soininen J., Vieira L.C.G. and Diniz-Filho J.A.F. 2010. Geographical patterns of micro-organismal community structure: are diatoms ubiquitously distributed across boreal streams? *Oikos* 119(1), 129-137.
- Hidrološki godišnjak 3. 2011. Republički hidrometeorološki zavod Republike Srbije, Beograd, 652 str.
- Hlúbiková D., Hindáková A., Haviar M. and Miettinen J. 2007. Application of diatom water quality indices in influenced and non-influenced sites of Slovak rivers (Central Europe). In: Ács É., Kiss K.T. and Padisák J. (eds.), *Use of Algae for Monitoring Rivers VI.*, Hungarian Algological Society, Göd, Hungary. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 161, 443–464.
- Hlúbiková D., Blanco S., Falasco E., Gomà J., Hoffmann L. and Ector L. 2009. *Nitzschia alicesp.* nov. and *N. puriformis* sp. nov., new diatoms from European rivers and comparison with the type material of *N. sublinearis* and *N. pura*. *Journal of Phycology* 45(3), 742-760.
- Hofmann G., Werum M. and Lange-Bertalot H. 2013. *Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie.* Koeltz Scientific Books, Königstein, 908 pp.
- Hopkins W.G. and Hüner N. 2004. *Introduction to plant physiology.* John Wiley and Sons, 4<sup>th</sup> edition, 528 pp.
- <https://djordjeherceg.files.wordpress.com/2012/02/kartareke.jpg>
- <https://www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/diatom.html>

- Hurlimann J. and Niederhauser P. 2006. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Kieselalgen Stufe F (flachendeckend). Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 60 pp.
- Hustedt F. 1943. Die Diatomeenflora einiger Hochgebirgsseen der Landschaft Davos in den schweizer Alpen. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie 43, 225-280.
- Hustedt F. 1945. Diatomeen aus Seen und Quellgebieten der Balkan-Halbinsel. Archiv für Hydrobiologie 40(4), 867-973.
- Hwang S.J., Kim N.Y., Yoon S.A., Kim B.H., Park M.H., You K.A., Lee H.Y., Kim H.S., Kim Y.J., Lee J., Lee O.M., Shin J.K., Lee E.J., Jeon S.L. and Joo H.S. 2011. Distribution of benthic diatoms in Korean rivers and streams in relation to environmental variables. Annales de Limnologie - International Journal of Limnology 47, S15-S33.
- Hynes H.B.N. 1975. The stream and its valley. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie 19(1), 1-15.
- Illies J.H. 1978. Limnofauna europaea. Eine Zusammenstellung aller die europäischen Binnengewässer bewohnenden mehrzelligen Tierarten mit Angaben über ihre Verbreitung und Ökologie. Stuttgart: Fischer (Gustav), 532 pp.
- Ivanović J., Baltić M.Ž., Janjić J., Marković R., Bošković M., Đorđević V. and Dokmanović M. 2015. The scope and structure of the production and catch of fish in Serbia in the period from 2006 to 2012. Veterinarski glasnik 69(5-6), 453-465.
- Jakovljević O. 2015. Diatom species composition of the Vrla River. Abstract Book. International conference of young scientists "Advances in botany and ecology". Poltava, Ukraine, 15-20 September 2015, 39p.
- Jakovljević O. 2017. Species diversity of epilithic diatom communities in the Radovanska River (eastern Serbia). Abstract Book. 7<sup>th</sup> International Symposium of Ecologists - ISEM7. Sutomore, Montenegro, 4-7 October 2017, 37p.
- Jakovljević O., Krizmanić J. and Cvijan M. 2014. Water quality assessment of the DTD canal system by diatom indices. Matica srpska Journal for Natural Sciences 127, 23-33.



- Jakovljević O. and Krizmanić J. 2015. Epiphytic diatoms of the genus *Navicula* from the Vrla River (Serbia). Abstract Book. 18<sup>th</sup> Symposium for Biology Students in Europe. Alexandroupoli, Greece, 23-31 July 2015, 25p.
- Jakovljević O., Krizmanić J., Živić I. i Bjelanović K. 2015. Dijatomni indeksi kao osnova procene kvaliteta vode reke Vrle. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Voda 2015", zbornik radova, Kopaonik, 2-4. jun 2015., 179-186.
- Jakovljević O., Popović S., Živić I., Stojanović K. and Krizmanić J. 2016. Benthic diatoms of the Vrla River (Serbia) and their application in the water ecological status assessment. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 45(3), 304-315.
- Jakovljević O., Popović S., Vidaković D., Stojanović K. and Krizmanić J. 2016a. The application of benthic diatoms in water quality assessment (Mlava River, Serbia). *Acta Botanica Croatica* 75(2), 199-205.
- Jamali A.A., Akbari F., Ghorakhlu M., De La Guardia M. and Yari Khosroushahi A. 2012. Applications of Diatoms as Potential Microalgae in Nanobiotechnology. *BioImpacts* 2(2), 83-89.
- Janković M. i Janković M.M. 1962. Ekološki uslovi vodene vegetacije u vrelu Mlave kod Žagubice, sa posebnim osvrtom na biljku *Callitriche verna*. *Arhiv bioloških nauka* 14, 157-172.
- Jüttner I., Rothfritz H. and Ormerod S.J. 1996. Diatoms as indicators of river quality in the Nepalese Middle Hills with consideration of the effects of habitat-specific sampling. *Freshwater Biology* 36(2), 475-486.
- Jüttner I., Sharma S., Dahal B.M., Ormerod S.J., Chimonides P.J. and Cox E.J. 2003. Diatoms as indicators of stream quality in the Kathmandu Valley and Middle Hills of Nepal and India. *Freshwater Biology* 48(11), 2065-2084.
- Kahlert M. and Gottschalk S. 2014. Differences in benthic diatom assemblages between streams and lakes in Sweden and implications for ecological assessment. *Freshwater Science* 33(2), 655-669.
- Kale A. and Karthick B. 2015. The diatoms: Big significance of tiny glass houses. *Resonance* 20(10), 919-930.

- Kalyoncu H., Çiçek N.L., Akköz C. and Yorulmaz B. 2009. Comparative performance of diatom indices in aquatic pollution assessment. *African Journal of Agricultural Research* 4(10), 1032-1040.
- Kalyoncu H. and Şerbetçi B. 2013. Applicability of Diatom-Based Water Quality Assessment Indices in Dari Stream, Isparta-Turkey. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 78, 1873-1882.
- Kapetanović T., Jahn R., Redžić S. and Carić M. 2011. Diatoms in a poor fen of Bijambare protected landscape, Bosnia & Herzegovina. *Nova Hedwigia* 93(1-2), 125-151.
- Karthick B., Kociolek J.P., Mahesh M.K. and Ramachandra T.V. 2011. The diatom genus *Gomphonema* Ehrenberg in India: Checklist and description of three new species. *Nova Hedwigia* 93(1-2), 211-236.
- Karthick B., Taylor J. and Hamilton P. 2017. Two new species of *Achnantheidium* Kützing (Bacillariophyceae) from Kolli Hills, Eastern Ghats, India. *Fottea, Olomouc* 17(1), 65-77.
- Karthikeyan P. and Venkatachalapathy R. 2016. Relationship between diatom indices and water quality index in environmental conditions of Cauvery river in parts of Tamil Nadu, India. *Indian Journal of Geo-Marine Science* 45(8), 987-998.
- Kelly M.G. and Whitton B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7(4), 433-444.
- Kelly M.G., Adams C., Graves A.C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E.B. and Murraybligh J. 2001. *The Trophic Diatom Index: A User's Manual*. Revised Edition. Environment Agency, Bristol, BS32 4UD, 74 pp.
- Kelly M., Juggins S., Guthrie R., Pritchard S., Jamieson J., Rippey B., Hirst H. and Yallop M. 2007. Assessment of ecological status in U.K. rivers using diatoms. *Freshwater Biology* 53(2), 403-422.
- Kiss K.T., Klee R., Ector L. and Ács É. 2012. Centric diatoms of large rivers and tributaries in Hungary: morphology and biogeographic distribution. *Acta Botanica Croatica* 71(2), 311-363.
- Kolkwitz R. and Marsson M. 1908. Okoloige der pflanzlichen Saprobien. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 16, 505-519.

- Komulainen S. 2009. Diatoms of periphyton assemblages in small rivers in Northwestern Russia. *Studi trentini di scienze naturali* 84, 153-160.
- Korhonen J.J., Kögäs P. and Soininen J. 2013. Temporal variation of diatom assemblages in oligotrophic and eutrophic streams. *European Journal of Phycology* 48(2), 141-151.
- Kovačević-Majkić J. 2009. Hidrogeografska studija reke Skrapež. Geografski institut „Jovan Cvijić“, SANU, Beograd, Srpsko geografsko društvo, 136 str.
- Krammer K. 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Ein Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* part. In: Lange-Bertalot H. and Kociolek P. (eds.), *Bibliotheca Diatomologica* 36. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 382 pp.
- Krammer K. 1997a. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* and *Cymbellopsis*. In: Lange-Bertalot H. and Kociolek P. (eds.), *Bibliotheca Diatomologica* 37. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 469 pp.
- Krammer K. 2000. The genus *Pinnularia*. Vol. 1. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Diatoms of Europe: Diatoms of European Inland Waters and comparable habitats*. Gantner Verlag, Ruggell, 703 pp.
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. Vol. 3. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Diatoms of Europe: Diatoms of European Inland Waters and comparable habitats*. Gantner Verlag, Ruggell, 584 pp.
- Krammer K. 2003. *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella*. Vol. 4. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Diatoms of Europe: Diatoms of European Inland Waters and comparable habitats*. Gantner Verlag, Ruggell, 530 pp.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: *Naviculaceae*. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. and Mollenhauer D. (eds.), *Sübwasserflora von Mitteleuropa* 2/1.G. Fischer Verlag, Jena, 876 pp.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H. 1988. *Bacillariophyceae*. 2. Teil. *Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. and Mollenhauer D. (eds.), *Sübwasserflora von Mitteleuropa* 2/2.G. Fischer Verlag, Jena, 596 pp.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H. 1991. *Bacillariophyceae*. 4. Teil: *Achnantheaceae*. Kritische Ergänzungen zu *Navicula (Lineolatae)* und *Gomphonema*. In: Ettl H.,

- Gärtner G., Gerloff J., Heynig H. and Mollenhauer D. (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4. G. Fischer Verlag, Stuttgart & Jena, 437 pp.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H. 2004. *Bacillariophyceae*. 3. Teil: *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. and Mollenhauer D. (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Fischer Verlag, Stuttgart, 598 pp.
- Krasske G. 1923. Die Diatomeen des Casseler Beckens und seiner Randgebirge, nebst einigen wichtigen Funden aus Niederhessen. *Botanisches Archiv* 13, 185-209.
- Krasske G. 1925. Die Bacillariaceen-Vegetation Niederhessens. *Abhandlungen und Bericht LVI des Vereins für Naturkunde zu Cassel* 56, 119 pp.
- Krizmanić J. 2009. Floristička, taksonomska i ekološka istraživanja silikatnih algi sa rafom (*Bacillariophyceae*, *Bacillariophycideae*, Bacillariophyta) Srbije. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 595 str.
- Krizmanić J., Subakov Simić G. and Predojević D. 2013. Algae as water quality bioindicators of the River Djetinja. *Proceedings of 6<sup>th</sup> International Conference "Water & Fish"*. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Zemun, Serbia, 12-14 June 2013, 342-348.
- Krizmanić J., Subakov Simić G., Vidaković D. and Marjanović P. 2015. Water quality assessment of Vrutci reservoir tributaries based on diatom indices. *Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference "Water & Fish"*. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia, 10-12 June 2015, 318-322.
- Krizmanić J., Jakovljević O., Vidaković D. and Jovanović J. 2016. First record of the genus *Decussata* (Patrick) Lange-Bertalot (Bacillariophyta) in Serbia – distribution of the rare species *D. hexagona* (Torka) Lange-Bertalot. *Botanica Serbica* 40(2), 161-165.
- Krizmanić J., Vidaković D., Trbojević I., Predojević D., Kostić D. and Subakov Simić G. 2018. The application of diatom indices for water quality assessment – case study of Jovac and Ročnjak streams. *Proceedings of 8<sup>th</sup> International Conference "Water & Fish"*. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia, 13-15 June 2018, 186-190.

- Lai G.G., Padedda B.M., Wetzel C.E., Lugliè A., Sechi N. and Ector L. 2016. Epilithic diatom assemblages and environmental quality of the Su Gologone karst spring (central-eastern Sardinia, Italy). *Acta Botanica Croatica* 75(1), 129-143.
- Lamberti G.A., Chaloner D.T. and Hershey A.E. 2010. Linkages among aquatic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society* 29(1), 245-263.
- Lane C.M., Taffs K.H. and Corfield J.L. 2003. A comparison of diatom community structure on natural and artificial substrata. *Hydrobiologia* 493(1-3), 65-79.
- Lange-Bertalot H. 1976. Eine Revision zur Taxonomie der *Nitzschiae lanceolatae* Grunow. Die "klassischen" bis 1930 beschriebenen Süßwasserarten Europas. *Nova Hedwigia* 28, 253-307.
- Lange-Bertalot H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia, Beih.* 64, 285-304.
- Lange-Bertalot H. 1993. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Volume 2/1-4. In: *Bibliotheca Diatomologica* 27. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 454 pp.
- Lange-Bertalot H. 1999. Neue Kombinationen von Taxa aus *Achnanthes* Bory (sensu lato). In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Iconographia Diatomologica* 6. Koeltz Scientific Books, Königstein, 276-289.
- Lange-Bertalot H. 2000. Transfer to the generic rank of *Decussata* Patrick as a subgenus of *Navicula* Bory sensu lato. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Iconographia Diatomologica* 9. Koeltz Scientific Books, Königstein, 670-673.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. Vol. 2. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Diatoms of European Inland Waters and Comparable Habitats*. Gantner Verlag, Ruggell, 526 pp.
- Lange-Bertalot H. and Metzeltin D. 1996. Indicators of oligotrophy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types. Carbonate buffered, Oligodystrophic, Weakly buffered soft water. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Iconographia Diatomologica* 2. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 390 pp.
- Lange-Bertalot H. and Genkal S.I. 1999. Diatoms from Siberia I - Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait) Diatomeen aus Siberien. In: Lange-Bertalot H. and Genkal S.I. (eds.), *Iconographia Diatomologica* 6. Gantner Verlag, 304 pp.

- Lange-Bertalot H., Bak M., Witkowski A. and Tagliaventi N. 2011. *Eunotia* and some related genera. Vol. 6. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Diatoms of European Inland Waters and Comparable Habitats*. Gantner Verlag, Ruggell, 747 pp.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M. and Cantonati M. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment*. Koeltz Botanical Books, 942 pp.
- Laušević R. 1995. *Planktonske silikatne alge (Bacillariophyta) Vlasinskog jezera - ekološka studija*. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 121 str.
- Lavoie I., Campeau S., Darchambeau F., Cabana G. and Dillon P.J. 2008. Are diatoms good integrators of temporal variability in stream water quality? *Freshwater Biology* 53(4), 827-841.
- Lavoie I., Campeau S., Zugic-Drakulic N., Winter J.G. and Fortin C. 2014. Using diatoms to monitor stream biological integrity in Eastern Canada: An overview of 10 years of index development and ongoing challenges. *Science of The Total Environment* 475, 187-200.
- Leclercq L. and Maquet B. 1987. Deux nouveaux indices diatomique et de qualité chimique des eaux courantes. Comparaison avec différents indices existants. *Cahier de Biology Marine* 28, 303-310.
- Lecointe C., Coste M. and Prygiel J. 1993. Omnidia: Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269(1), 509-513.
- Leibold M.A., Holyoak M., Mouquet N., Amarasekare P., Chase J.M., Hoopes M.F., Holt R.D., Shurin J.B., Law R., Tilman D., Loreau M. and Gonzalez A. 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology: The metacommunity concept. *Ecology Letters* 7(7), 601-613.
- Leland H.V. and Porter S.D. 2000. Distribution of benthic algae in the upper Illinois River basin in relation to geology and land use. *Freshwater Biology* 44(2), 279-301.
- Lengyel E. 2016. *Stress and disturbance in benthic diatom assemblages. Examples from lakes and streams and from the field and laboratory studies*. Doctoral dissertation, University of Pannonia, Veszprém, Hungary, 152 pp.

- Levkov Z. 2009. *Amphora* sensu lato. Vol. 5. In: Lange-Bertalot H. (ed.), Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. ARG Gantner Verlag KG, Ruggell, 916 pp.
- Levkov Z., Krstic S. and Noveska M. 2001. Valorization of Shara Mountain lakes using diatom flora compositions. *Ekologia i Zastita na Zivotnata Sredina* 7(1-2), 15-32.
- Levkov Z., Krstic S., Nakov T. and Melovski Lj. 2005. Diatom assemblages on Shara and Nidze Mountains, Macedonia. *Nova Hedwigia* 81, 501-538.
- Levkov Z. and Williams D.M. 2012. Checklist of diatoms (Bacillariophyta) from Lake Ohrid and Lake Prespa (Macedonia), and their watersheds. *Phytotaxa* 45(1), 1-76.
- Levkov Z., Metzeltin D. and Pavlov A. 2013. *Luticola* and *Luticolopsis*. Vol. 7. In: Lange-Bertalot H. (ed.), Diatoms of Europe Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Koeltz Scientific Books, Königstein, 697 pp.
- Levkov Z., Mitic-Kopanja D. and Reichardt E. 2016. The diatom genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia. Volume 8. In: Lange-Bertalot H. (ed.), Diatoms of Europe Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Koeltz Botanical Books, 552 pp.
- Li L., Zheng B. and Liu L. 2010. Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Procedia Environmental Sciences* 2, 1510-1524.
- Lobo E.A., Katoh K. and Aruga Y. 1995. Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo Metropolitan area, Japan. *Freshwater Biology* 34(1), 191-204.
- Lobo E.A., Callegaro V.L.M. and Bender E.P. 2002. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. EDUNISC, Santa Cruz do Sul, 127pp.
- Lobo E.A., Callegaro V.L.M., Hermany G., Bes D., Wetzel C.A. and Oliveira M.A. 2004. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16(1), 25-40.
- Lowe L.R. 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. National Environmental Research Center, Cincinnati, United States, 340 pp.

- Maloney K.O., Feminella J.W., Mitchell R.M., Miller S.A., Mulholland P.J. and Houser J.N. 2008. Landuse legacies and small streams: identifying relationships between historical land use and contemporary stream conditions. *Journal of the North American Benthological Society* 27(2), 280-294.
- Mangadze T., Bere T. and Mwedzi T. 2015. Epilithic diatom flora in contrasting land-use settings in tropical streams, Manyame Catchment, Zimbabwe. *Hydrobiologia* 753(1), 163-173.
- Manojlović P., Mustafić S. and Mladenović B. 2012. Chemical and mechanical water erosion ratio in the Mlava River basin. *Bulletin of the Serbian Geographical Society XCII* (2), 27-46.
- Markert B., Wappelhorst O., Weckert V., Herpin U., Siewers U., Friese K. and Breulmann G. 1999. The use of bioindicators for monitoring the heavy-metal status of the environment. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 240(2), 425-429.
- Martinović-Vitanović V. 1985. Kvalitet vode Južne Morave i njenih pritoka Nišave i Moravice na osnovu saprobiološke analize fitoplanktona. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda ‘85“, zbornik radova, Sarajevo, 21-24. maj 1985., 50-52.
- Mayama S. 1999. Taxonomics revisions to the differentiating diatom groups for water quality evaluation and some comments for taxa with new designations. *The Japanese Journal of Diatomology* 15, 1-9.
- Maznah W.O.W. and Mansor M. 2002. Aquatic pollution assessment based on attached diatom communities in the Pinang River Basin, Malaysia. *Hydrobiologia* 487(1), 229-241.
- Medarević Đ.P., Lošić D. and Ibrić S.R. 2016. Diatoms-nature materials with great potential for bioapplications. *Hemijska industrija* 70(6), 613-627.
- Medlin L.K. and Kaczmarska I. 2004. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia* 43(3), 245-270.
- Milić G. 2006. Reka Crnica - morfohidrološki prikaz. *Zemlja i ljudi* 56, 39-50.



- Mixson S. 2007. The effects of temperature on diatom species richness and diversity in a streams lab facility from the Maple River of Northern Michigan. Student Paper, University of Michigan Biological Station (UMBS), 20 pp.
- Mogna M., Cantonati M., Andreucci F., Angeli N., Berta G. and Miserere L. 2015. Diatom communities and vegetation of springs in the south-western Alps. *Acta Botanica Croatica* 74(2), 265-285.
- Monnier O., Ector L., Rimet F., Ferréol M. and Hoffmann L. 2012. *Adlafia langebertalotii* sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg morphologically similar to *A. suchlandtii*. *Nova Hedwigia* 145, 131-140.
- Moraes M.A.B., Carmo C.F., Ishikawa C.M., Tabata Y.A. and Mercante C.T.J. 2015. Daily mass balance of phosphorus and nitrogen in effluents of production sectors of trout farming system. *Acta Limnologica Brasiliensia* 27(3), 330-340.
- Morin S., Cordonier A., Lavoie I., Arini A., Blanco S., Duong T.T., Tornés E., Bonet B., Corcoll N. and Faggiano L. 2012. Consistency in diatom response to metal-contaminated environments. In: Guasch H., Ginebreda A. and Geislinger A. (eds.), *Emerging and Priority Pollutants in rivers*. Springer, Berlin, Heidelberg, 117-146.
- Mykrä H., Heino J., Oksanen J. and Muotka T. 2011. The stability-diversity relationship in stream macroinvertebrates: influences of sampling effects and habitat complexity. *Freshwater Biology* 56(6), 1122-1132.
- Newall P. and Walsh C.J. 2005. Response of epilithic diatom assemblages to urbanization influences. *Hydrobiologia* 532(1-3), 53-67.
- Nikitović J. 1998. Bentosne alge reke Vlasine. Magistarska teza, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 76 str.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Kochman N. and Peszek Ł. 2014. Ecological assessment of the San River water quality on the area of the San Valley Landscape Park. *Journal of Ecological Engineering* 15(4), 12-22.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Kloc U., Kochman-Kędziora N., Rybak M., Peszek Ł. and Pajączek A. 2016. Diatom diversity and water quality of a suburban stream: a case study of the Rzeszów city in SE Poland. *Biodiversity Research and Conservation* 41(1), 19-34.

- Obušković Lj., Kalafatić V. i Marković L. 1985. Višegodišnja ispitivanja kvaliteta vode reke Save u regionu Beograda na osnovu planktona kao indikatora. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '83“, zbornik radova, Opatija, 25-27. maj 1983., 109-113.
- Ortiz-Lerín R. and Cambra J. 2007. Distribution and taxonomic notes of *Eunotia Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae)* in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica* 26(2), 415-434.
- Pan Y., Hill B.H., Husby P., Hall R.K. and Kaufmann P.R. 2006. Relationships between environmental variables and benthic diatom assemblages in California Central Valley streams (USA). *Hydrobiologia* 561(1), 119-130.
- Pander J. and Geist J. 2013. Ecological indicators for stream restoration success. *Ecological Indicators* 30, 106-118.
- Pantle R. and Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewas und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas Wasserfach* 96, 603.
- Passy S.I. 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86(2), 171-178.
- Patrick R. 1949. A proposed biological measure of stream conditions, based on a survey of the conestoga basin, Lancaster County, Pennsylvania. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 101, 277-341.
- Patrick R. 1971. The effects of increasing light and temperature on the structure of diatom communities. *Limnology and Oceanography* 16(2), 405-421.
- Patrick R., Wallace J. and Hohn M. 1954. A new metod for determining the pattern of the diatom flora. *Notulae Naturae of Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 259, 1-12.
- Patrick R. and Strawbridge D. 1963. Variation in the structure of natural diatom communities. *The American Naturalist* 97(892), 51-57.
- Paunović M., Tubić B., Kračun M., Marković V., Simić V., Zorić K. and Atanacković A. 2012. Ecoregions Delineation for the Territory of Serbia. *Water Research and Management* 2(1), 65-74.
- Peacock C. 2003. Rivers, Floodplains and Wetlands: Connectivity and Dynamics: Review of the Importance of Floodplain Connectivity and Dynamics for Riverine

- Biodiversity, Including Implications for Definitions of Ecological Status Under the Water Framework Directive 64. Royal Society for the Protection of Birds, 64 pp.
- Petrović D. 1970. Sliv Crnog Timoka: geomorfološka studija. Geografski institut "Jovan Cvijić", Beograd, Posebna izdanja, knjiga 22, 112 str.
- Petrović D. 1989. Morfogeneza Kučaja. Zbornik radova Geografskog fakulteta Univerziteta u Beogradu 36, 5-14.
- Poikane S., Kelly M. and Cantonati M. 2016. Benthic algal assessment of ecological status in European lakes and rivers: Challenges and opportunities. *Science of The Total Environment* 568, 603-613.
- Ponader K.C., Charles D.F. and Belton T.J. 2007. Diatom-based TP and TN inference models and indices for monitoring nutrient enrichment of New Jersey streams. *Ecological Indicators* 7(1), 79-93.
- Popović S. 2018. Diverzitet aerofitskih cijanobakterija i algi u biofilmu odabranih pećina u Srbiji. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 268 str.
- Potapova M. and Charles D.F. 2003. Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology* 48(8), 1311-1328.
- Predojević D. 2017. Procena ekološkog statusa reke Zasavice na osnovu algoloških parametara. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 346 str.
- Prygiel J., Lévêque L. and Iserentant R. 1996. Un nouvel Indice Diatomique Pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. *Journal of Water Science* 9(1), 97-113.
- Prygiel J. and Coste M. 2000. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Agence de l'eau Artois Picardie, 340 pp.
- Prygiel J., Carpentier P., Almeida S., Coste M., Druart J.C., Ector L., Guillard D., Honoré M.A., Iserentant R., Ledeganck P., Lalanne-Cassou C., Lesniak C., Mercier I., Moncaut P., Nazart M., Nouchet N., Peres F., Peeters V., Rimet F., Rumeau A., Sabater S., Straub F. and Torrisi M. 2002. Determination of the biological diatom index (IBD NF T 90–354): results of an intercomparison exercise. *Journal of Applied Phycology* 14(1), 27-39.

- Qu X., Zhou Y., Zhao R., Bentsen C., Yin X. and Zhang Y. 2014. Are Diatom-based Indices from Europe Suitable for River Health assessment in China? A Case Study from Taizi River, Northeastern China. *British Journal of Environment and Climate Change* 4(1), 95-114.
- Ranković B., Čomić L., Simić S. i Milovanović D. 1995. Algološka i saprobiološka analiza vode reke Crnice. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda "Zaštita voda '95", zbornik radova, Tara, 7-9. jun 1995., 134-136.
- Reichardt E. 1982. Die Diatomeenflora der "Steinernen Rinnen" in Mittelfranken. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Heimischen Flora* 53, 97-112.
- Reichardt E. 1988. Neue Diatomeen aus Bayerischen und Nordtiroler Alpenseen. *Diatom Research* 3(2), 237-244.
- Reichardt E. 1994. Zur Diatomeenflora (Bacillariophyceae) tuffabscheidender Quellen und Bache im Sudlichen Frankenjura. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft (zur Erforschung der heimischen Flora)* 64, 119-133.
- Reichardt E. 1997. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65, 99-129.
- Reichardt E. 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*: Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie Gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Iconographia Diatomologica* 8. Gantner Verlag, 203 pp.
- Reichardt E. and Lange-Bertalot H. 1991. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum-G. dichotomum-G. intricatum-G. vibrio* und ähnliche Taxa (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 53, 519-544.
- Reynolds C.S. 2006. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, 551 pp.
- Rimet F. 2012. Diatoms: an ecoregional indicator of nutrients, organic mater and micropollutants pollution. Doctoral dissertation, University of Grenoble, Grenoble, France, 221 pp.
- Rothfritz H. 1997. Epiphytic and epilithic diatom communities along environmental gradients in the Nepalese Himalaya: implications for the assessment of biodiversity and water quality. *Archiv fur Hydrobiologie* 138, 465-482.

- Rott E., Hofmann G., Pall K., Pfister P. and Pipp E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 73 pp.
- Rott E., Pipp E., Pfister P., Van Dam H., Ortler K., Binder N. and Pall K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fliessgewässern. Teil 2: Trophieindikation und autökologischen Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 248 pp.
- Round F.E. 1991. Diatoms in river water-monitoring studies. *Journal of Applied Phycology* 3(2), 129-145.
- Round F.E., Crawford R.M. and Mann D.G. 1990. *The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University press, Cambridge, 747 pp.
- Rumeau A. and Coste M. 1988. Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. Pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique générique. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 309, 1-69.
- Sala S.E., Guerrero J.M. and Ferrario M.E. 1993. Redefinition of *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer and recognition of *Reimeria uniseriata* nov. sp. *Diatom Research* 8(2), 439-446.
- Schneider S.C., Kahlert M. and Kelly M.G. 2013. Interactions between pH and nutrients on benthic algae in streams and consequences for ecological status assessment and species richness patterns. *Science of The Total Environment* 444, 73-84.
- Schoeman F.R. and Archibald R.E.M. 1987. *Navicula vandamii* nom. nov. (Bacillariophyceae), a new name for *Navicula acephala* Schoeman, and a consideration of its taxonomy. *Nova Hedwigia* 44(3-4), 479-487.
- Seckbach J. and Kociolek P. 2011. *The diatom world*. Springer Netherlands, 534 pp.
- Simić S. and Ranković B. 1998. New data on the distribution, morphology and ecology of red algae (Rhodophyta) in rivers of Serbia. *Archives of Biological Sciences* 50, 43-50.
- Simić S. i Ranković B. 2001. Crvene alge (Rhodophyta) reke Mlave. Naučni skup "Zasavica 2001", zbornik radova, Sremska Mitrovica, 27-30. jun 2001., 68-75.
- Simić S., Đorđević N. and Mitrović N. 2016. Diversity of algae in protected natural habitats - the Mlava springhead and the Krupaj springhead. *Abstract Book*. 2<sup>nd</sup>

- International Symposium on Nature Conservation. Novi Sad, Serbia, 1-2 April 2016, 47p.
- Simić S. and Đorđević N. 2017. New data on distribution and ecology of *Batrachospermum* (Rhodophyta) in Serbia. *Botanica Serbica* 41(1), 65-70.
- Simić S., Petrović A., Đorđević N., Vasiljević B., Radojković N., Mitrović A. and Janković M. 2018. Indicative ecological status assessment of the Despotovica River. *Kragujevac Journal of Science* 40, 227-242.
- Sládeček V. 1986. Diatoms as Indicators of Organic Pollution. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 14(5), 555-566.
- Slingers O. 2015. An analysis of diatoms as indicators of water quality in rivers of the Western Cape. Master thesis, University of Cape Town, Cape Town, South Africa, 141 pp.
- Službeni glasnik Republike Srbije. 2010. Zakon o vodama. 30/10.
- Službeni glasnik Republike Srbije. 2010. Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda. 96/10.
- Službeni glasnik Republike Srbije. 2011. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda. 74/11.
- Smol J.P. and Stoermer E.F. 2010. The diatoms: applications for the environmental and earth sciences. Cambridge University Press, 686 pp.
- Soininen J. and Eloranta P. 2004. Seasonal persistence and stability of diatom communities in rivers: are there habitat specific differences? *European Journal of Phycology* 39(2), 153-160.
- Solak C.N. and Ács É. 2011. Water quality monitoring in European and Turkish rivers using diatoms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11(2), 329-337.
- Solak C.N., Barinova S., Ács É. and Dayioglu H. 2012. Diversity and ecology of diatoms from Felent creek (Sakarya river basin), Turkey. *Turkish Journal of Botany* 36(2), 191-203.
- Solak C.N., Kulikovskiy M.S., Kaleli A. and Gönüloğlu A. 2016. Rare and new records of diatoms in Turkey from Kütahya flowing waters. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 45(4), 564-587.

- Solak C.N., Kulikovskiy M., Kiss T.K., Kaleli A., Kociolek J.P. and Ács É. 2018. The distribution of centric diatoms in different rivercatchments in the Anatolian Peninsula, Turkey. *Turkish Journal of Botany* 42, 100-122.
- Song X. 2007. Trends in Benthic Algal Community Response to a Small-Scale Gradient of Current Velocities Along a Streambed Transect. Master thesis, Bowling Green State University, Ohio, USA, 46 pp.
- Stancheva R. and Temniskova D. 2006. Observations on *Decussata hexagona* (Torka) Lange-Bertalot (Bacillariophyta) from Holocene sediments in Bulgaria. *Nova Hedwigia* 82(1-2), 237-246.
- Stanek-Tarkowska J., Noga T., Kochman-Kędziora N., Peszek Ł., Pajączek A. and Kozak E. 2015. The diversity of diatom assemblages developed on fallow soil in Pogórska Wola near Tarnów (southern Poland). *Acta Agrobotanica* 68(1), 33-42.
- Steinberg C. and Schiefele S. 1988. Biological indication of trophy and pollution of running waters. *Wasser Abwasser-Forsch* 21, 227-234.
- Steinman A.D. and McIntire C.D. 1990. Recovery of lotic periphyton communities after disturbance. *Environmental Management* 14(5), 589-604.
- Stenger-Kovács C., Buczkó K., Hajnal É. and Padisák J. 2007. Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia* 589(1), 141-154.
- Stevenson R.J. 1990. Benthic Algal Community Dynamics in a Stream during and after a Spate. *Journal of the North American Benthological Society* 9(3), 277-288.
- Stevenson R.J. 1997. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society* 16(1), 248-262.
- Stevenson R.J., Bothwell M.L. and Lowe R.L. 1996. *Algal ecology: Freshwater benthic ecosystem*. Academic press, San Diego, CA, 753 pp.
- Stojanović K. 2017. Uticaj pastrmskih ribnjaka na zajednice makrozoobentosa tekućica sa posebnim osvrtom na larve roda *Baetis* (Ephemeroptera, Insecta). Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 396 str.
- Szczepocka E., Szulc B., Szulc K., Rakowska B. and Żelazna-Wieczorek J. 2014. Diatom indices in the biological assessment of the water quality based on the

- example of a small lowland river. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43(3), 265-273.
- Tan X., Sheldon F., Bunn S.E. and Zhang Q. 2013. Using diatom indices for water quality assessment in a subtropical river, China. *Environmental Science and Pollution Research* 20(6), 4164–4175.
- Tan X., Zhang Q., Burford M.A., Sheldon F. and Bunn S.E. 2017. Benthic Diatom Based Indices for Water Quality Assessment in Two Subtropical Streams. *Frontiers in Microbiology* 8, 1-10.
- Taraldsvik M. and Mykkestad S. 2010. The effect of pH on growth rate, biochemical composition and extracellular carbohydrate production of the marine diatom *Skeletonema costatum*. *European Journal of Phycology* 35(2), 189-194.
- Taylor J.C. 2004. The application of diatom-based pollution indices in the Vaal catchment. Master thesis, North-West University, Potchefstroom, South Africa, 192 pp.
- Taylor J.C., Harding W.R. and Archibald G.M. 2007. A Methods Manual for the Collection, Preparation and Analysis of Diatom Samples. Report to the Water Research Commission TT 281/07, 60 pp.
- Taylor J.C., Prygiel J., Vosloo A., Rey P.A. and Rensburg L. 2007a. Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa? A case study of the Crocodile West and Marico water management area. *Hydrobiologia* 592(1), 455-464.
- Teodorowicz M. 2013. Surface water quality and intensive fish culture. *Archives of Polish Fisheries* 21(2), 65-111.
- Ter Braak C.J. and van Dam H. 1989. Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia* 178(3), 209-223.
- Ter Braak C.J. and Šmilauer P. 2012. Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer power, Ithaca, USA, 496 pp.
- Tison J., Park Y.S., Coste M., Wasson J.G., Ector L., Rimet F. and Delmas F. 2005. Typology of diatom communities and the influence of hydro-ecoregions: A study on the French hydrosystem scale. *Water Research* 39(14), 3177-3188.



- Todić S. 1972. Kontrola kvaliteta površinskih voda Jugoslavije i stanje kvaliteta nekih vodotoka i jezera. Jugoslovenski Simpozijum o problemima zaštite voda '72, zbornik radova, Beograd, 20-22. novembar 1972., 37-54.
- Toman M., Grošelj A. and Zelnik I. 2014. The Influence of Selected Factors on the Distribution of Epilithic Diatoms in a Torrential River the Kamniška Bistrica (Slovenia). *Acta Botanica Croatica* 73(2), 447-463.
- Tomašević V. 2000. Silikatne alge sliva zapadne Morave. Magistarska teza, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 123 str.
- Tomović M., Jevtić M. and Milovanović G. 2014. Optimizacija hibridnog sistema za napajanje ribnjaka. Međunarodno savetovanje energetičara "Energetika 2014", zbornik radova, Zlatibor, 25-28. mart 2014., 170-177.
- Torka V. 1933. Drei neue Diatomeen. *Hedwigia* 73, 25-30.
- Trobajo R., Rovira L., Ector L., Wetzel C.E., Kelly M. and Mann D.G. 2012. Morphology and identity of some ecologically important small *Nitzschia* species. *Diatom Research* 28(1), 37-59.
- Tsarenko P.M., Lange-Bertalot H., Stupina V.V. and Wasser S.P. 2000. Bacillariophyta. In: Nevo E. and Wasser S.P. (eds.), Biodiversity of cyanoprocaroyotes, algae and fungi of Israel. Cyanoprocaroyotes and algae of continental Israel. Gantner Verlag Ruggell, 195-335.
- Urrea-Clos G. 2010. Distribution of diatom communities in agricultural and mining watersheds of Southwest Spain. Doctoral dissertation, University of Girona, Girona, Spain, 273 pp.
- Van de Bund W. and Solimini A. 2006. Ecological Quality Ratios for ecological quality assessment in inland and marine waters. Institute for Environment and Sustainability, Italy, 22 pp.
- Van Dam H., Mertens A. and Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28(1), 117-133.
- Van Heurck H. 1881. Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas. Anvers, 268 pp.
- Van de Vijver B., Beyens L. and Lange-Bertalot H. 2004. The genus *Stauroneis* in the Arctic and (sub-) Antarctic-regions. In: Lange-Bertalot H. and Kociolek P. (eds.), *Bibliotheca Diatomologica*, 50.J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 317 pp.

- Vasiljević B. 2017. Bentosne silikatne alge (Bacillariophyta) u proceni ekološkog statusa reka Velike Morave i Save. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, 199 str.
- Vasiljević B., Krizmanić J., Ilić M., Marković V., Tomović J., Zorić K. and Paunović M. 2014. Water quality assessment based on diatom indices - small hilly streams case study. *Water Research and Management* 4(2), 31-35.
- Vasiljević B., Simić S.B., Paunović M., Zuliani T., Krizmanić J., Marković V. and Tomović J. 2017. Contribution to the improvement of diatom-based assessments of the ecological status of large rivers - The Sava River Case Study. *Science of The Total Environment* 605-606, 874-883.
- Vidaković D. 2013. Procena ekološkog statusa reke Raške na osnovu epilitskih silikatnih algi. Master rad, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 36 str.
- Vidaković D., Cantonati M., Mogna M., Jakovljević O., Šovran S., Lazović V., Stojanović K., Đorđević J. and Krizmanić J. 2017. Additional information on the distribution and ecology of the recently described diatom species *Geissleria gereckeii*. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 46(1), 18-23.
- Vidaković D., Jakovljević O., Predojević D., Radovanović S., Subakov-Simić G., Lazović V. and Krizmanić J. 2018. An updated list of Serbian diatom flora: New recorded taxa. *Archives of Biological Sciences* 70(2), 259-275.
- Virtanen L. 2015. Temporal and spatial turnover of freshwater diatoms. Doctoral dissertation, University of Helsinki, Helsinki, Finland, 54 pp.
- Voulvoulis N., Arpon K.D. and Giakoumis T. 2017. The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. *Science of The Total Environment* 575, 358-366.
- Wagner B., Wilke T., Francke A., Albrecht C., Baumgarten H., Bertini A., Combourieu-Nebout N., Cvetkoska A., Addabbo M., Donders T.H., Föller K., Giaccio B., Grazhdani A., Hauffe T., Holtvoeth J., Joannin S., Jovanovska E., Just J., Kouli K., Koutsodendris A., Krastel S., Lacey J.H., Leicher N., Leng M.J., Levkov Z., Lindhorst K., Masi A., Mercuri A.M., Nomade S., Nowaczyk N., Panagiotopoulos K., Peyron O., Reed J.M., Regattieri E., Sadori L., Sagnotti L., Stelbrink B., Sulpizio R., Tofilovska S., Torri P., Vogel H., Wagner T., Wagner-Cremer F.,

- Wolff G.A., Wonik T., Zanchetta G. and Zhang X.S. 2017. The environmental and evolutionary history of Lake Ohrid (FYROM/Albania): interim results from the SCOPSCO deep drilling project. *Biogeosciences* 14, 2033-2054.
- Wallace J.H. 1960. New and variable diatoms. *Notulae Naturae (Philadelphia)* 331, 1-8.
- Walsh G.W. and Wepener V. 2009. The influence of land use on water quality and diatom community structures in urban and agriculturally stressed rivers. *Water SA* 35(5), 579-594.
- Wang X., Zheng B., Liu L. and Li L. 2014. Use of diatoms in River health assessment. *Annual Research & Review in Biology* 4(24), 4054-4074.
- Wang J.K. and Seibert M. 2017. Prospects for commercial production of diatoms. *Biotechnology for Biofuels* 10(16), 1-13.
- Watanabe T., Asai K. and Houki A. 1986. Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage - diatom assemblage index (DAIpo). *Science of The Total Environment* 55, 209-218.
- Webster J.R. and Patten B.C. 1979. Effects of Watershed Perturbation on Stream Potassium and Calcium Dynamics. *Ecological Monographs* 49(1), 51-72.
- Weckström J. and Korhola A. 2008. Patterns in the distribution, composition and diversity of diatom assemblages in relation to ecoclimatic factors in Arctic Lapland: Patterns in the distribution, composition and diversity of diatom. *Journal of Biogeography* 28(1), 31-45.
- Wehr J.D. and Sheath R.G. 2003. Freshwater habitats of algae. In: Wehr J.D. and Sheath R.G. (eds.), *Freshwater Algae of North America*. Elsevier, 11-57.
- Werum M. and Lange-Bertalot H. 2004. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Iconographia Diatomologica* 13. Gebrüder Borntraeger Verlag, 3-417.
- White C.A. 2012. Sedimentary diatoms as indicators of water quality and ecosystem change in lakes of Riding Mountain National Park of Canada. Master thesis, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 268 pp.
- Williams D.M. and Kociolek J.P. 2011. An overview of diatom classification with some prospects for the future. In: Seckbach J. and Kociolek P. (eds.), *The Diatom World*. Springer, Dordrecht, 47-91.

- Winter J.G. and Duthie H.C. 2000. Epilithic diatoms as indicators of stream total N and total P concentration. *Journal of the North American Benthological Society* 19(1), 32-49.
- WFD 2000. Water Framework Directive - Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC - Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. European Union, the European Parliament and Council, Luxembourg.
- WFD CIS Guidance Document No 7. 2003. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- [wgbis.ces.iisc.ernet.in/biodiversity/sahyadri\\_eneews/newsletter/issue26/article1/chap4.htm](http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/biodiversity/sahyadri_eneews/newsletter/issue26/article1/chap4.htm)
- [www.paracin.autentik.net/vode/vode.php](http://www.paracin.autentik.net/vode/vode.php)
- Yallop M.L. and Kelly M.G. 2006. From pattern to process: understanding stream phytobenthic assemblages and implications for determining “ecological status”. *Nova Hedwigia* 130, 357-372.
- Zelinka M. and Marvan P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57, 89-407.

# 8. *Prílog*

---

MIKROGRAFIJE IDENTIFIKOVANIH TAKSONA  
EPILITSKIH SILIKATNIH ALGI

**TABLA 1**

x1600; sl. 4-5. x1000

**Slika 1.** *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen

**Slike 2-3.** *Melosira varians* C.Agardh

**Slika 4.** *Ellerbeckia arenaria* (G.Moore ex Ralfs) R.M.Crawford

**Slika 5.** *Ellerbeckia arenaria* f. *teres* (Brun) R.M.Crawford

**Slike 6-7.** *Cyclotella meneghiniana* Kützing

**Slika 8.** *Cyclotella atomus* Hustedt

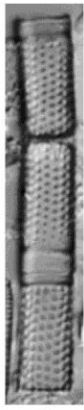
**Slika 9.** *Discostella pseudostelligera* (Hust.) Houk & Klee

**Slika 10.** *Pantocsekiella ocellata* (Pantoc.) K.T.Kiss & E.Ács

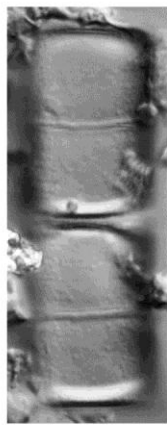
**Slika 11.** *Cyclotella distinguenda* Hustedt

**Slike 12-13.** *Lindavia tenuistriata* (Hust.) T.Nakov et al.

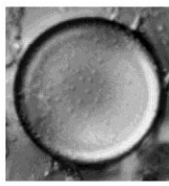
Skala 10µm



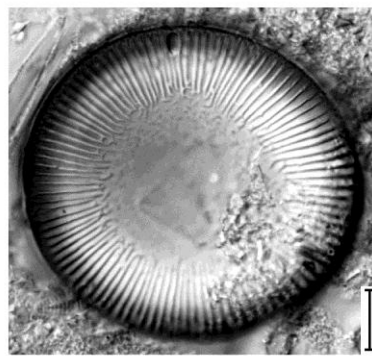
1



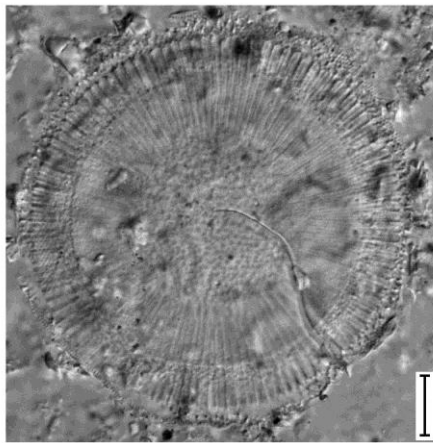
2



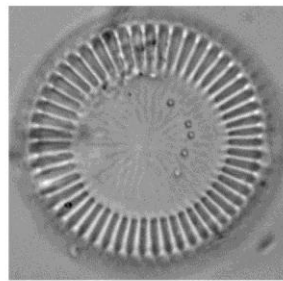
3



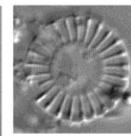
4



5



6



7



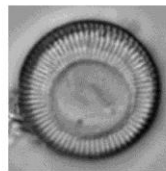
8



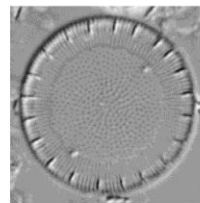
9



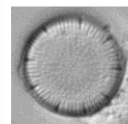
10



11



12



13

## TABLA 2

x1600; sl. 32 x1000

**Slike 1-2.** *Achnanthes coarctata* (Bréb. ex W.Smith) Grunow

**Slike 3-4.** *Achnanthidium affine* (Grun.) Czarnecki

**Slike 5-7.** *Achnanthidium catenatum* (Bily & Marvan) Lange-Bertalot

**Slike 8-10.** *Achnanthidium jackii* Rabenhorst

**Slika 11.** *Achnanthidium latecephalum* H.Kobayasi

**Slike 12-14.** *Achnanthidium minutissimum* (Kütz.) Czarnecki

**Slike 15-18.** *Achnanthidium pyrenaicum* (Hust.) H.Kobayasi

**Slike 19-20.** *Achnanthidium subatomus* (Hust.) Lange-Bertalot

**Slike 21-22.** *Achnanthidium thienemannii* (Hust.) Lange-Bertalot

**Slike 23-24.** *Adlafia bryophila* (J.B.Peter.) Lange-Bertalot

**Slike 25-26.** *Adlafia minuscula* (Grun.) Lange-Bertalot

**Slike 27-29.** *Adlafia minuscula* var. *muralis* (Grun.) Lange-Bertalot

**Slike 30-31.** *Adlafia suchlandtii* (Hust.) Monnier & Ector

**Slika 32.** *Amphora aequalis* Krammer

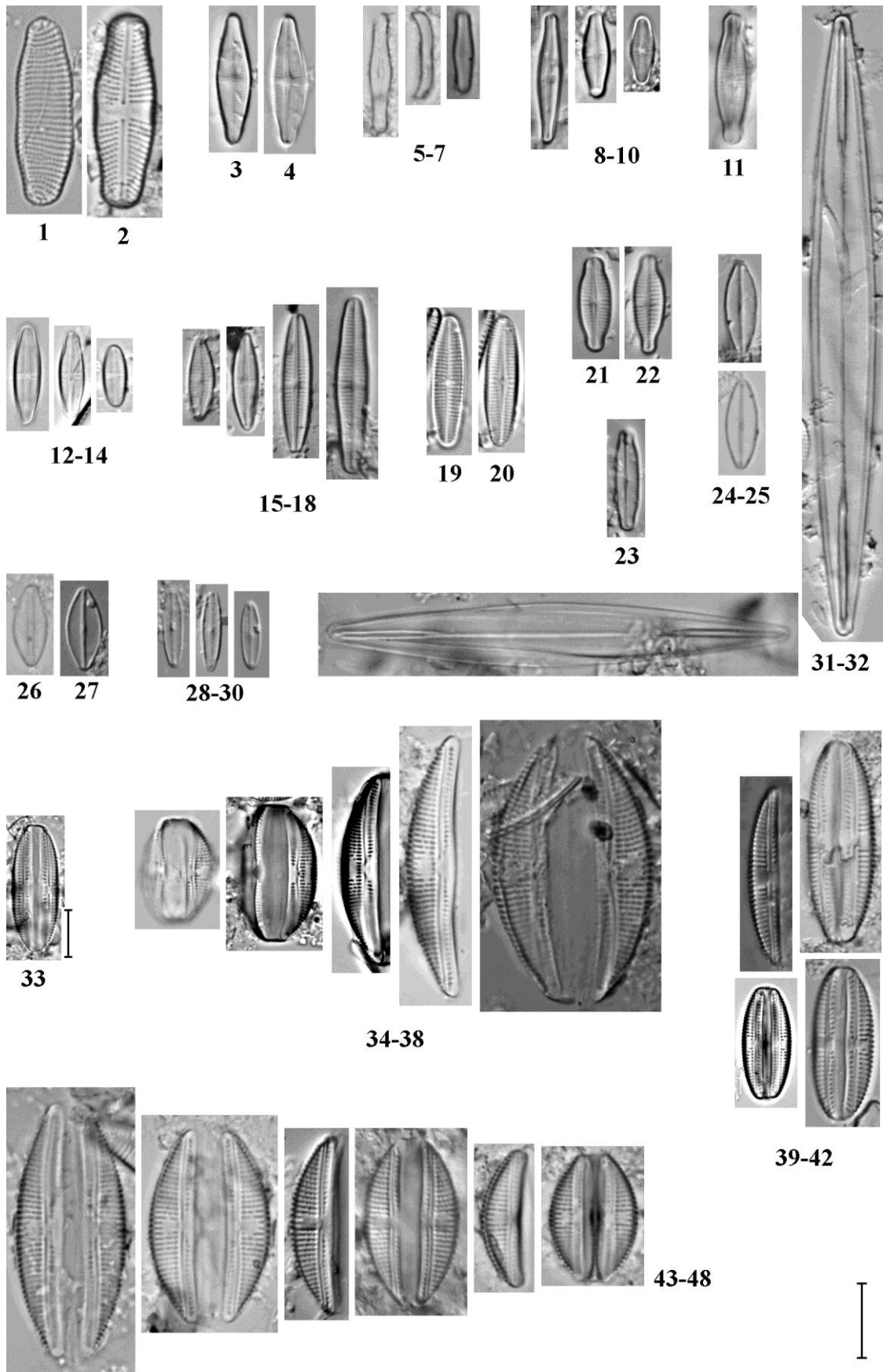
**Slike 33-37.** *Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald

**Slike 38-41.** *Amphora inariensis* Krammer

**Slike 42-47.** *Amphora meridionalis* Levkov

Skala 10µm





### TABLA 3

x1600; sl. 24-25. x1000

**Slike 1-3.** *Amphora ovalis* (Kütz.) Kützing

**Slike 4-6.** *Amphora pediculus* (Kütz.) Grunow

**Slika 7.** *Bacillaria paxillifera* (O.F.Müller) T.Marsson

**Slika 8.** *Achnantheidium jackii* Rabenhorst

**Slike 9-11.** *Caloneis aerophila* W.Bock

**Slike 12-14.** *Caloneis bacillum* (Grun.) Cleve

**Slike 15-18.** *Caloneis fontinalis* (Grun.) Cleve-Euler

**Slika 19.** *Caloneis lancettula* (Sch.) Lange-Bertalot & Witkowski

**Slika 20.** *Caloneis silicula* (Her.) Cleve

**Slike 21-23.** *Caloneis sp.* Cleve

**Slika 24.** *Cavinula lapidosa* (Kras.) Lange-Bertalot

**Slika 25.** *Cocconeis disculus* (Schum.) Cleve

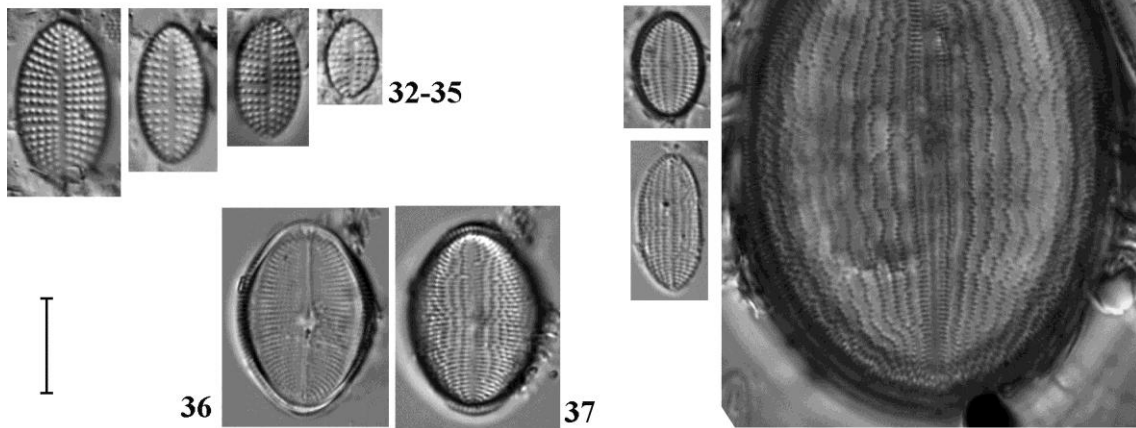
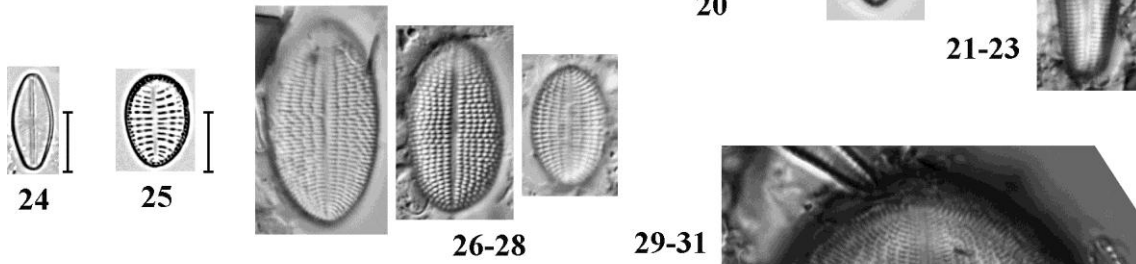
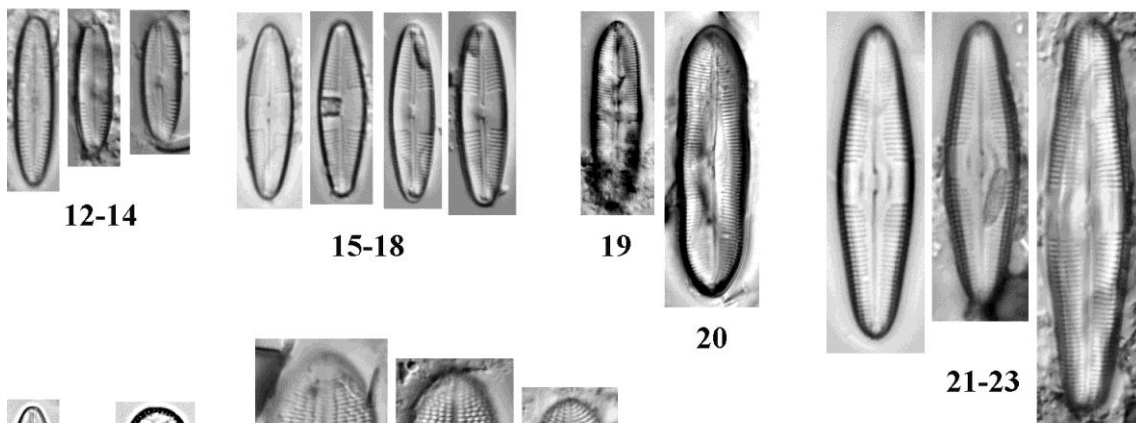
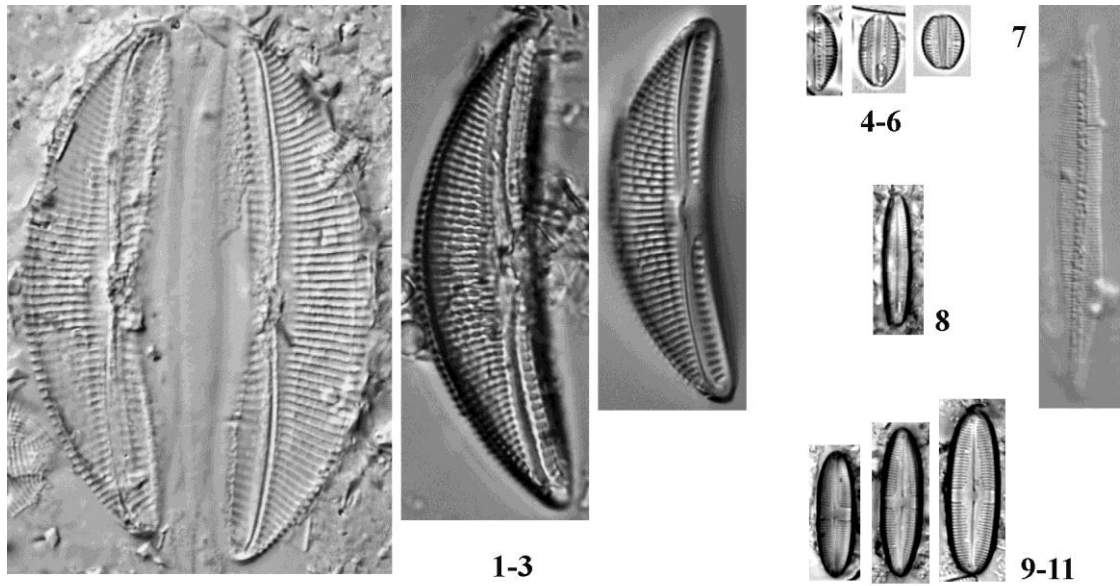
**Slike 26-28.** *Cocconeis euglypta* (Ehr.) Grunow

**Slike 29-31.** *Cocconeis lineata* (Ehrenberg) Van Heurck

**Slike 32-35.** *Cocconeis neodiminuta* Krammer

**Slike 36-37.** *Cocconeis pediculus* Ehrenberg

Skala 10µm



**TABLA 4**

x1600; sl. 17. x1000

**Slike 1-2.** *Cocconeis placentula* Ehrenberg

**Slika 3.** *Cocconeis placentula* var. *klinoraphis* Geitler

**Slike 4-7.** *Cocconeis pseudolineata* (Geit.) Lange-Bertalot

**Slika 8.** *Cocconeis pseudothumensis* Reichardt

**Slike 9-10.** *Craticula ambigua* (Ehr.) Mann

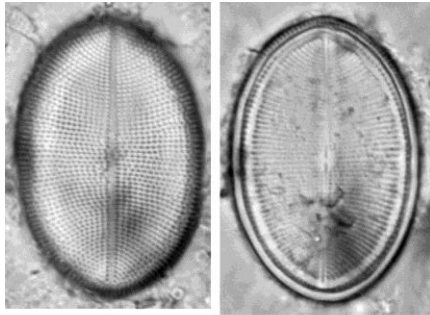
**Slike 11-12.** *Craticula accomoda* (Hust.) Mann

**Slika 13.** *Craticula minusculoides* (Hust.) Lange-Bertalot

**Slike 14-15.** *Craticula molestiformis* (Hust.) Mayama

**Slike 16-17.** *Cymatopleura apiculata* W.Smith

Skala 10µm

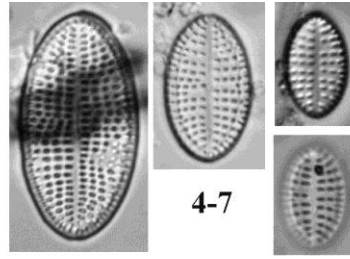


1

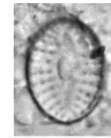
2



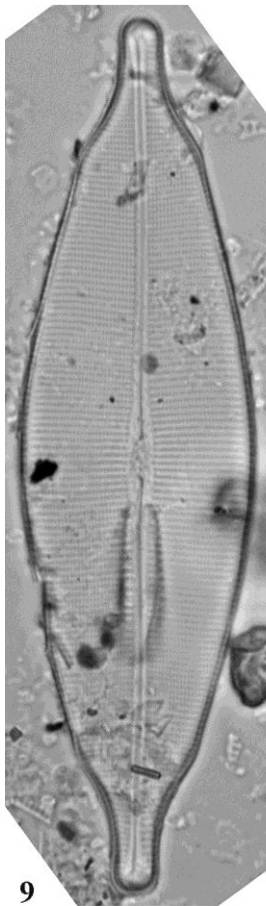
3



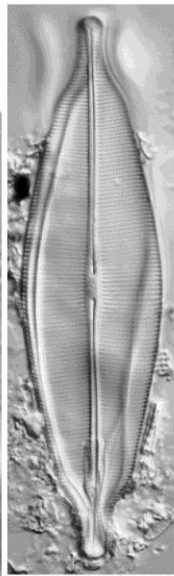
4-7



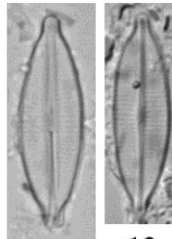
8



9



10

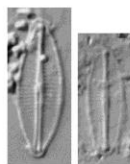


11

12

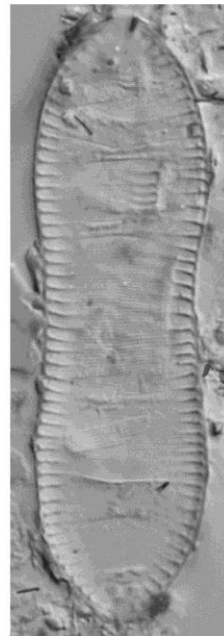


13

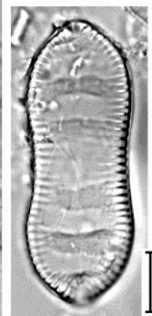


14

15



16



17



**TABLA 5**

x1600; sl. 1., 2., 14., 23. x1000

**Slike 1-2.** *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W.Smith

**Slike 3-8.** *Cymbella affiniformis* Krammer

**Slike 9-13.** *Cymbella affinis* Kützing

**Slika 14.** *Cymbella aspera* (Ehr.) Cleve

**Slike 15-18.** *Cymbella compacta* Østrup

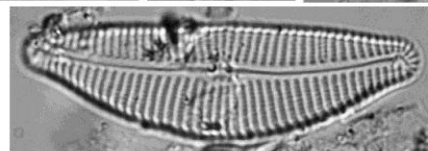
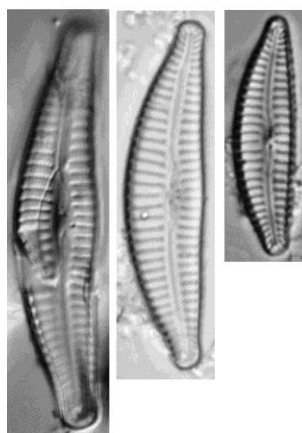
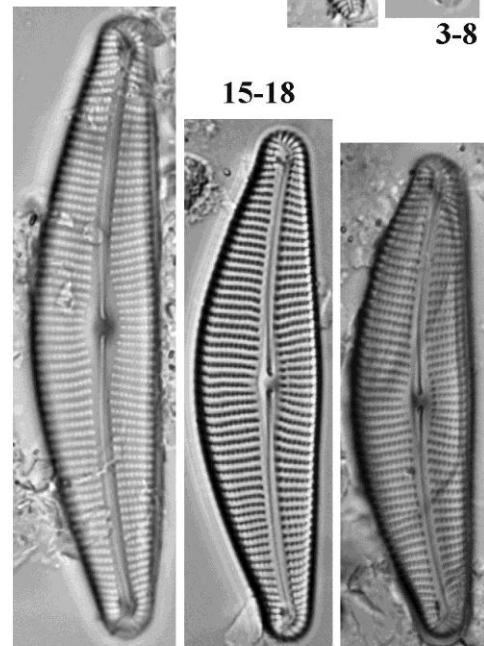
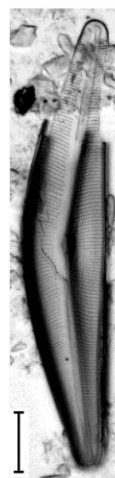
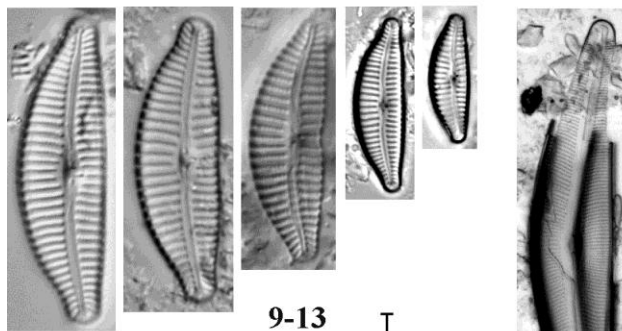
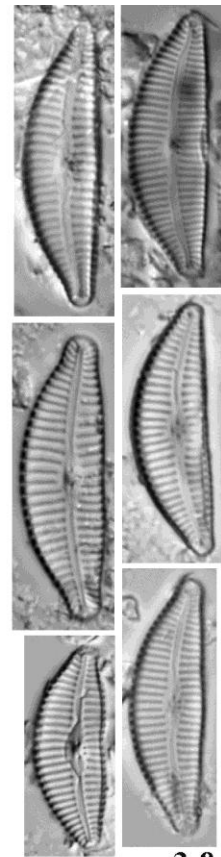
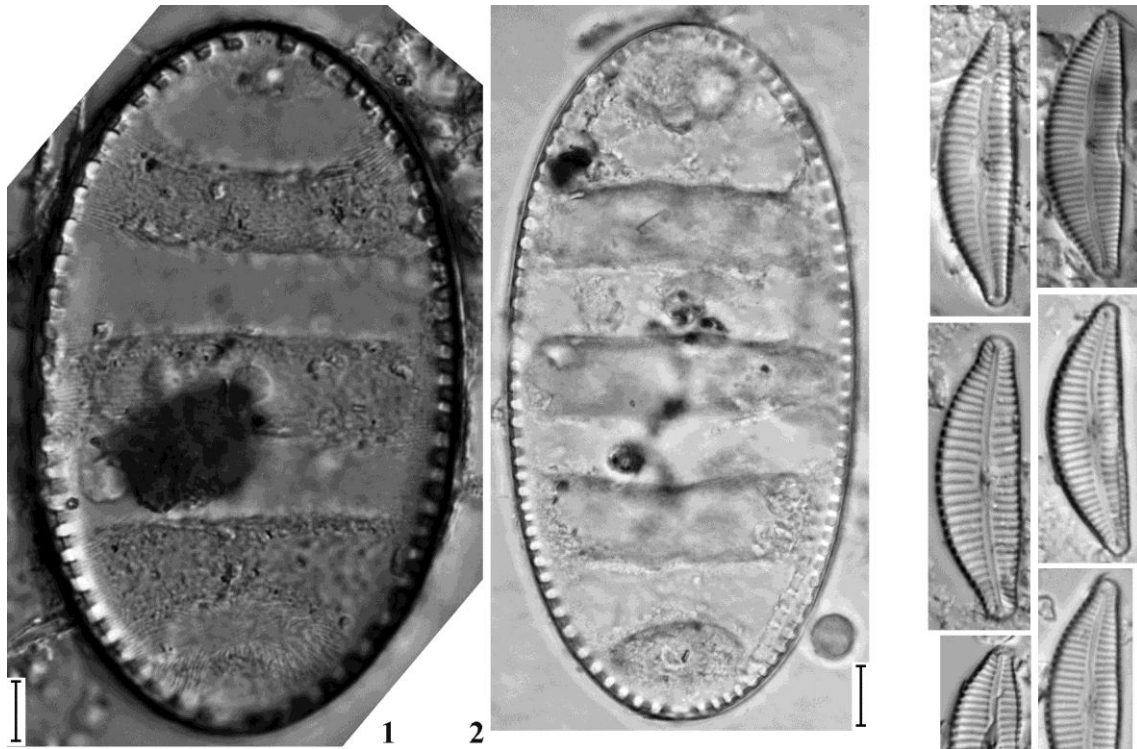
**Slike 19-21.** *Cymbella excisiformis* Krammer

**Slika 22.** *Cymbella excisiformis* var. *nonprotracta* Krammer

**Slika 23.** *Cymbella exigua* Krammer

**Slika 24.** *Cymbella hustedtii* Krasske

Skala 10µm



**TABLA 6**

x1600; sl. 1., 2., 14., 23. x1000

**Slike 1-4.** *Cymbella neocistula* Krammer

**Slike 5-7.** *Cymbella parva* (W.Smith) Kirchner

**Slike 8-10.** *Cymbella perparva* Krammer

**Slike 11-14.** *Cymbella subcistula* Krammer

**Slika 15.** *Cymbella subtruncata* Krammer

**Slika 16.** *Cymbella tumida* (Bréb.) Van Heurck

**Slika 17.** *Cymbopleura amphicephala* (Näg.) Krammer

**Slika 18.** *Cymbopleura anglica* (Lager.) Krammer

**Slika 19.** *Cymbopleura cuspidata* (Kütz.) Krammer

**Slika 20.** *Cymbopleura frequens* Krammer

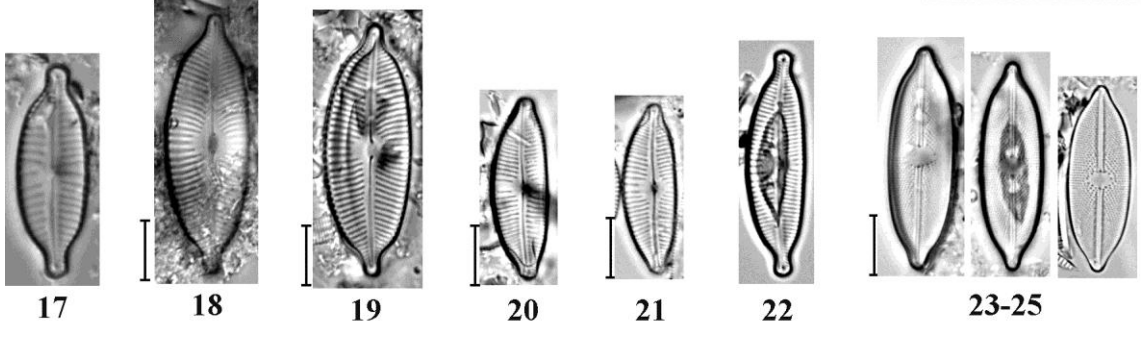
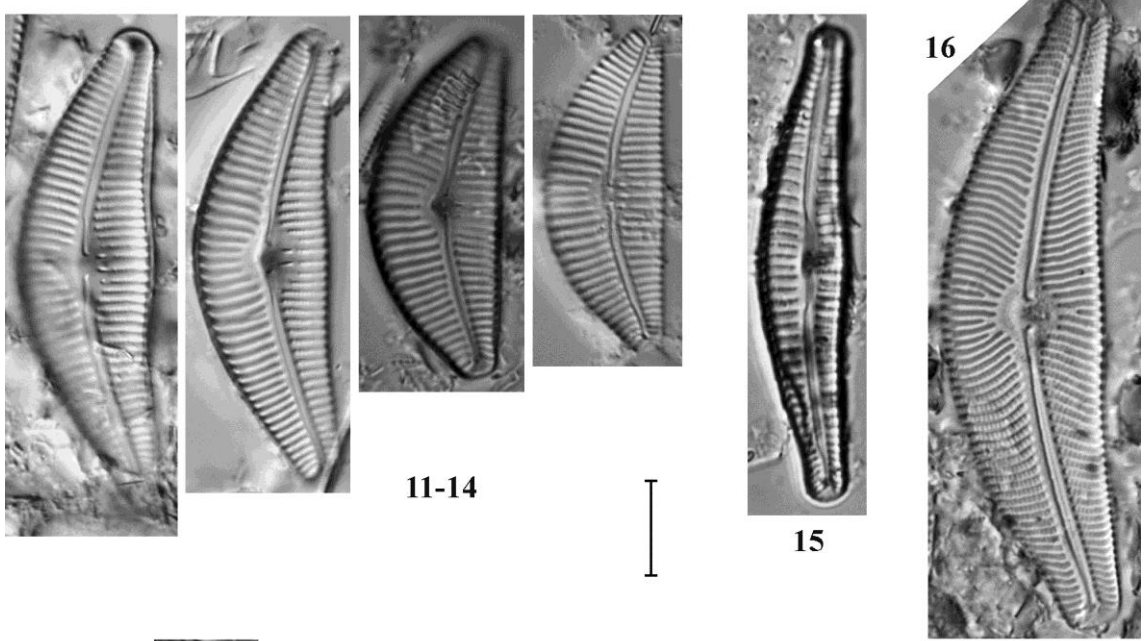
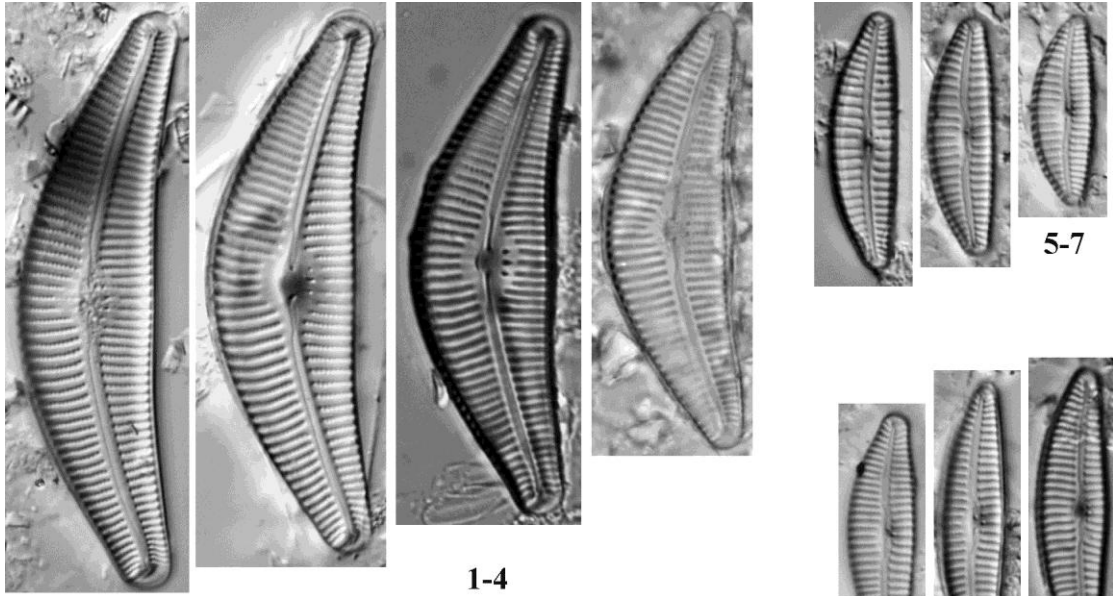
**Slika 21.** *Cymbopleura hercynica* (A.Schm.) Krammer

**Slika 22.** *Cymbopleura naviculiformis* (Auers. ex Heib.) Krammer

**Slike 23-25.** *Decussata hexagona* (Torka) Lange-Bertalot

Skala 10µm





**TABLA 7**

x1600; sl. 18., 22-24. x1000

**Slike 1-5.** *Denticula tenuis* Kützing

**Slika 6.** *Diatoma ehrenbergii* Kützing

**Slike 7-8.** *Diatoma ehrenbergii* f. *capitulata* (Grun.) Lange-Bertalot

**Slike 9-11.** *Diatoma moniliformis* (Kütz.) D.M. Williams

**Slika 12.** *Diatoma moniliformis* ssp. *ovalis* (Fric.) Lange-Bertalot et al.

**Slike 13-14.** *Diatoma problematica* Lange-Bertalot

**Slike 15-17.** *Diatoma vulgaris* Bory

**Slika 18.** *Diploneis elliptica* (Kütz.) Cleve

**Slike 19-21.** *Diploneis fontanella* Lange-Bertalot

**Slike 22-24.** *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot & E.Reichardt

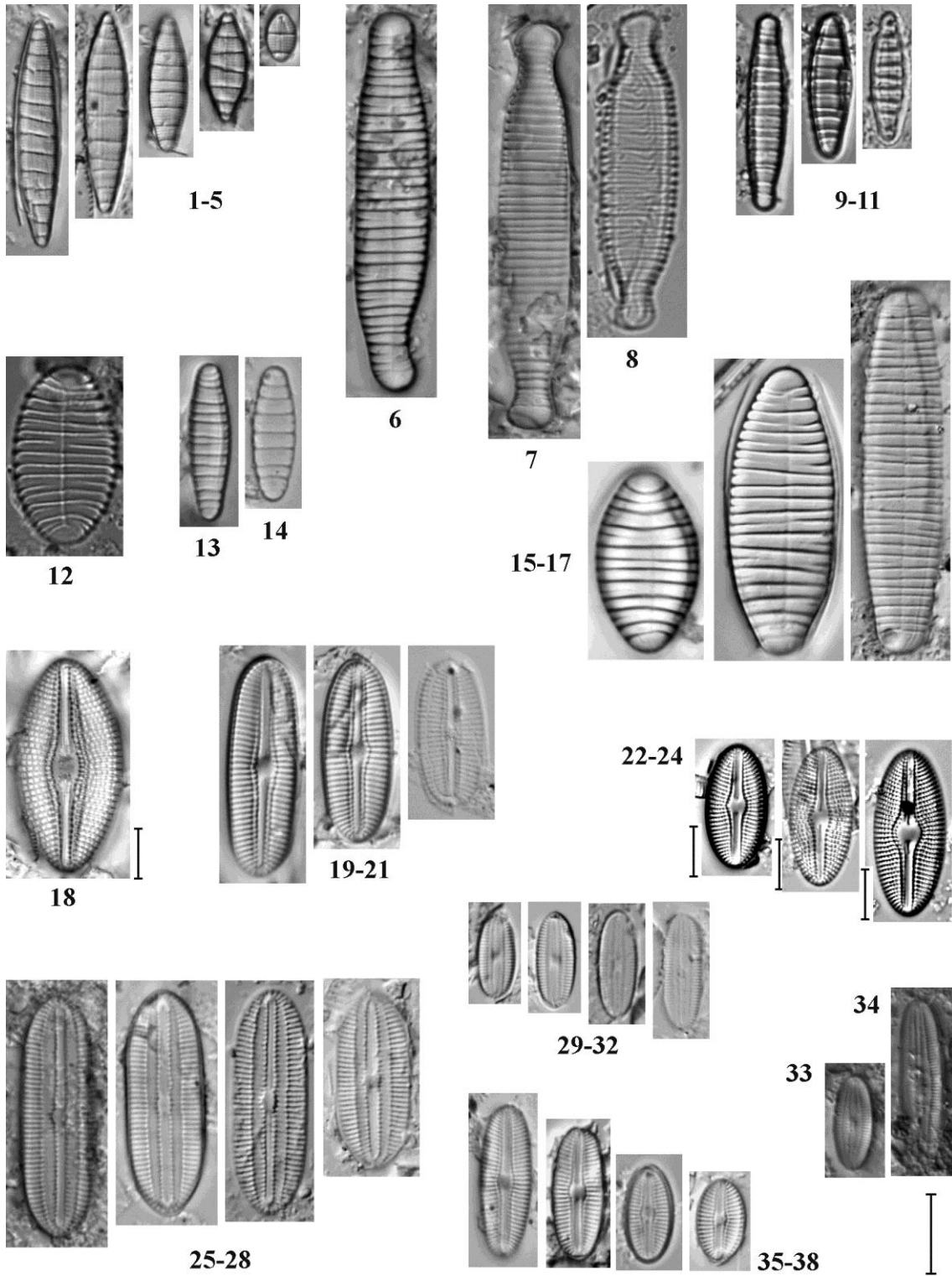
**Slike 25-28.** *Diploneis marginestriata* Hustedt

**Slike 29-32.** *Diploneis oculata* (Bréb.) Cleve

**Slike 33-34.** *Diploneis petersenii* Hustedt

**Slike 35-38.** *Diploneis separanda* Lange-Bertalot

Skala 10µm



## TABLA 8

x1600; sl. 16., 18-22. x1000

**Slike 1-5.** *Encyonema auerswaldii* Rabenhorst

**Slika 6-10.** *Encyonema brevicapitatum* Krammer

**Slike 11-15.** *Encyonema caespitosum* Kützing

**Slika 16.** *Encyonema lange-bertalotii* Krammer

**Slika 17.** *Encyonema lange-bertalotii* var. *obscuriformis* Krammer

**Slike 18-20.** *Encyonema leibleinii* (C.Agar.) W.J.Silva et al.

**Slike 21-26.** *Encyonema lunatum* (W.Smith) Van Heurck

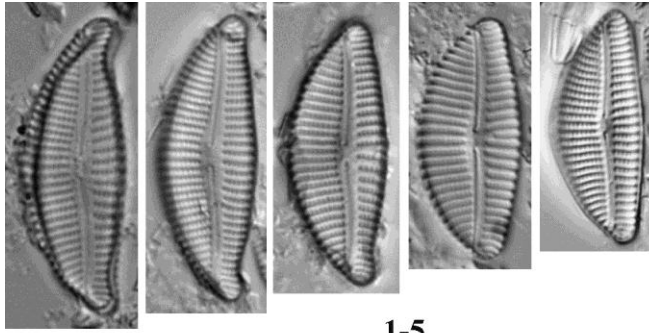
**Slike 27-28.** *Encyonema minutum* (Hil.) D.G.Mann

**Slika 29.** *Encyonema perminutum* Krammer

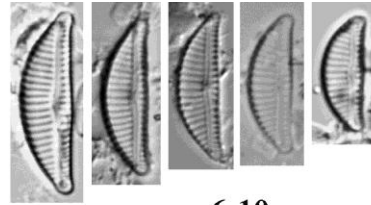
**Slike 22-24.** *Encyonema sarsii* (Fog.) Krammer

**Slike 30-39.** *Encyonema silesiacum* (Bleis.) D.G.Mann

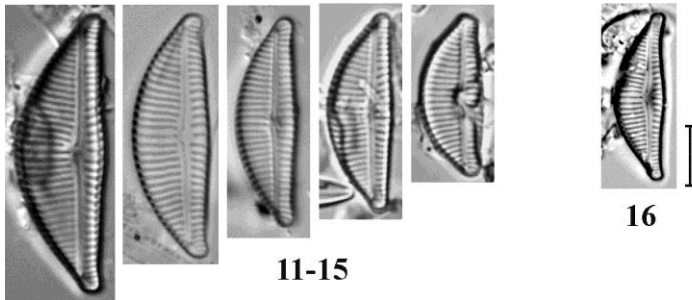
Skala 10µm



1-5



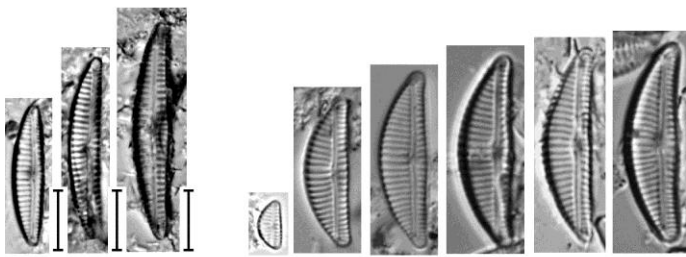
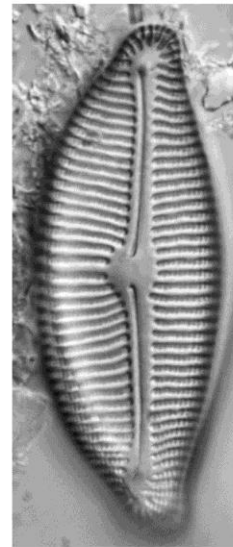
6-10



11-15

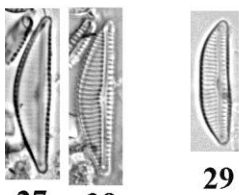
16

17



18-20

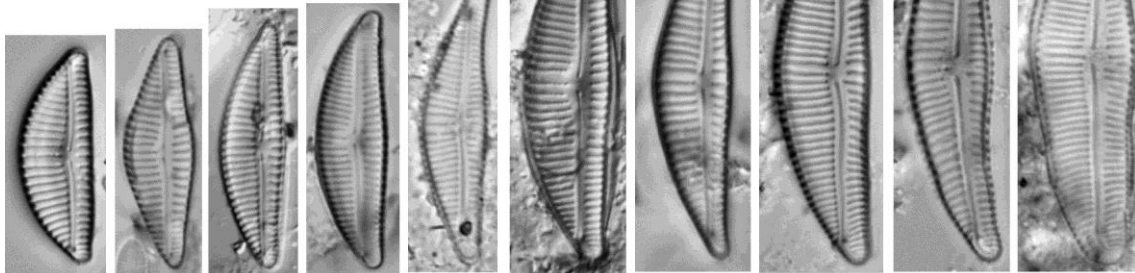
21-26



27

28

29



30-39

## TABLA 9

x1600; sl. 8-12., 33-35, 37-43., 45. x1000

**Slike 1-7.** *Encyonema subminutum* Krammer & Lange-Bertalot

**Slika 8-9.** *Encyonema ventricosum* (C. Agar.) Grunow

**Slike 10-12.** *Encyonema vulgare* Krammer

**Slike 13-20.** *Encyonopsis krammeri* E. Reichardt

**Slike 21-22.** *Encyonopsis microcephala* (Grun.) Krammer

**Slike 23-30.** *Encyonopsis minuta* Krammer & E.Reichardt

**Slika 31.** *Encyonopsis subminuta* Krammer & E.Reichardt

**Slika 32.** *Epithemia gibba* (Ehr.) Kützing

**Slike 33-35.** *Eunotia arcus* Ehrenberg

**Slika 36.** *Eunotia curtagrunowii* Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot

**Slika 37.** *Eunotia exigua* (Bréb. ex Kütz.) Rabenhorst

**Slike 38-40.** *Eunotia minor* (Kütz.) Grunow

**Slike 41-43.** *Eunotia soleirolii* (Kütz.) Rabenhorst

**Slika 44.** *Eunotia* sp. Ehrenberg

**Slika 45.** *Eunotia* sp. (pleura)

**Slika 46.** *Fallacia insociabilis* (Kras.) D.G.Mann

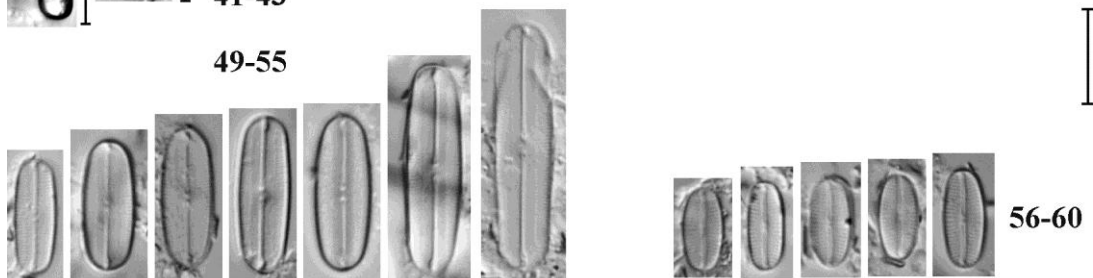
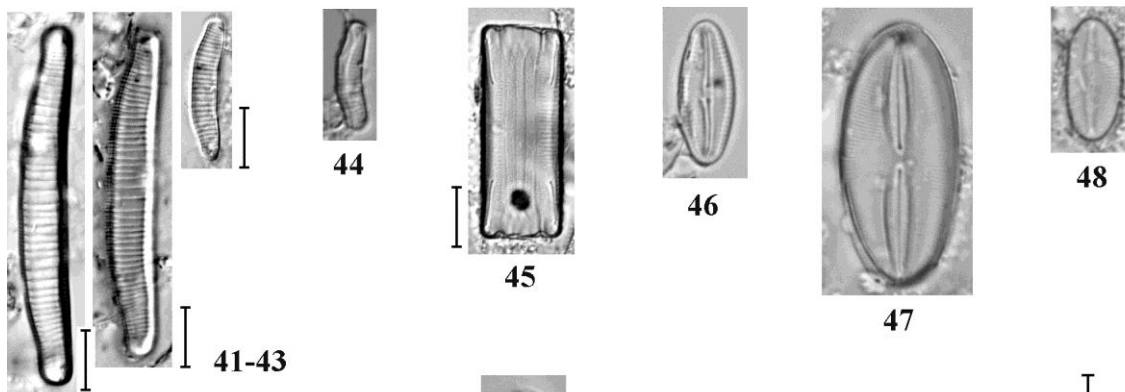
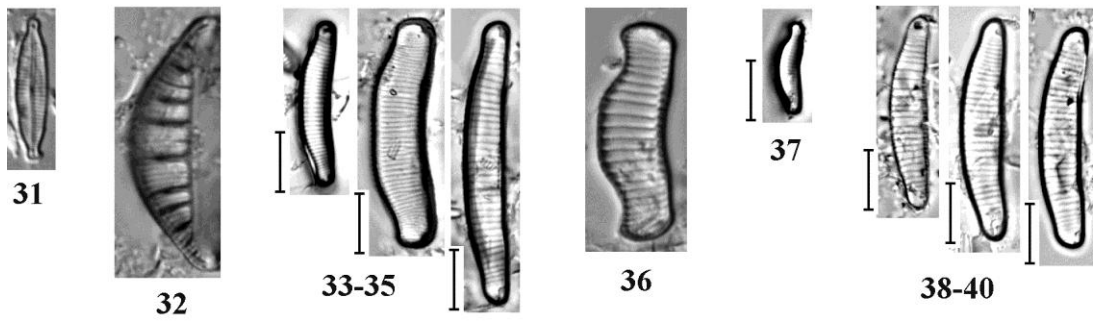
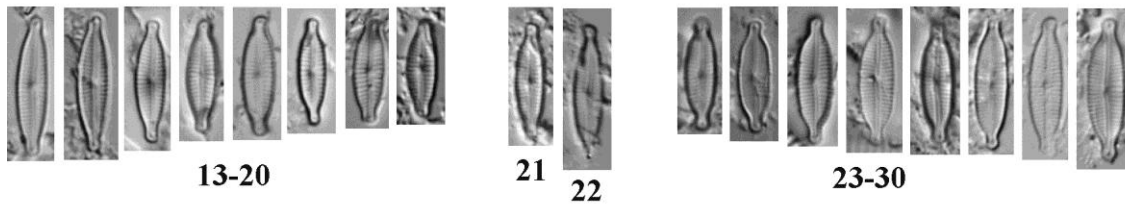
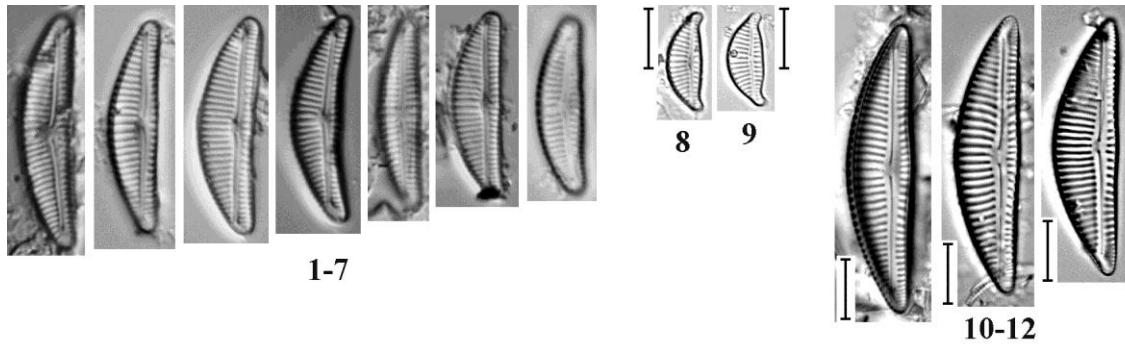
**Slika 47.** *Fallacia pygmaea* (Kütz.) Stickle & D.G.Mann

**Slika 48.** *Fallacia pygmaea* ssp. *subpygmaea* Lange-Bertalot et al.

**Slike 49-55.** *Fallacia subhamulata* (Grun.) D.G.Mann

**Slike 56-60.** *Fallacia sublucidula* (Hust.) D.G.Mann

Skala 10µm



**TABLA 10**

x1600

**Slike 1-4.** *Fragilaria austriaca* (Grun.) Lange-Bertalot

**Slika 5-8.** *Fragilaria* aff. *austriaca* (Grun.) Lange-Bertalot

**Slike 9-11.** *Fragilaria biceps* Ehrenberg

**Slike 12-14.** *Fragilaria capucina* Desmazières

**Slike 15-19.** *Fragilaria gracilis* Østrup

**Slike 20-21.** *Fragilaria pararumpens* Lange-Bertalot et al.

**Slike 22-28.** *Fragilaria recapitellata* Lange-Bertalot & Metzeltin

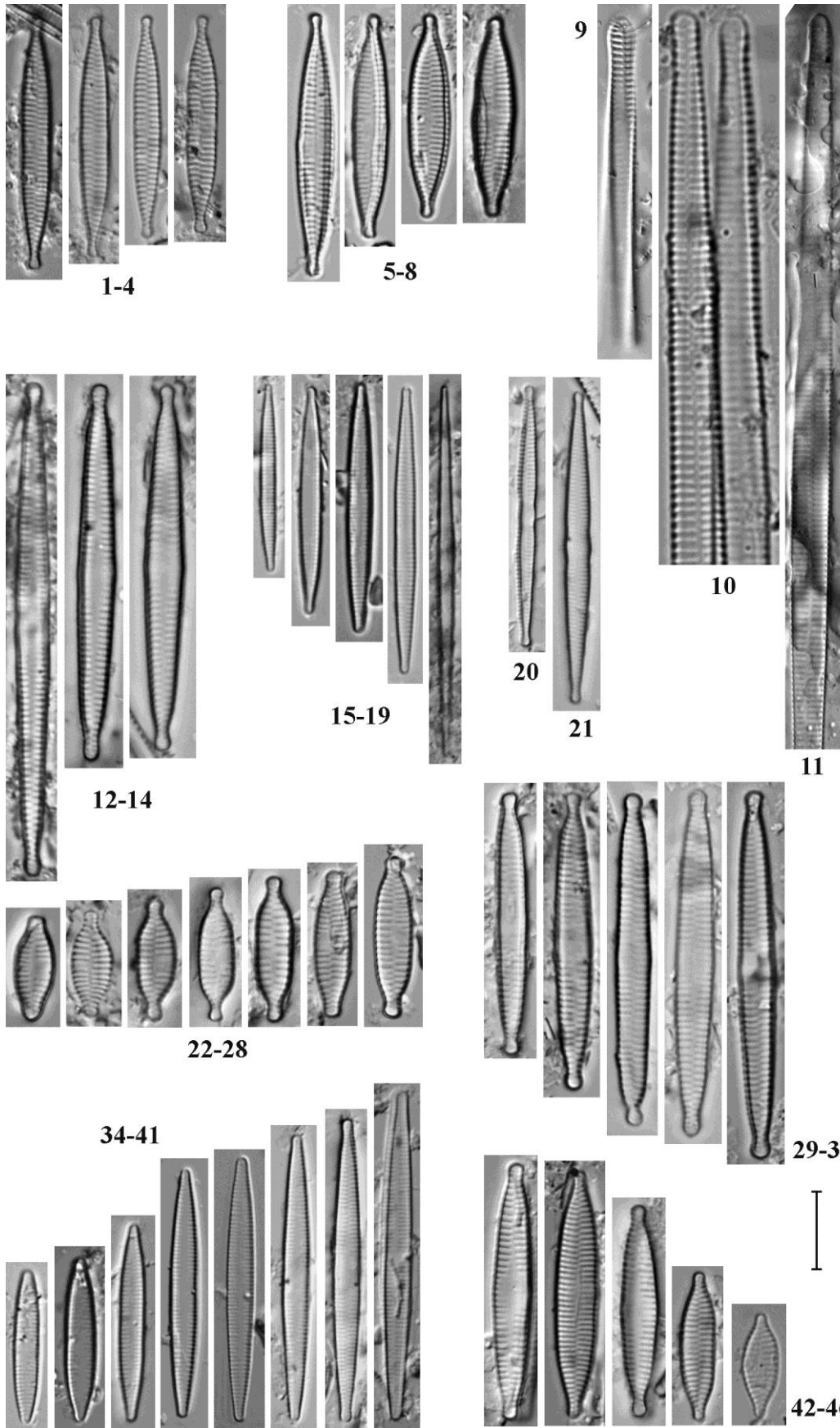
**Slike 29-33.** *Fragilaria* cf. *recapitellata* Lange-Bertalot & Metzeltin

**Slika 34-41.** *Fragilaria rumpens* (Kütz.) G.W.F.Carlson

**Slike 42-46.** *Fragilaria vaucheriae* (Kütz.) J.B.Petersen

Skala 10µm





**TABLA 11**

x1600; sl. 7., 21-24., 29-30, 33-38., 45-46. x1000

**Slike 1-3.** *Fragilaria* aff. *vaucherae* 1 (Kütz.) J.B.Petersen

**Slika 4-6.** *Fragilaria* aff. *vaucheriae* 2 (Kütz.) J.B.Petersen

**Slika 7.** *Frustulia vulgaris* (Thw.) De Toni

**Slike 8-9.** *Geissleria acceptata* (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin

**Slike 10-11.** *Geissleria decussis* (Øst.) Lange-Bertalot & Metzeltin

**Slike 12-20.** *Geissleria gereckeii* M.Cantonati & Lange-Bertalot

**Slike 21-23.** *Geissleria paludosa* (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin

**Slika 24.** *Gomphonema acidoclinatum* Lange-Bertalot & Reichardt

**Slike 25-26.** *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg

**Slike 27-30.** *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenhorst

**Slika 31.** *Gomphonema augur* Ehrenberg

**Slika 32.** *Gomphonema calcifugum* Lange-Bertalot & E.Reichardt

**Slike 33-35.** *Gomphonema capitatum* Ehrenberg

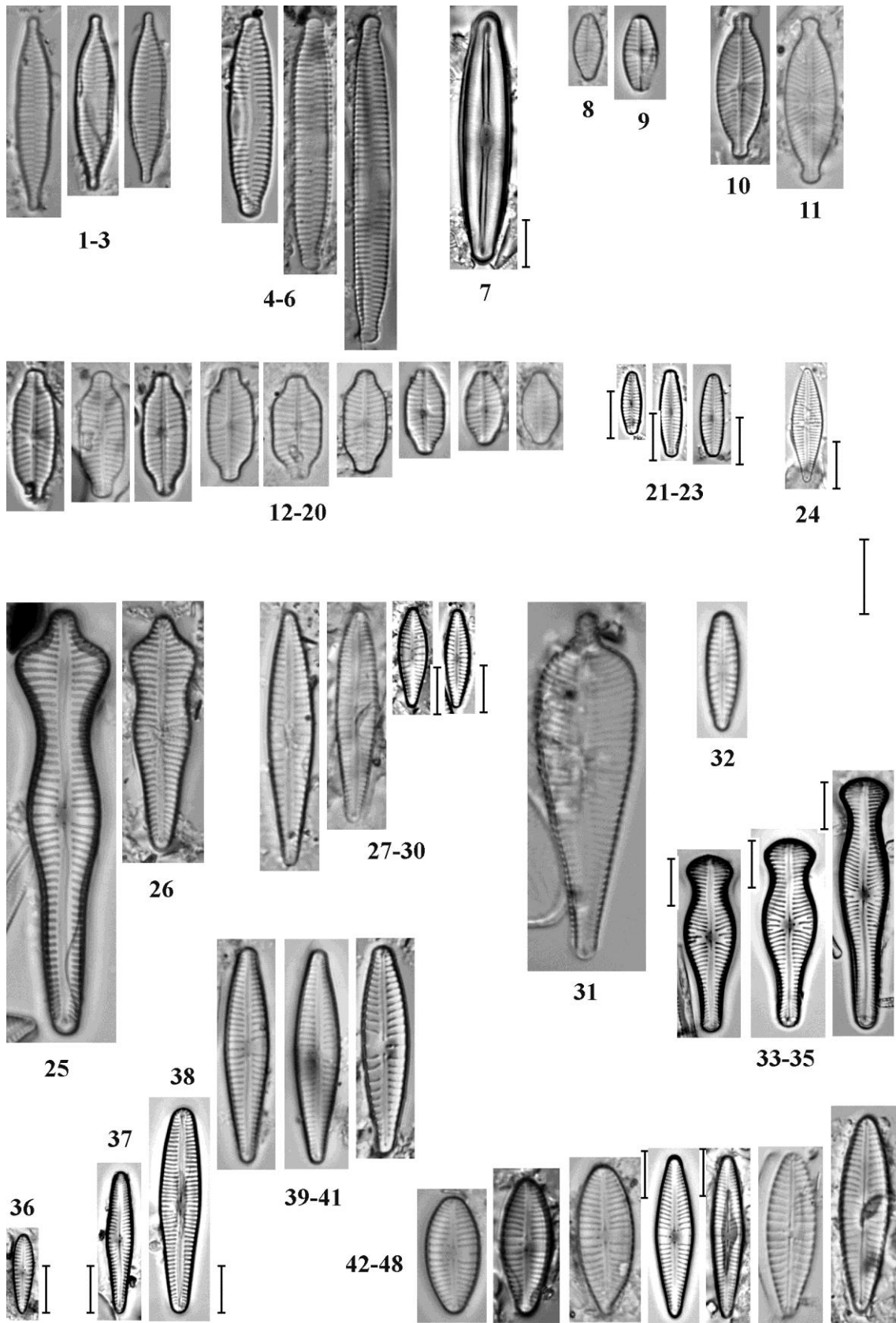
**Slika 36.** *Gomphonema clavatum* E.Reichardt

**Slike 37-38.** *Gomphonema clavatum* Ehrenberg

**Slike 39-41.** *Gomphonema cymbelliclinum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

**Slike 42-48.** *Gomphonema drutelingense* E.Reichardt

Skala 10µm



**TABLA 12**

x1600; sl. 10-12., 16-19., 38-44., 46-48., 59. x1000

**Slike 1-7.** *Gomphonema elegantissimum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

**Slika 8-9.** *Gomphonema exilissimum* (Grun.) Lange-Bertalot & E.Reichardt

**Slike 10-11.** *Gomphonema extentum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

**Slika 12.** *Gomphonema gracile* Ehrenberg

**Slike 13-15.** *Gomphonema hebridense* W.Gregory

**Slike 16-19.** *Gomphonema innocens* E.Reichardt

**Slike 20-22.** *Gomphonema lagenula* Kützing

**Slike 23-34.** *Gomphonema micropus* Kützing

**Slika 35-37.** *Gomphonema* aff. *micropus* Kützing

**Slike 38-44.** *Gomphonema occultum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

**Slike 45-48.** *Gomphonema olivaceum* (Horne.) Brébisson

**Slika 49.** *Gomphonema parvuliforme* Levkov et al.

**Slika 50.** *Gomphonema parvulus* Lange-Bertalot & E.Reichardt

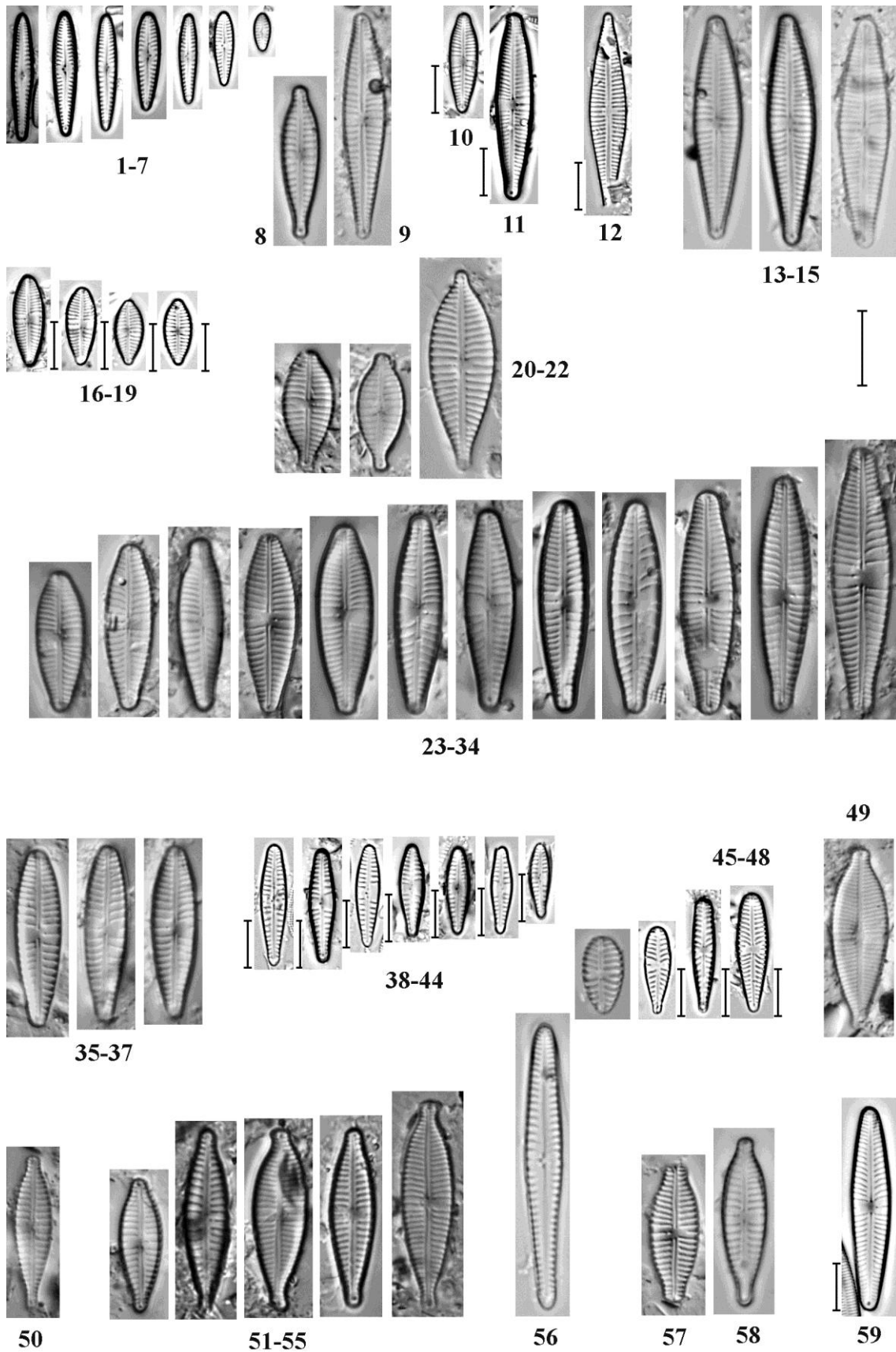
**Slike 51-55.** *Gomphonema parvulum* Kützing

**Slika 56.** *Gomphonema procerum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

**Slike 57-58.** *Gomphonema productum* (Grun.) Lange-Bertalot & E.Reichardt

**Slika 59.** *Gomphonema pseudoboheicum* Lange-Bertalot & E.Reichardt

Skala 10µm



### TABLA 13

x1600; sl. 1-9., 14-16, 26-27., 31-35. x1000

**Slike 1-4.** *Gomphonema pumilum* (Grun.) E.Reichardt & Lange-Bertalot

**Slika 5-9.** *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* Reichardt & Lange-Bertalot

**Slika 10-11.** *Gomphonema rhombicum* Fricke

**Slike 12-15.** *Gomphonema sarcophagus* W.Gregory

**Slika 16.** *Gomphonema saprophilum* Lange-Bertalot & E.Reichardt

**Slike 17-19.** *Gomphonema sphenovortex* Lange-Bertalot & E.Reichardt

**Slike 20-23.** *Gomphonema subclavatum* (Grun.) Grunow

**Slike 24-27.** *Gomphonema tergestinum* (Grun.) Fricke

**Slika 28-30.** *Gomphonema truncatum* Ehrenberg

**Slike 31-34.** *Gomphonema utae* Lange-Bertalot & E.Reichardt

**Slika 35.** *Gomphonema vibrio* var. *bohemicum* (Reichelt & Fricke) R.Ross

**Slika 36.** *Gomphosphenia* sp. Lange-Bertalot

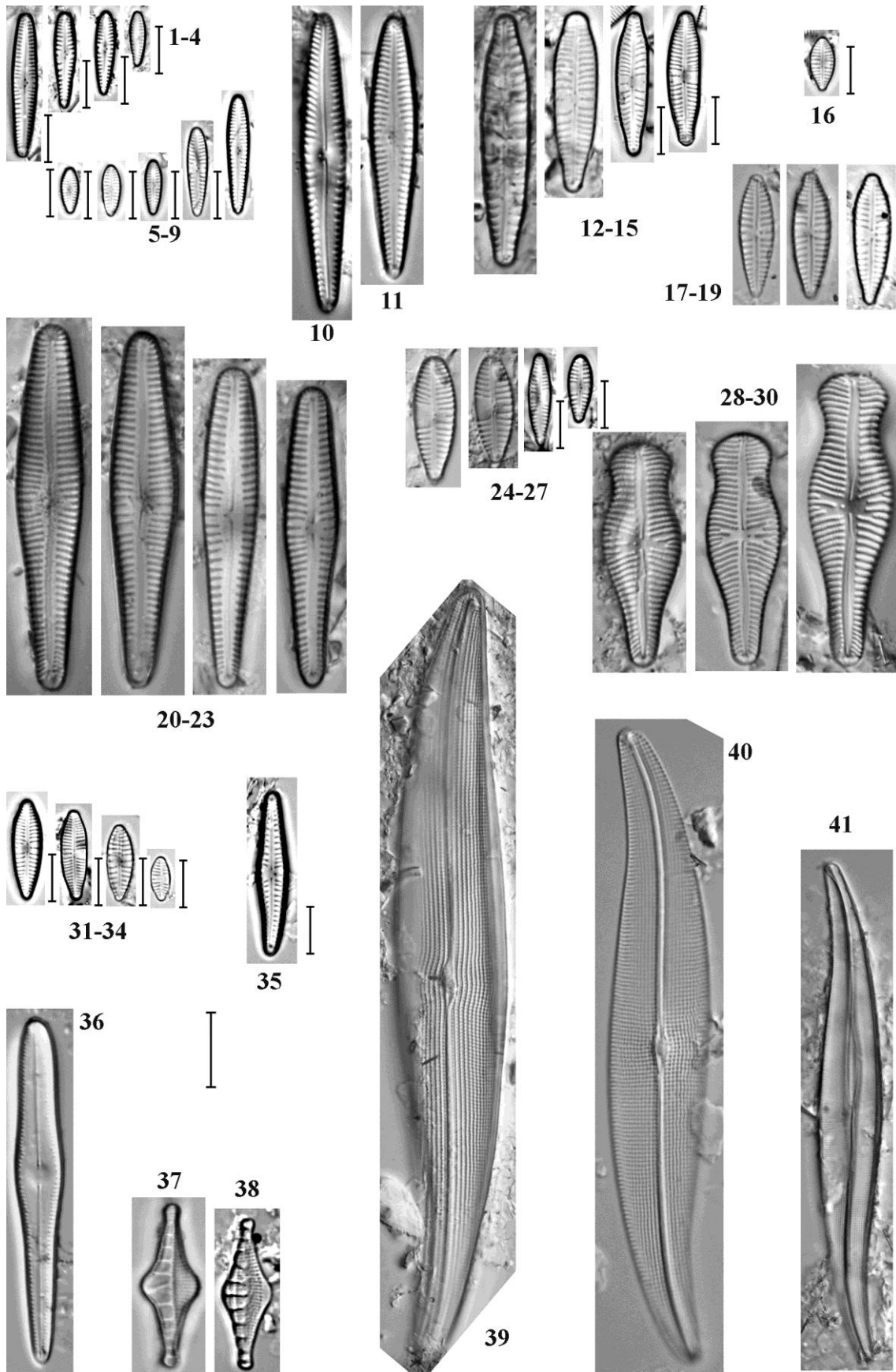
**Slike 37-38.** *Grunowia tabellaria* (Grun.) Rabenhorst

**Slika 39.** *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenhorst

**Slika 40.** *Gyrosigma attenuatum* (Kütz.) Rabenhorst

**Slika 41.** *Gyrosigma kuetzingii* (Grun.) Cleve

Skala 10µm



**TABLA 14**

x1600; sl. 7-12., 15-19, 27-28., 31-32. x1000

**Slike 1-3.** *Gyrosigma sciotoense* (W.S.Sull.) Cleve

**Slika 4-6.** *Halamphora montana* (Kras.) Levkov

**Slika 7-12.** *Hannaea arcus* (Ehr.) R.M.Patrick

**Slike 13-14.** *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grunow

**Slike 15-18.** *Hippodonta capitata* (Her.) Lange-Bertalot et al.

**Slika 19.** *Humidophila brekkaensis* (Peter.) Lowe et al.

**Slike 20-23.** *Humidophila contenta* (Grun.) Lowe et al.

**Slika 24-25.** *Humidophila perpusilla* (Grun.) Lowe et al.

**Slika 26.** *Iconella linearis* (W.Smith) Ruck & Nakov

**Slike 27-28.** *Karayevia laterostrata* (Hust.) Bukhtiyarova

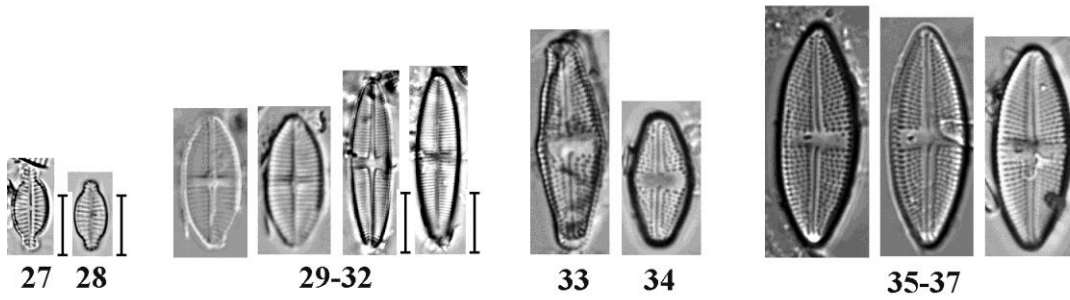
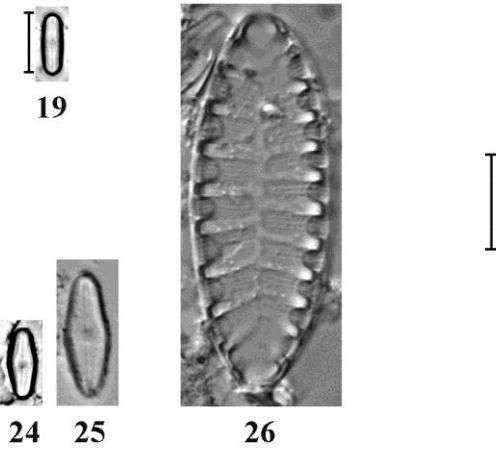
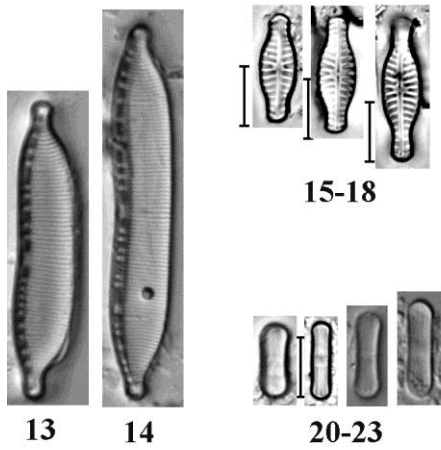
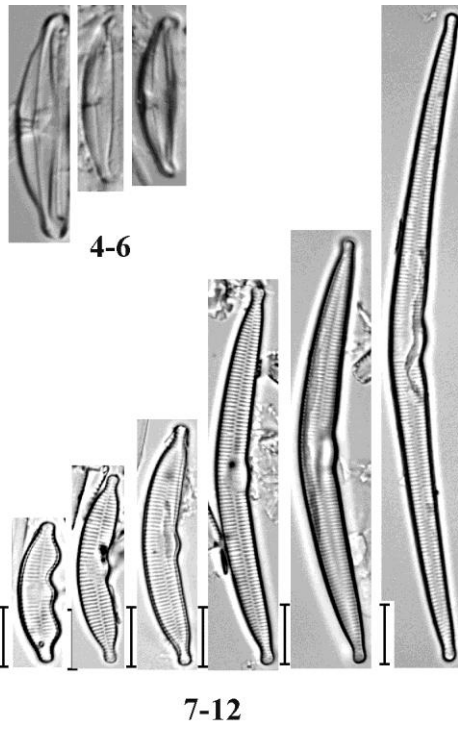
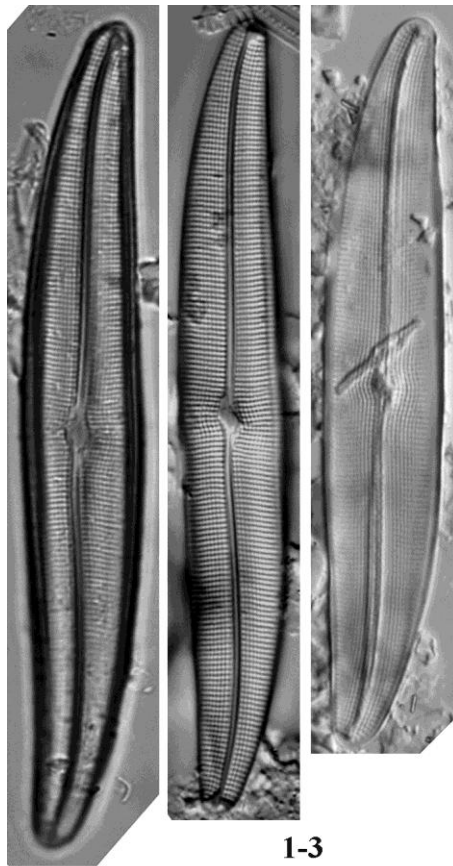
**Slike 29-32.** *Lemnicola hungarica* (Grun.) Round & Basson

**Slike 33-34.** *Luticola acidoclinata* Lange-Bertalot

**Slike 35-37.** *Luticola goeppertiana* (Blei.) D.G.Mann et al.

Skala 10µm





**TABLA 15**

x1600; sl. 1-3., 7., 19-23. x1000

**Slike 1-3.** *Luticola mutica* (Kütz.) D.G.Mann

**Slika 4.** *Luticola triundulata* Levkov, Metzeltin & A.Pavlov

**Slike 5-7.** *Luticola ventricosa* (Kütz.) D.G.Mann

**Slike 8-9.** *Mayamaea atomus* var. *alcimonica* (E.Reich.) Reichardt

**Slike 10-13.** *Mayamaea permitis* (Hust.) Lange-Bertalot

**Slike 14-18.** *Meridion circulare* (Grev.) C.Agardh

**Slike 19-22.** *Meridion constrictum* (Ralfs) Van Heurck

**Slika 23.** *Muelleria gibbula* (Cleve) Spaulding & Stoermer

**Slika 24.** *Navicula amphiceropsis* Lange-Bertalot & U.Rumrich

**Slike 25-29.** *Navicula antonii* Lange-Bertalot

**Slike 30-34.** *Navicula* aff. *antonii* Lange-Bertalot

**Slika 35.** *Navicula aquaedurae* Lange-Bertalot

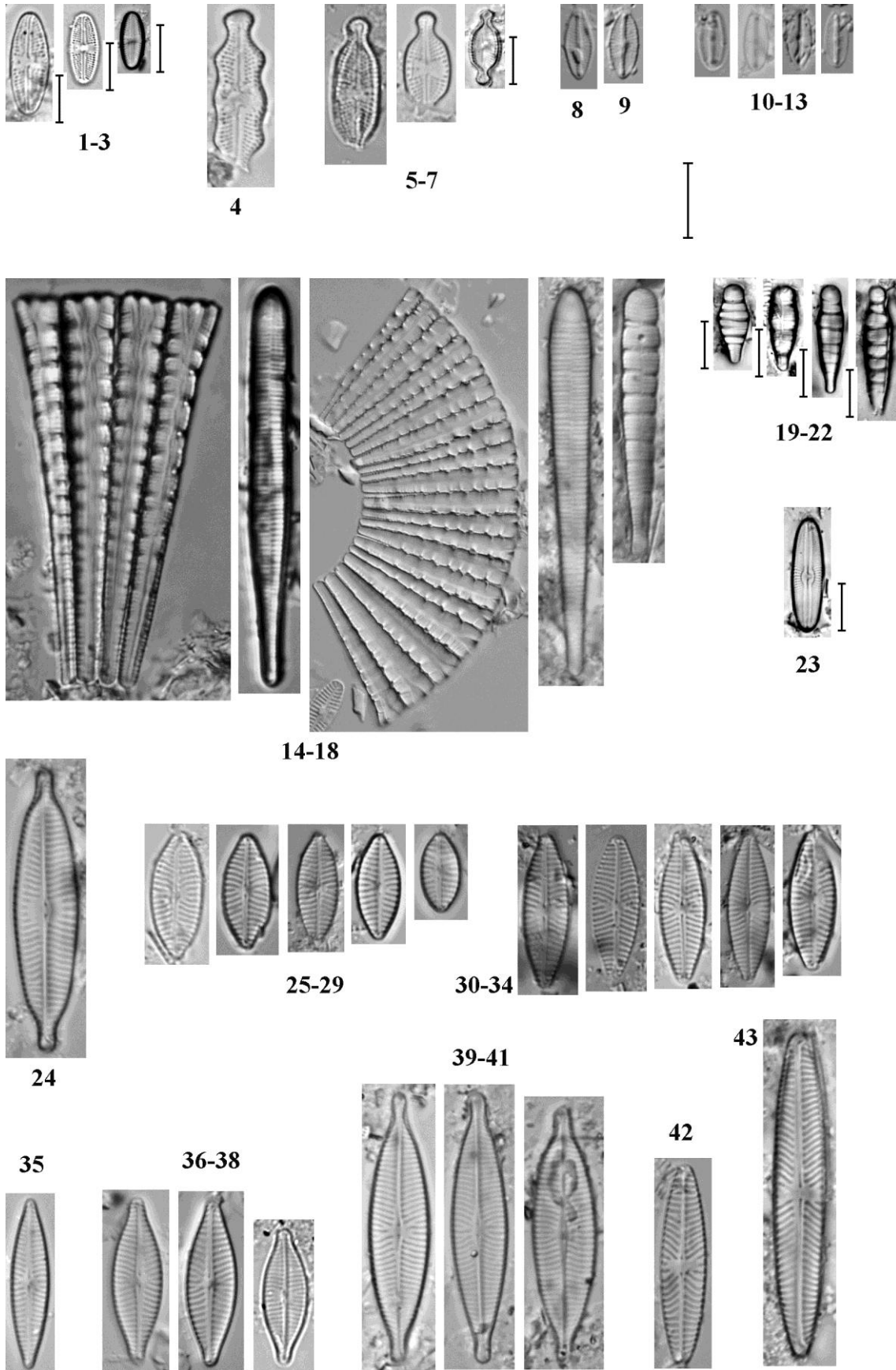
**Slike 36-38.** *Navicula associata* Lange-Bertalot

**Slike 39-41.** *Navicula capitatoradiata* H.Germain

**Slika 42.** *Navicula cari* Ehrenberg

**Slika 43.** *Navicula cariocincta* Lange-Bertalot

Skala 10µm



**TABLA 16**

x1600; sl. 9-11., 38-50. x1000

**Slike 1-8.** *Navicula catalanogermanica* Lange-Bertalot & G.Hofmann

**Slike 9-10.** *Navicula cataracta-rheni* Lange-Bertalot

**Slika 11.** *Navicula cincta* (Ehr.) Ralfs

**Slike 12-15.** *Navicula cryptocephala* Kützing

**Slike 16-29.** *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot

**Slike 30-37.** *Navicula cryptotenelloides* Lange-Bertalot

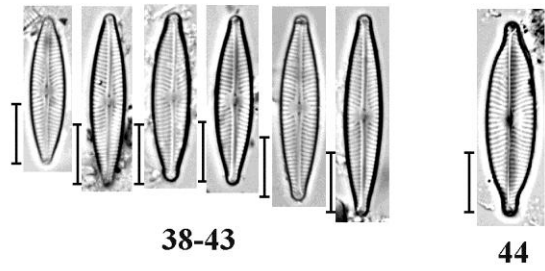
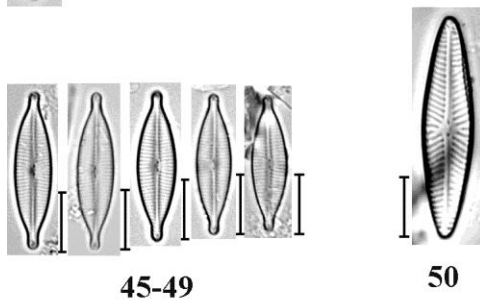
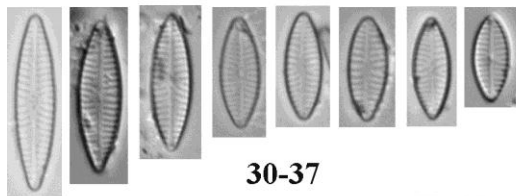
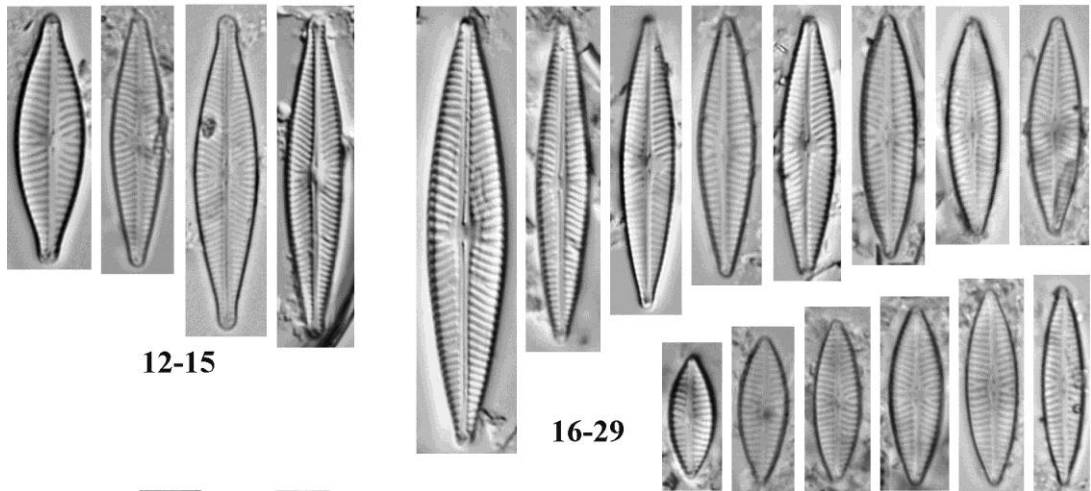
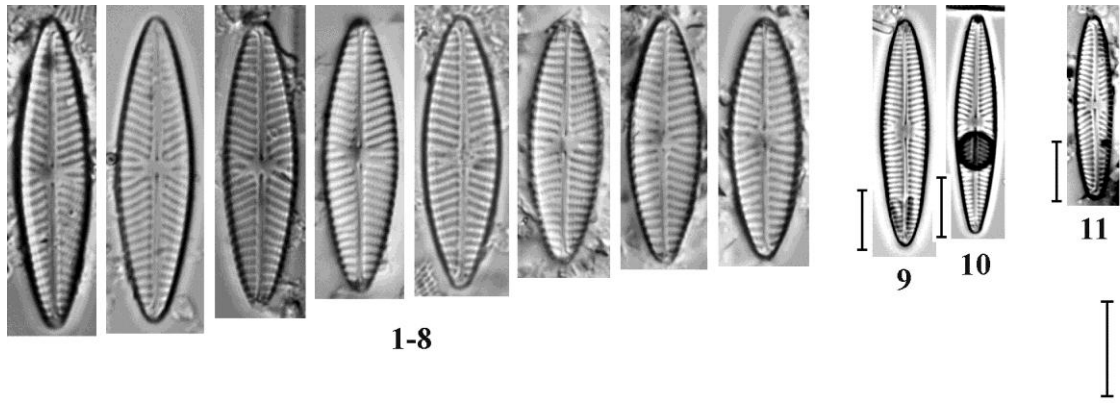
**Slike 38-43.** *Navicula exilis* Kützing

**Slika 44.** *Navicula germainii* J.H.Wallace

**Slike 45-49.** *Navicula gregaria* Donkin

**Slika 50.** *Navicula hintzii* Lange-Bertalot

Skala 10µm



**TABLA 17**

x1600; sl. 11-21., 24-29., 30-31. x1000

**Slike 1-9.** *Navicula jakovljevicii* Hustedt

**Slika 10.** *Navicula kotschyi* Grunow

**Slike 11-16.** *Navicula lanceolata* Ehrenberg

**Slike 17-21.** *Navicula lundii* E.Reichardt

**Slike 22-23.** *Navicula microcari* Lange-Bertalot

**Slika 24.** *Navicula neowiesneri* Chaudev & Kulikovskiy

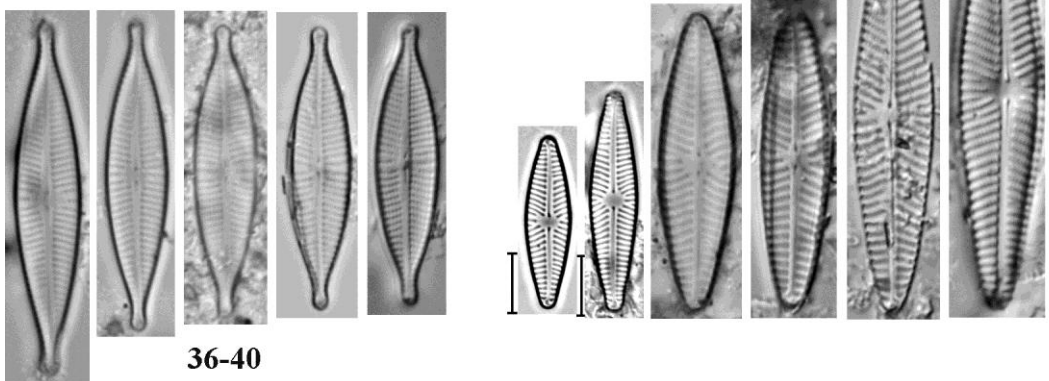
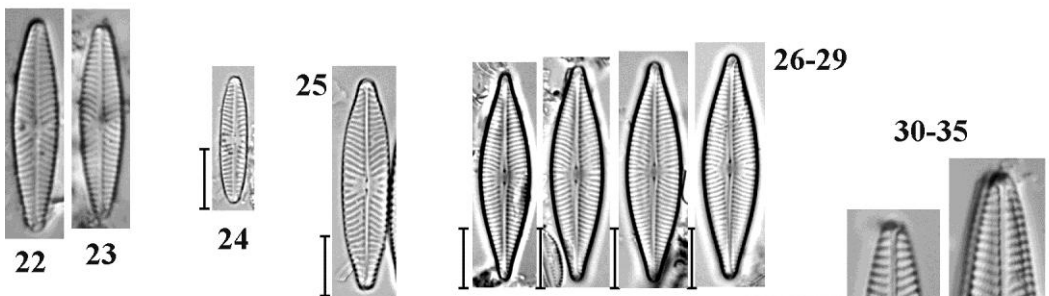
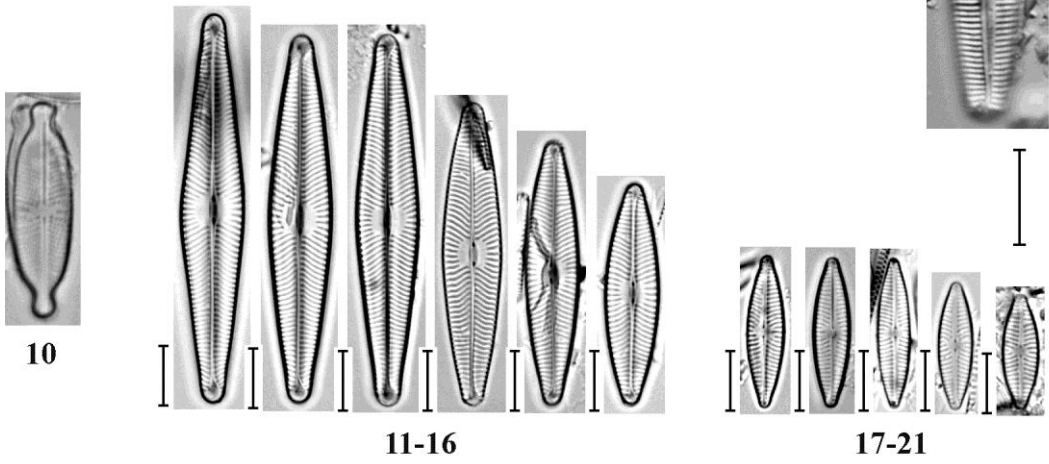
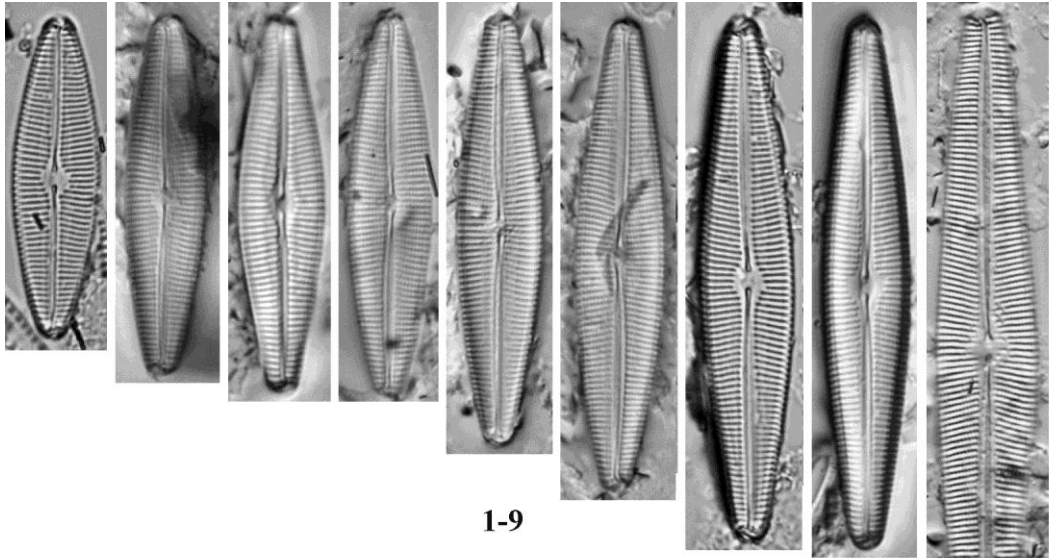
**Slika 25.** *Navicula novaesiberica* Lange-Bertalot

**Slike 26-29.** *Navicula oligotraphenta* Lange-Bertalot & G.Hofmann

**Slike 30-35.** *Navicula oppugnata* Hustedt

**Slike 36-40.** *Navicula praeterita* Hustedt

Skala 10µm



**TABLA 18**

x1600

**Slike 1-5.** *Navicula* aff. *pseudoppugnata* Lange-Bertalot & Miho

**Slike 6-9.** *Navicula radiososa* Kützing

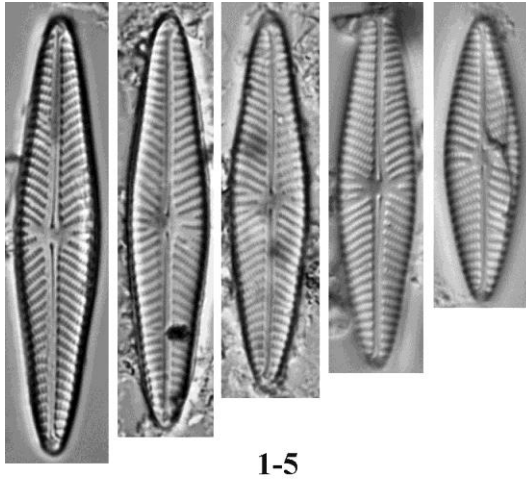
**Slike 10-15.** *Navicula recens* (Lan.-Bert.) Lange-Bertalot

**Slike 16-23.** *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot

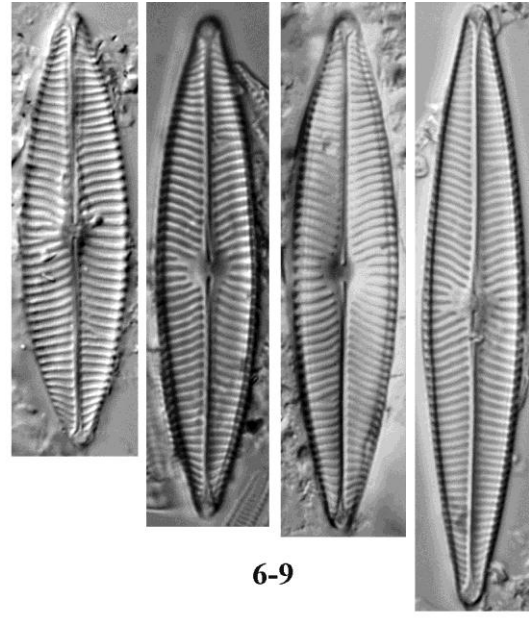
**Slike 24-29.** *Navicula reinhardtii* (Grun.) Grunow

Skala 10µm

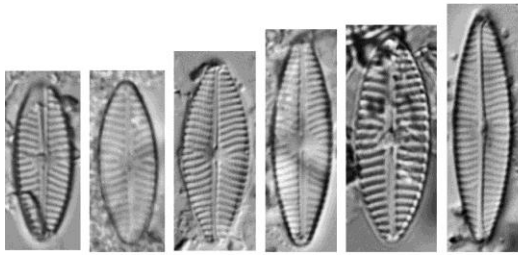




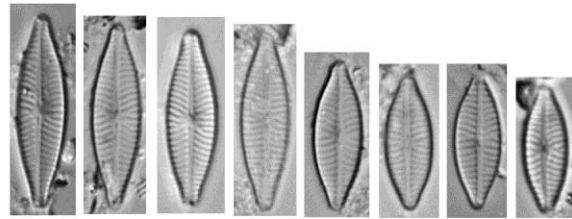
1-5



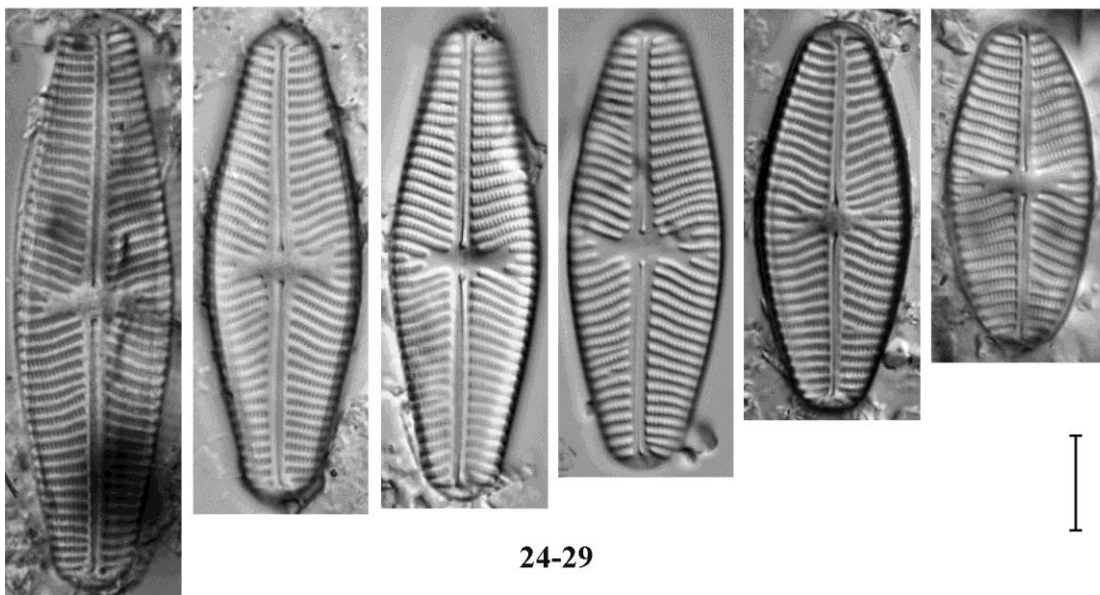
6-9



10-15



16-23



24-29



**TABLA 19**

x1600; sl. 1-2., 5-9., 38-39. x1000

**Slike 1-2.** *Navicula rhynchocephala* Kützing

**Slike 3-4.** *Navicula rostellata* Kützing

**Slike 5-6.** *Navicula salinarum* Grunow

**Slike 7-9.** *Navicula salinicola* Hustedt

**Slike 10-11.** *Navicula subalpina* E.Reichardt

**Slike 12-15.** *Navicula tenelloides* Hustedt

**Slike 16-20.** *Navicula tripunctata* (O.F.Müll.) Bory

**Slike 21-27.** *Navicula trivialis* Lange-Bertalot

**Slike 28-31.** *Navicula upsaliensis* (Grun.) Van Heurck

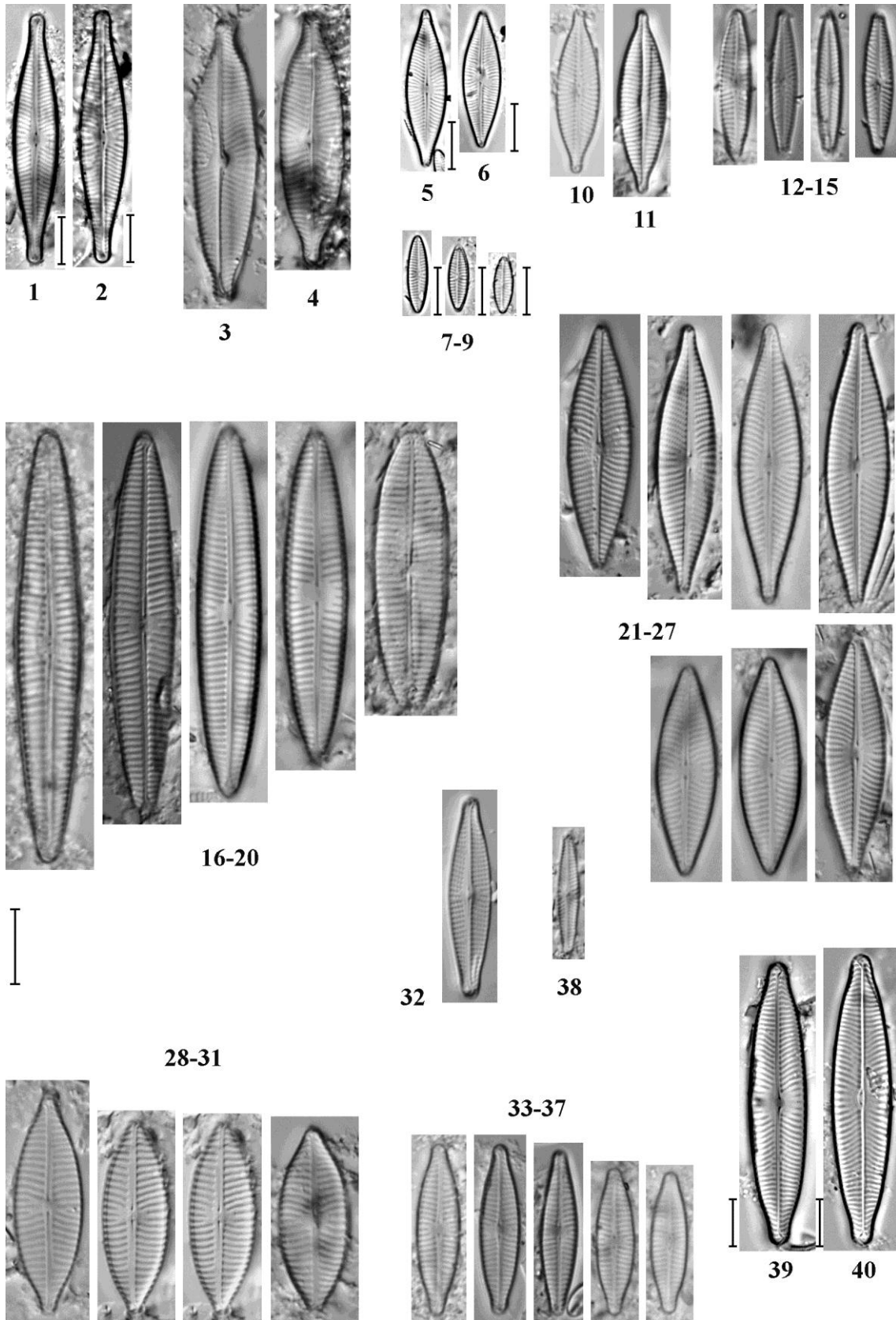
**Slika 32.** *Navicula vandamii* Schoeman & R.E.M.Archibald

**Slike 33-37.** *Navicula veneta* Kützing

**Slika 38.** *Navicula vilaplani* (Lan.-Bert. & Sab.) Lange-Bertalot & Sabater

**Slike 39-40.** *Navicula viridula* (Kütz.) Ehrenberg

Skala 10µm



**TABLA 20**

x1600; sl. 7., 10-11., 16., 33., 36-44., 54-60. x1000

**Slike 1-3.** *Neidiomorpha binodiformis* (Kram.) M.Cantonati et al.

**Slika 4.** *Neidiomorpha binodis* (Her.) M.Cantonati et al.

**Slika 5.** *Neidium dubium* (Ehr.) Cleve

**Slika 6.** *Neidium dubium* var. *cuneatum* Fontell

**Slika 7.** *Neidium hercynicum* Ant.Mayer

**Slike 8-9.** *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W.Smith

**Slike 10-11.** *Nitzschia acidoclinata* Lange-Bertalot

**Slike 12-15.** *Nitzschia alpina* Hustedt

**Slika 16.** *Nitzschia alpinobacillum* Lange-Bertalot

**Slike 17-21.** *Nitzschia amphibia* Grunow

**Slike 22-26.** *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot

**Slika 27.** *Nitzschia bacillum* Hustedt

**Slika 28.** *Nitzschia bergii* Cleve-Euler

**Slike 29-30.** *Nitzschia bryophila* (Hust.) Hustedt

**Slike 31-32.** *Nitzschia capitellata* Hustedt

**Slika 33.** *Nitzschia clausii* Hantzsch

**Slika 34.** *Nitzschia dealpina* Lange-Bertalot & G.Hofmann

**Slika 35.** *Nitzschia denticula* Grunow

**Slike 36-40.** *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Rabenhorst

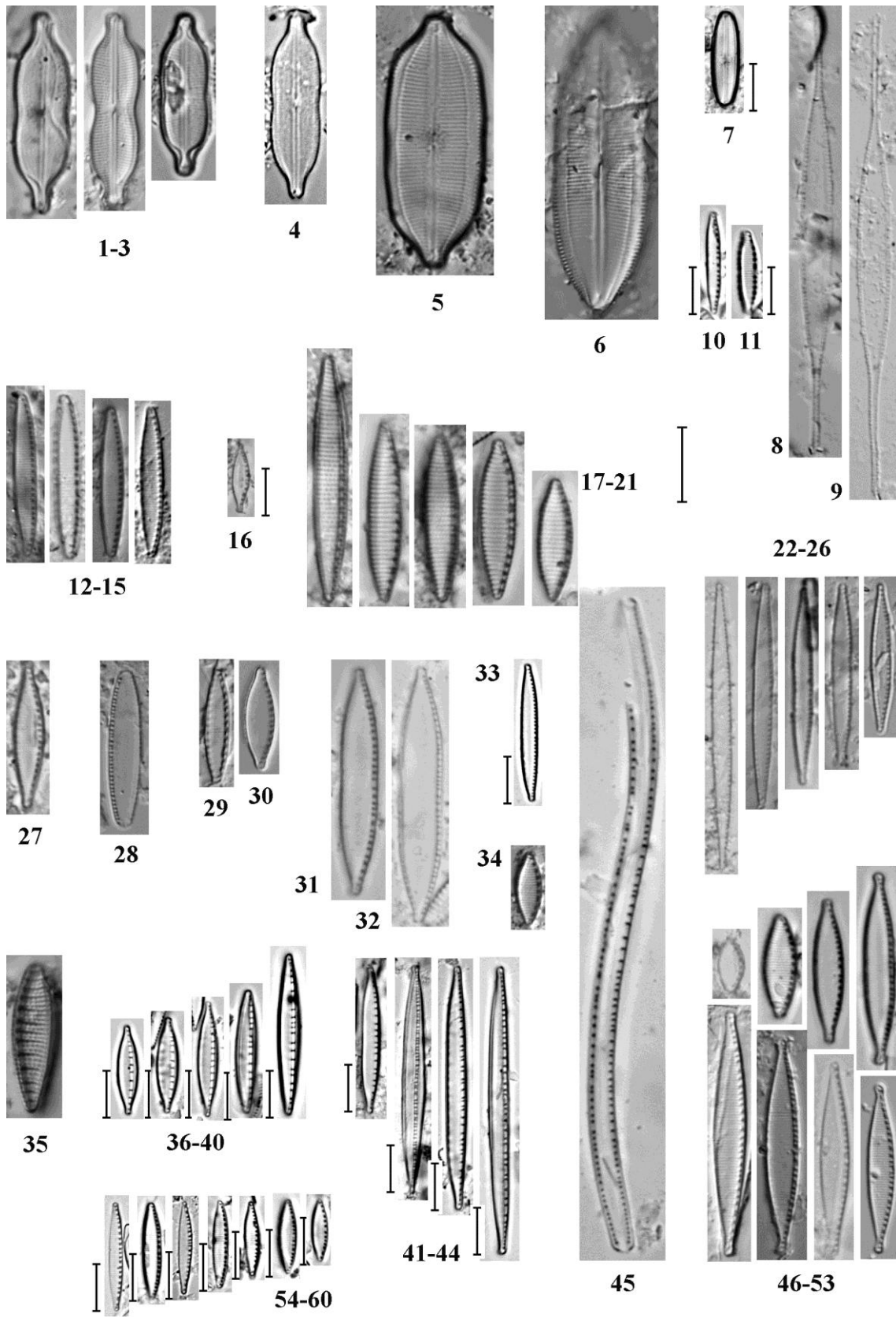
**Slike 41-44.** *Nitzschia dissipata* var. *media* (Hantz.) Grunow

**Slika 45.** *Nitzschia flexa* Schumann

**Slike 46-53.** *Nitzschia fonticola* (Grun.) Grunow

**Slike 54-60.** *Nitzschia frustulum* (Kütz.) Grunow

Skala 10µm



**TABLA 21**

x1600; sl. 4-10., 43-45., 47-53. x1000

**Slike 1-3.** *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst

**Slike 4-6.** *Nitzschia heufleriana* Grunow

**Slike 7-8.** *Nitzschia hamburgiensis* Lange-Bertalot

**Slike 9-10.** *Nitzschia inconspicua* Grunow

**Slike 11-13.** *Nitzschia intermedia* Hantzsch

**Slike 14-18.** *Nitzschia linearis* W.Smith

**Slika 19.** *Nitzschia lacuum* Lange-Bertalot

**Slika 20.** *Nitzschia microcephala* Grunow

**Slika 21.** *Nitzschia oligotrappenta* (Lan.-Bert.) Lange-Bertalot

**Slike 22-28.** *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Smith

**Slike 29-34.** *Nitzschia palea* var. *tenuirostris* Grunow

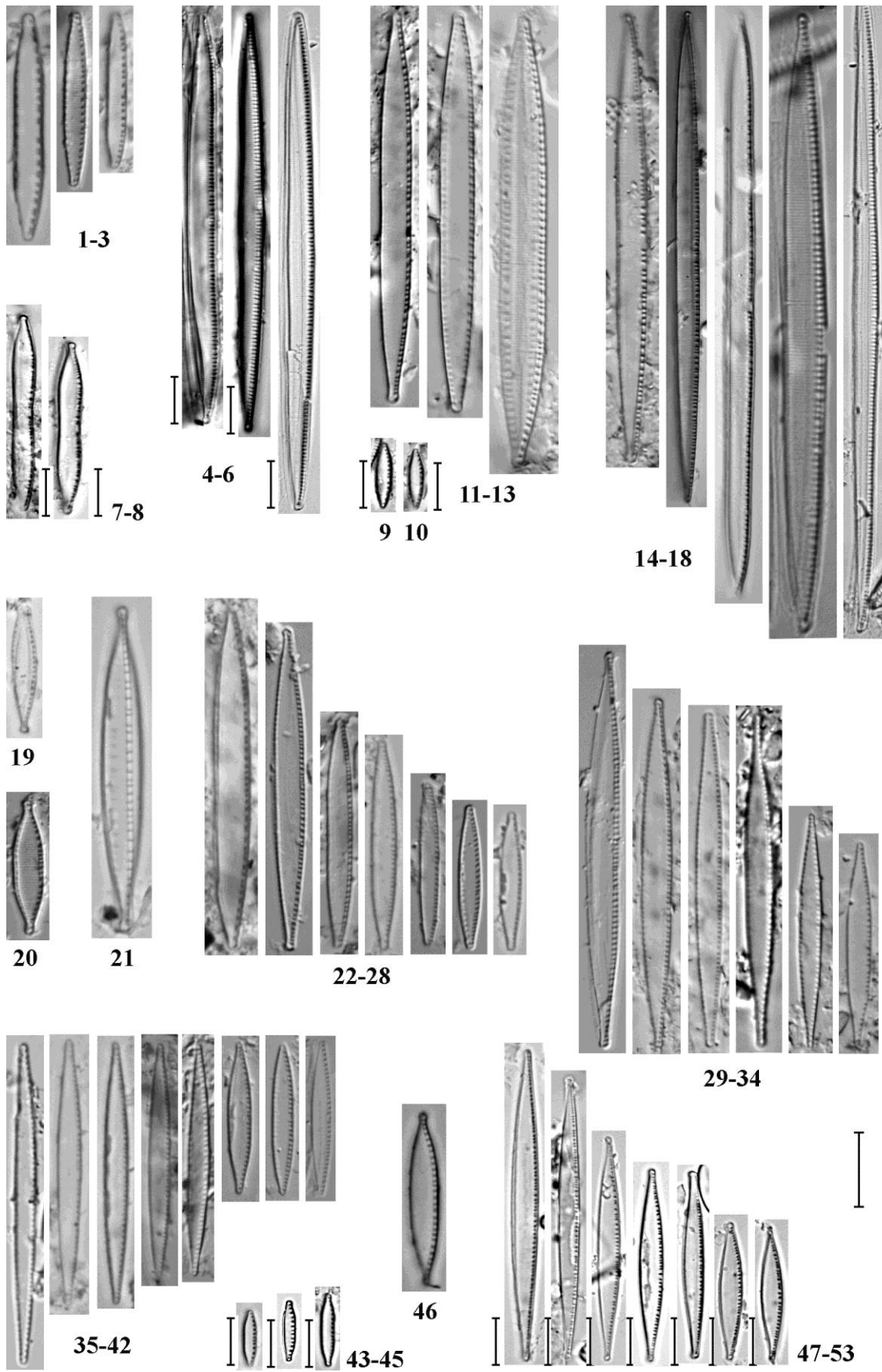
**Slike 35-42.** *Nitzschia paleacea* (Grun.) Grunow

**Slike 43-45.** *Nitzschia perminuta* (Grun.) M.Peragallo

**Slika 46.** *Nitzschia pseudofonticola* Hustedt

**Slike 47-53.** *Nitzschia pura* Hustedt

Skala 10µm



**TABLA 22**

x1600; sl. 30., 32-39., 40-42., 44-45. x1000

**Slike 1-4.** *Nitzschia pusilla* Grunow

**Slike 5-10.** *Nitzschia recta* Hantzsch ex Rabenhorst

**Slika 11.** *Nitzschia* aff. *scalpelliformis* Grunow

**Slika 12.** *Nitzschia sigma* (Kütz.) W.Smith

**Slike 13-18.** *Nitzschia sociabilis* Hustedt

**Slike 19-24.** *Nitzschia soratensis* Morales & Vis

**Slike 25-26.** *Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot

**Slike 27-28.** *Nitzschia vermicularioides* Lange-Bertalot & Rumrich

**Slika 29.** *Nitzschia sublinearis* Hustedt

**Slika 30.** *Nitzschia tenuis* W.Smith

**Slika 31.** *Nitzschia tubicola* Grunow

**Slike 32-34.** *Odontidium hyemale* (Roth) Kützing

**Slike 35-39.** *Odontidium mesodon* (Kütz.) Kützing

**Slika 40.** *Paraplaconeis placentula* (Ehr.) Kulikovskiy & Lange-Bertalot

**Slike 41-42.** *Pinnularia borealis* Ehrenberg

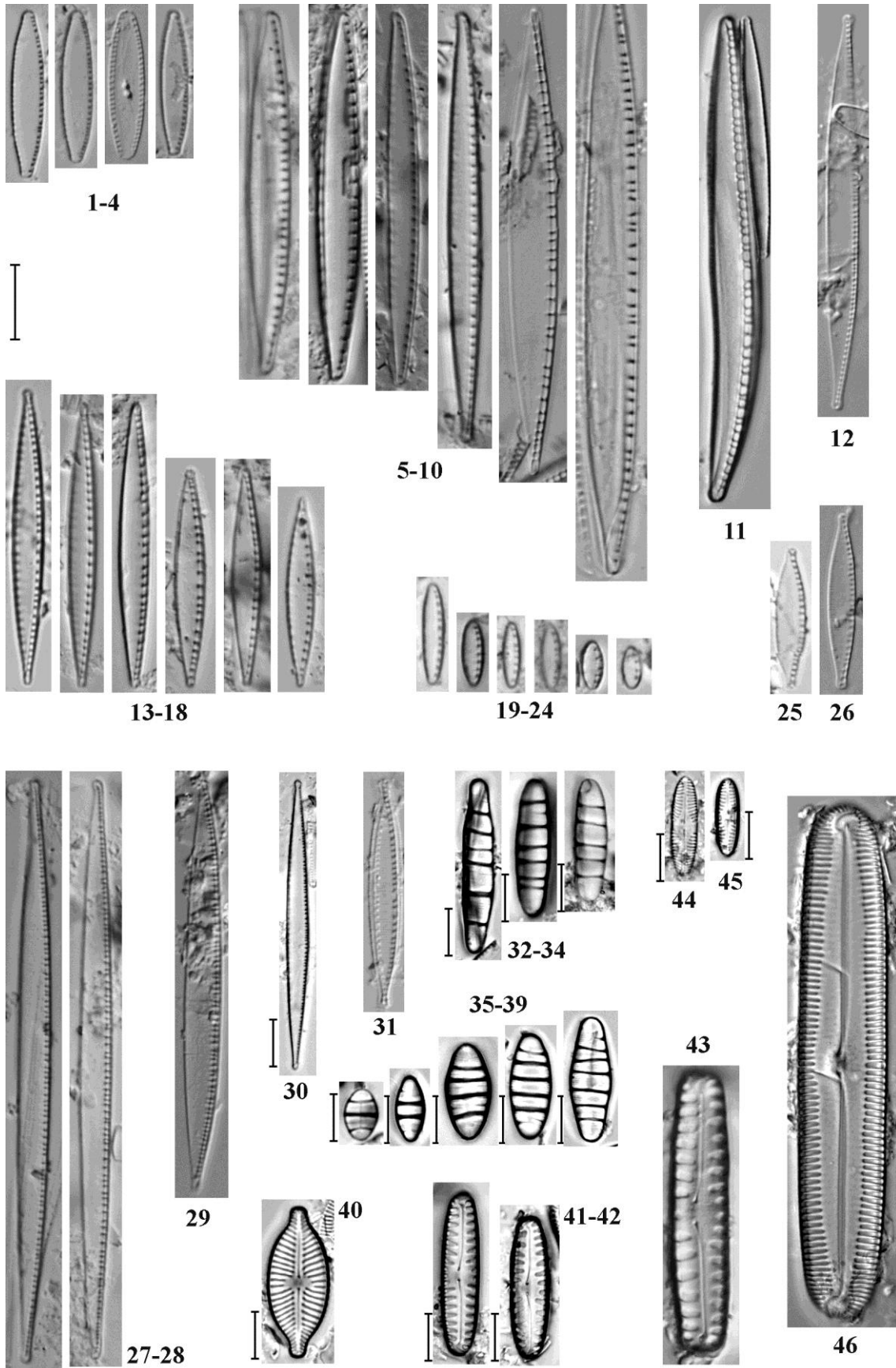
**Slika 43.** *Pinnularia borealis* var. *sublinearis* Krammer

**Slike 44-45.** *Pinnularia brebissonii* (Kütz.) Rabenhorst

**Slika 46.** *Pinnularia brevicostata* Cleve

Skala 10µm





**TABLA 23**

x1000; sl. 4-6., 12-13., 17., 19-20., 28-29. x1600; Skala 10µm

**Slika 1.** *Pinnularia grunowii* Krammer

**Slike 2-3.** *Pinnularia isselana* Krammer

**Slike 4-5.** *Pinnularia marchica* I.Schönfelder

**Slika 6.** *Pinnularia microstauron* (Her.) Cleve

**Slike 7-11.** *Pinnularia obscura* Krasske

**Slika 12.** *Pinnularia obscuriformis* Krammer

**Slika 13.** *Pinnularia persudetica* Krammer

**Slika 14.** *Pinnularia reichardtii* Krammer

**Slika 15.** *Pinnularia schoenfelderii* Krammer

**Slika 16.** *Pinnularia semicrucata* (Sch.) A.Cleve

**Slika 17.** *Pinnularia* sp. Ehrenberg

**Slika 18.** *Pinnularia stomatophora* var. *irregularis* Krammer

**Slika 19.** *Pinnularia subcommutata* Krammer

**Slika 20.** *Pinnularia subcommutata* var. *nonfasciata* Krammer

**Slike 21-22.** *Pinnularia subrupestris* Krammer

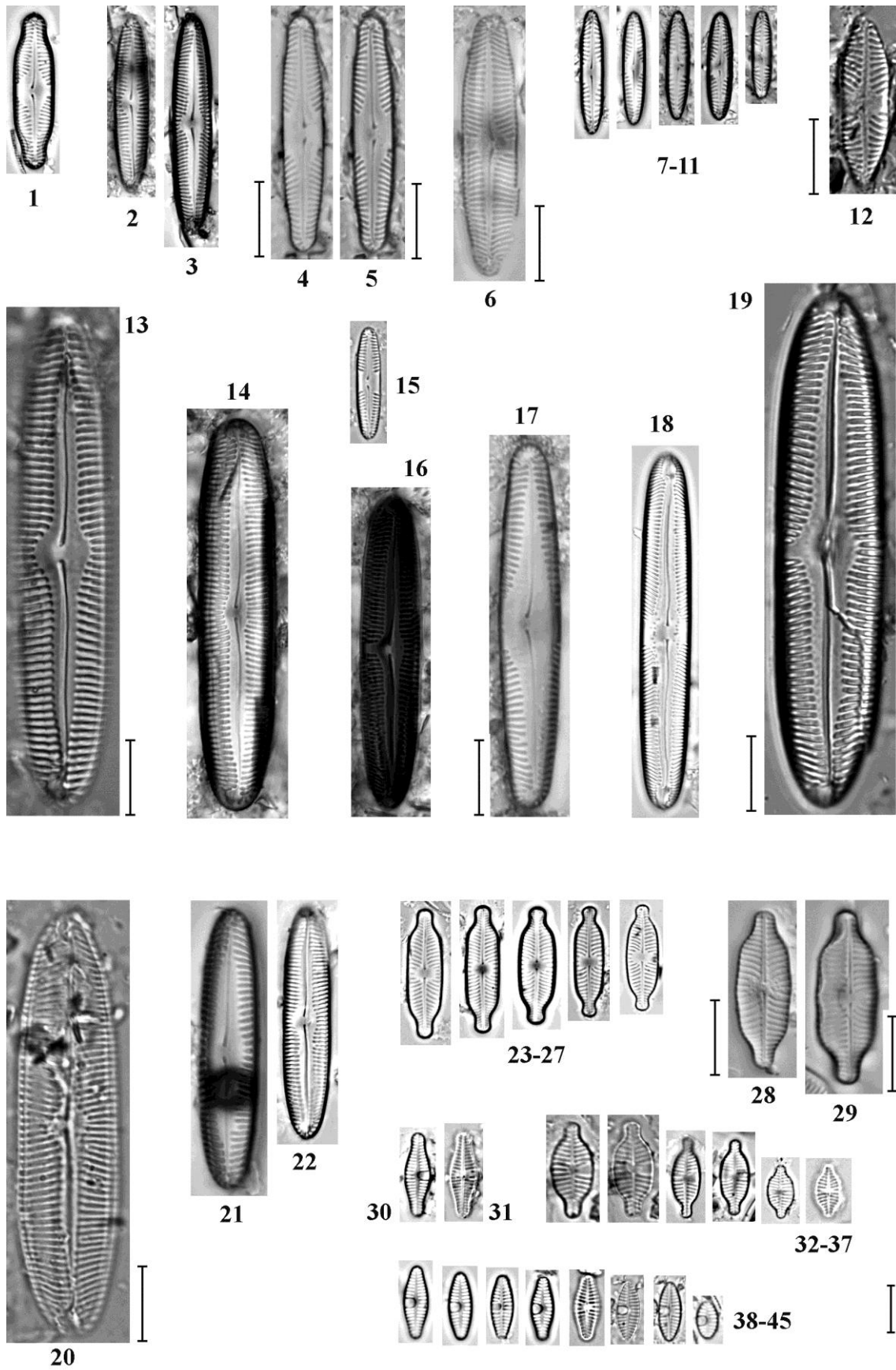
**Slike 23-27.** *Placoneis paraelginensis* Lange-Bertalot

**Slike 28-29.** *Placoneis undulata* (Øst.) Lange-Bertalot

**Slike 30-31.** *Planothidium biporomum* (M.H.Hohn & Hell.) Lange-Bertalot

**Slike 32-37.** *Planothidium dubium* (Grun.) Round & Bukhtiyarova

**Slike 38-45.** *Planothidium frequentissimum* (Lang.-Bert.) Lange-Bertalot



**TABLA 24**

x1600; sl. 1-17., 29-32., 62-67., 85. x1000

**Slike 1-9.** *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bertalot

**Slike 10-14.** *Psammothidium bioretii* (H.Germ.) Bukhtiyarova & Round

**Slike 15-17.** *Psammothidium daonense* (Lang.-Bert.) Lange-Bertalot

**Slike 18-22.** *Psammothidium grischunum* (Wuthr.) L.Bukhtiyarova & Round

**Slike 23-28.** *Psammothidium lauenburgianum* (Hust.) Bukhtiyarova & Round

**Slike 29-32.** *Psammothidium subatomoides* (Hust.) Bukhtiyarova & Round

**Slike 33-35.** *Pseudofallacia monoculata* (Hust.) Liu, Kociolek & Wang

**Slike 36-41.** *Pseudostaurosira parasitica* (W.Smith) E.Morales

**Slike 42-48.** *Reimeria sinuata* (W.Greg.) Kociolek & Stoermer

**Slike 49-61.** *Reimeria uniseriata* S.E.Sala et al.

**Slike 62-67.** *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agar.) Lange-Bertalot

**Slike 68-69.** *Rossithidium pusillum* (Grun.) Round & Bukhtiyarova

**Slika 70.** *Sellaphora bacillum* (Ehr.) D.G.Mann

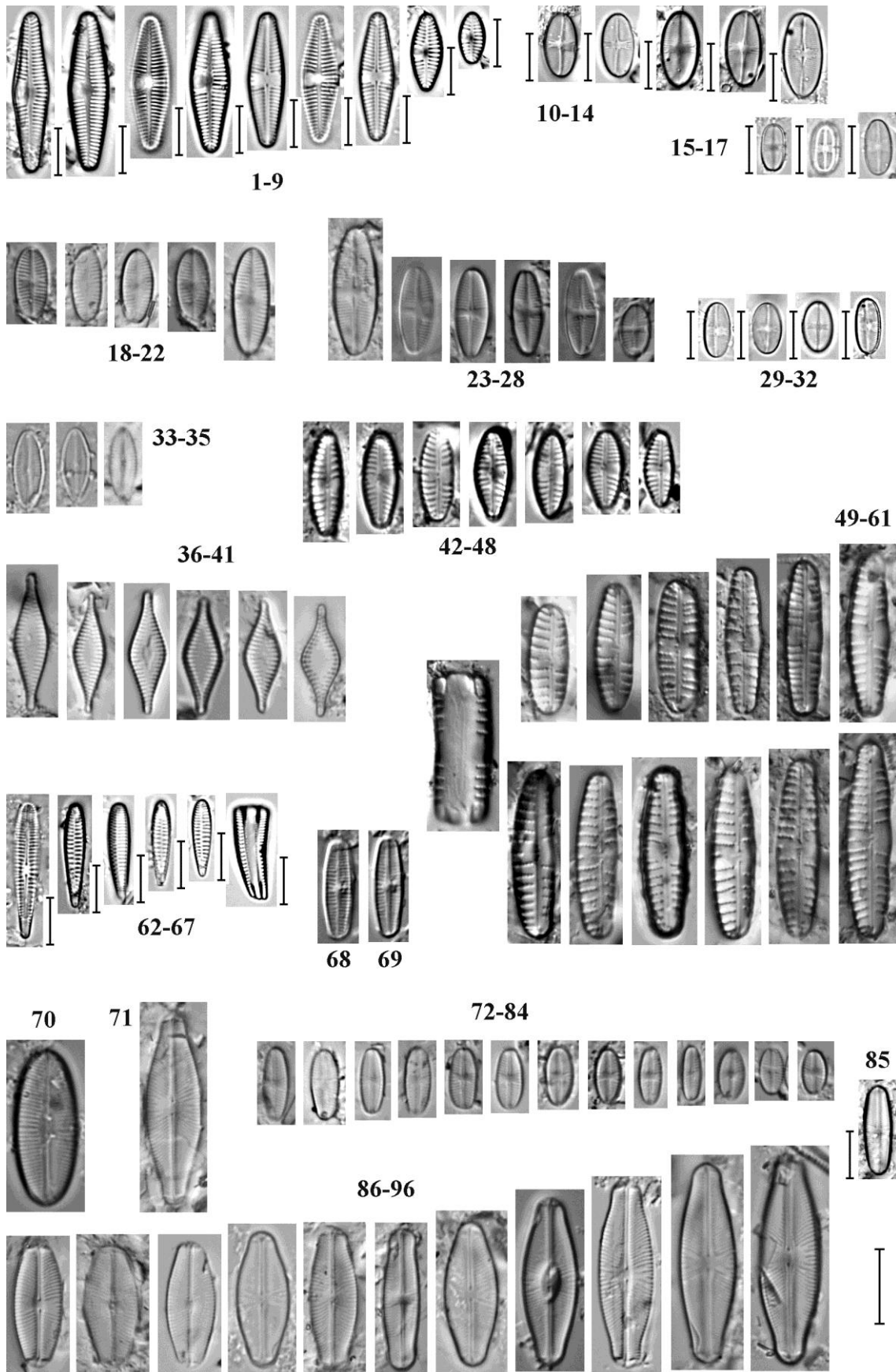
**Slika 71.** *Sellaphora mutatooides* Lange-Bertalot & Metzeltin

**Slike 72-84.** *Sellaphora nigri* (De Not.) C.E.Wetzel & L.Ector

**Slika 85.** *Sellaphora pseudopupula* (Kras.) Lange-Bertalot

**Slike 86-96.** *Sellaphora pupula* (Kütz.) Mereschkovsky

Skala 10µm



**TABLA 25**

x1600; sl. 1-4., 22. x1000

**Slike 1-4.** *Sellaphora saugerresii* (Desm.) Wetzel & Mann

**Slike 5-12.** *Sellaphora seminulum* (Grunow) D.G.Mann

**Slike 13-18.** *Simonsenia delognei* (Grun.) Lange-Bertalot

**Slike 19-21.** *Stauroneis gracilior* E.Reichardt

**Slika 22.** *Stauroneis agrestiformis* Van de Vijver & Lange-Bertalot

**Slika 23.** *Stauroneis kriegeri* R.M.Patrick

**Slika 24.** *Stauroneis* aff. *obtusa* Lagerstedt

**Slike 25-36.** *Stauroneis parathermicola* (J.B.Peter.) Lund

**Slike 37-38.** *Stauroneis phoenicenteron* (Nitz.) Ehrenberg

**Slika 39.** *Stauroneis reichardtii* Lange-Bertalot et al.

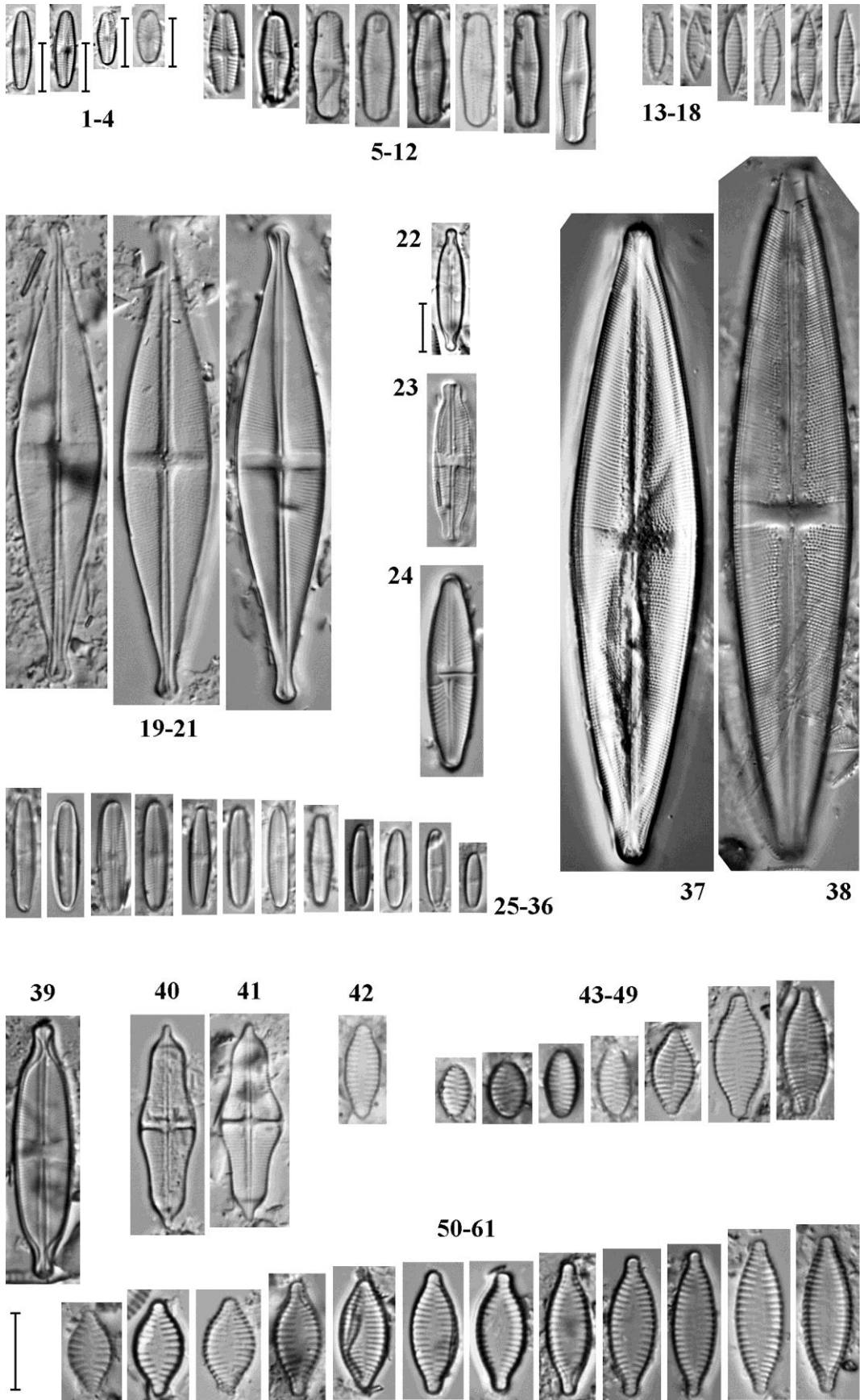
**Slike 40-41.** *Stauroneis smithii* Grunow

**Slika 42.** *Staurosira binodis* (Ehr.) Lange-Bertalot

**Slike 43-49.** *Staurosira venter* (Ehr.) Cleve & J.D.Möller

**Slike 50-61.** *Staurosira* aff. *venter* (Ehr.) Cleve & J.D.Möller

Skala 10µm



**TABLA 26**

x1600; sl. 28. x1000

**Slike 1-11.** *Staurosirella dubia* (Grun.) E.A.Morales & K.M.Manoylov

**Slike 12-16.** *Staurosirella martyi* (Hérib.-Jos.) E.A.Morales & K.M.Manoylov

**Slike 17-21.** *Staurosirella pinnata* (Ehr.) D.M.Williams & Round

**Slika 22.** *Surirella amphioxys* W.Smith

**Slike 23-26.** *Surirella angusta* Kützing

**Slika 27.** *Surirella birostrata* Hustedt ex Ant.Mayer

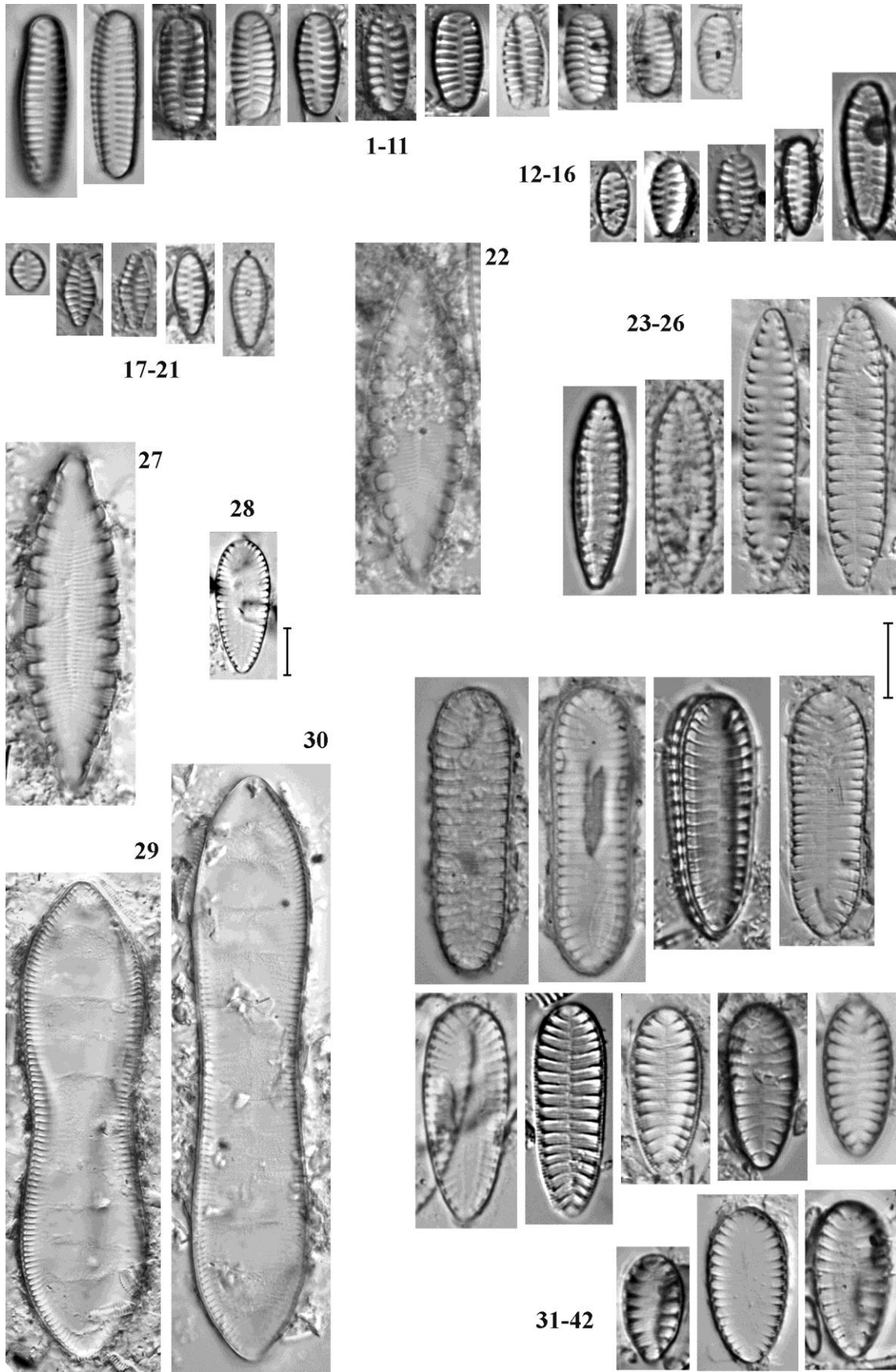
**Slika 28.** *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Krammer & Lange-Bertalot

**Slike 29-30.** *Surirella librile* (Ehrenberg) Ehrenberg

**Slike 31-42.** *Surirella minuta* Brébisson ex Kützing

Skala 10µm





**TABLA 27**

x1600

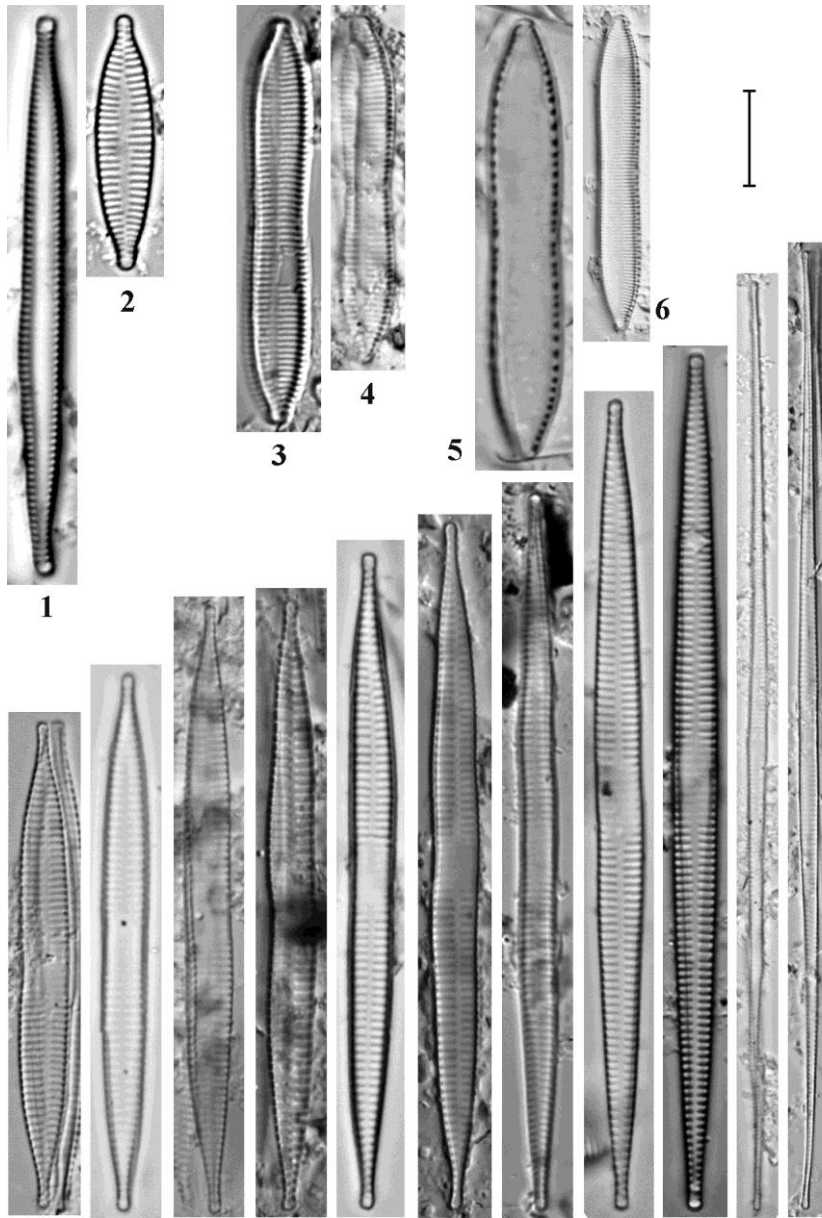
**Slike 1-2.** *Tabularia fasciculata* (C.Agar.) D.M.Williams & Round

**Slike 3-4.** *Tryblionella apiculata* W.Gregory

**Slike 5-6.** *Tryblionella hungarica* (Grun.) Frenguelli

**Slike 7-17.** *Ulnaria acus* (Kütz.) Aboal

Skala 10µm



7-17

**TABLA 28**

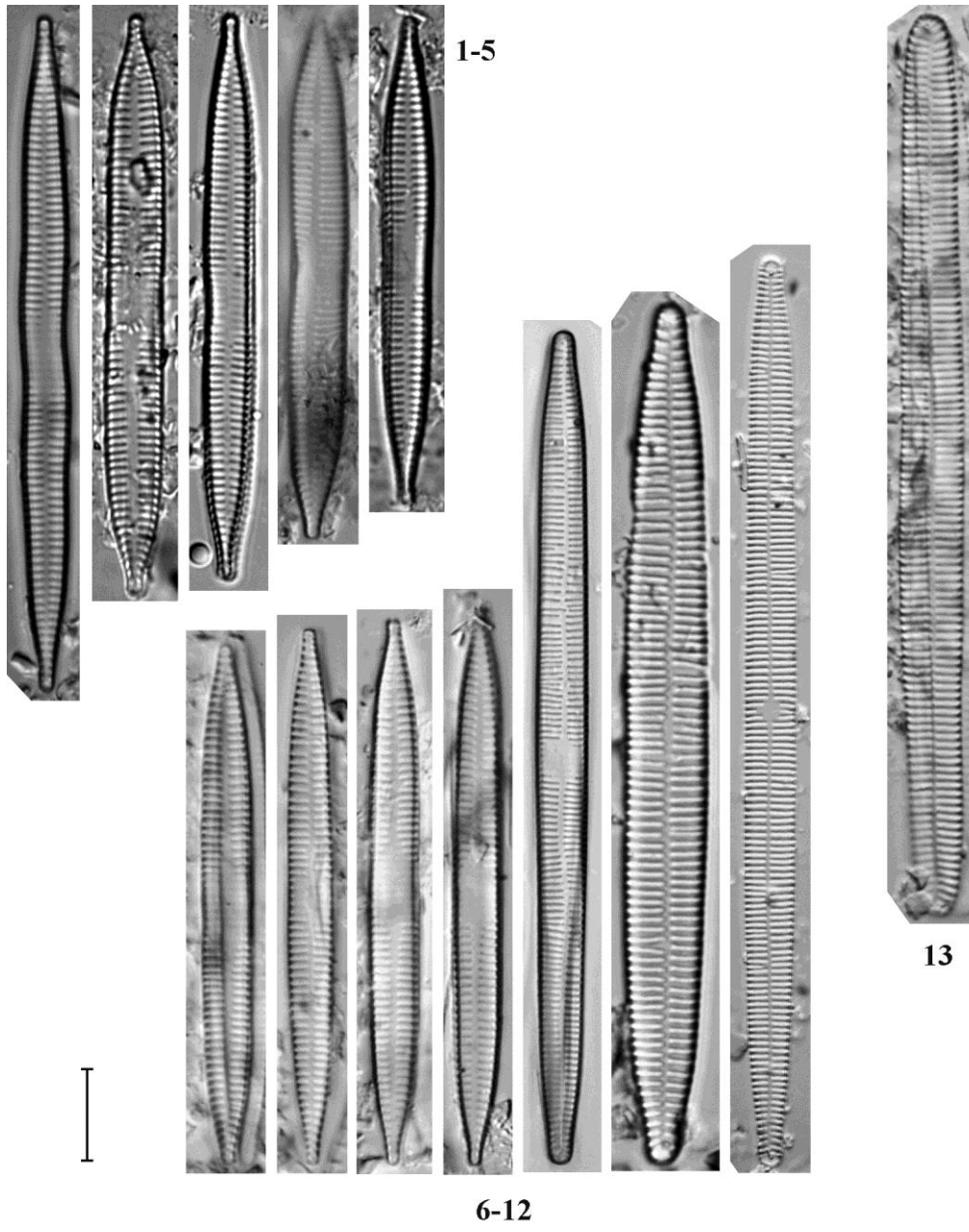
x1600

**Slike 1-5.** *Ulnaria contracta* (Østr.) E.A.Morales & M.L.Vis

**Slike 6-12.** *Ulnaria ulna* (Nitz.) Compère

**Slika 13.** *Ulnaria ulna* var. *aequalis* (Kütz.) Aboal

Skala 10µm



## BIOGRAFIJA AUTORA

Olga (Stevan) Jakovljević, rođena je 07.01.1989. godine u Tuzli, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu “Vera Blagojević” završila je 2003. godine u Banji Koviljači. „Četvrtu gimnaziju“ u Beogradu završila je sa odličnim uspehom 2007. godine. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Opšta biologija, upisuje 2007. godine, a 2010. godine završava osnovne akademske studije i upisuje master studije na modulu Biologija algi, koje završava 2012. godine sa prosečnom ocenom 9,72. Master rad pod nazivom: “Silikatne alge (*Bacillariophyta*) u bioindikaciji kvaliteta vode na primeru kanalske mreže DTD (Vojvodina, Srbija)” odbranila je sa ocenom 10 i time stekla zvanje master biolog.

Doktorske studije upisala je 2012. godine na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smeru Algologija. Od novembra 2013. godine je zaposlena na Katedri za algologiju, mikologiju i lihenologiju Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu kao istraživač-pripravnik na projektu „Merenje i modeliranje fizičkih, hemijskih, bioloških i morfodinamičkih parametara reka i vodnih akumulacija“, Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (TR 037009). U septembru 2016. godine je napredovala u zvanje Istraživač saradnik.

Rezultate dosadašnjih istraživanja objavila je u 22 bibliografske jedinice. Autor je 5 naučnih radova u časopisima međunarodnog značaja (M20), 12 radova u zbornicima međunarodnih naučnih skupova (M30), 1 rada u časopisu nacionalnog značaja (M50) i 4 rada u zbornicima skupova nacionalnog značaja (M60).

Od 2014. godine član je Srpskog biološkog društva i Srpskog društva za zaštitu voda.

# Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: **Олга С. Јаковљевић**

Број индекса: **Б3007/2012**

## Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

**Епилитске заједнице силикатних алги – сезонска динамика и процена еколошког статуса одабраних река источне и југоисточне Србије**

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# **Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора: **Олга С. Јаковљевић**

Број индекса: **Б3007/2012**

Студијски програм: **Биологија (Алгологија)**

Наслов рада: **Епилитске заједнице силикатних алги – сезонска динамика и процена еколошког статуса одабраних река источне и југоисточне Србије**

Ментор: **др Јелена Кризманић, ванредни професор**

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

### **Епилитске заједнице силикатних алги – сезонска динамика и процена еколошког статуса одабраних река источне и југоисточне Србије**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.  
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.