

UNIVERZITET U BEOGRADU
BIOLOŠKI FAKULTET

Danijela P. Vidaković

**BIOINDIKATORSKE KARAKTERISTIKE
EPILITSKIH SILIKATNIH ALGI I
PROCENA EKOLOŠKOG STATUSA
ODABRANIH REKA ZAPADNE I
CENTRALNE SRBIJE**

doktorska disertacija

Beograd, 2019.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF BIOLOGY

Danijela P. Vidaković

**BIOINDICATIVE CHARACTERISTICS
OF EPILITHIC DIATOMS AND
ECOLOGICAL STATUS ASSESSMENT
OF SELECTED RIVERS IN WESTERN
AND CENTRAL SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

Mentor:

Dr Jelena Krizmanić, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu - Biološki fakultet

Članovi komisije:

Dr Zlatko Levkov, redovni profesor,
Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij" u Skoplju – Prirodno-matematički fakultet

Dr Gordana Subakov Simić, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu - Biološki fakultet

Dr Miloš Ćirić, naučni saradnik,
Univerzitet u Beogradu - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Dr Dragana Đorđević, naučni savetnik,
Univerzitet u Beogradu - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

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. Zahvaljujem se svim koleginicama i kolegama na razumevanju i pomoći.

Posebnu zahvalnost dugujem svom mentoru, prof. dr Jeleni Krizmanić na pomoći, smernicama, diskusijama i neizmernoj podršci tokom proteklih šest godina. Mnogo toga smo prošle zajedno i da opet imam mogućnost da biram odabrala bih Vas za mentora. Mnogo sam naučila od Vas, a najviše sam Vam zahvalna što dozvoljavate da učimo i razvijamo se zajedno.

Veliku zahvalnost dugujem prof. dr Zlatku Levkovom na bezrezervnoj pomoći, sugestijama, kritikama i pruženim šansama da napredujem i razvijam se u taksonomiji. Čovek velikog srca!

Hvala dr Milošu Ćiriću na ogromnom strpljenju, "burnim" razgovorima, upornosti i istrajnosti da mi približi statistiku.

Prof. dr Gordani Subakov Simić veliko hvala na smernicama i savetima. Kroz diskusije ste me naveli da posmatram ekosistem iz drugog ugla i hvala Vam na tome.

Dr Dragani Đorđević hvala na pažljivom čitanju disertacije i komentarima koji su doprineli poboljšanju njenog kvaliteta.

Doc. dr Katarini Stojanović i prof. dr Ivani Živić želim da se zahvalim na sakupljenim uzorcima.

Doc. dr Sanji Šovran veliko hvala na pruženoj šansi da "uđem" u svet algi, kao i na svim razgovorima i savetima.

Dr Aleksandru Kneževiću hvala na podršci i gurmanskim užicima. Dr Olgi Jakovljević zahvalnost na jutarnjim kafama i razgovorima podrške. Svim mojim dragim kolegama i koleginicama, dr Nikoli Unkoviću, Željku Savkoviću, dr Milošu Stuparu, dr Dragani

Predojević, dr Slađani Popović, dr Ivani Trbojević, dr Jasmini Čilerdžić, Milici Petrović Đurić, prof. dr Milici Ljaljević Grbić hvala na smehu tokom pauza. Sa vama je bilo lakše!

Hvala i kolegici Ani Pantelić na ogromnom strpljenju i tolerisanju mojih “promena raspoloženja” tokom pisanja disertacije.

Dragim mojim prijateljima Dijani, Milanu, Miki, Stekiju, Mikavici dugujem beskrajnu zahvalnost što su uvek bili tu za mene i uz mene. Neke korake ne bih napravila bez vas!

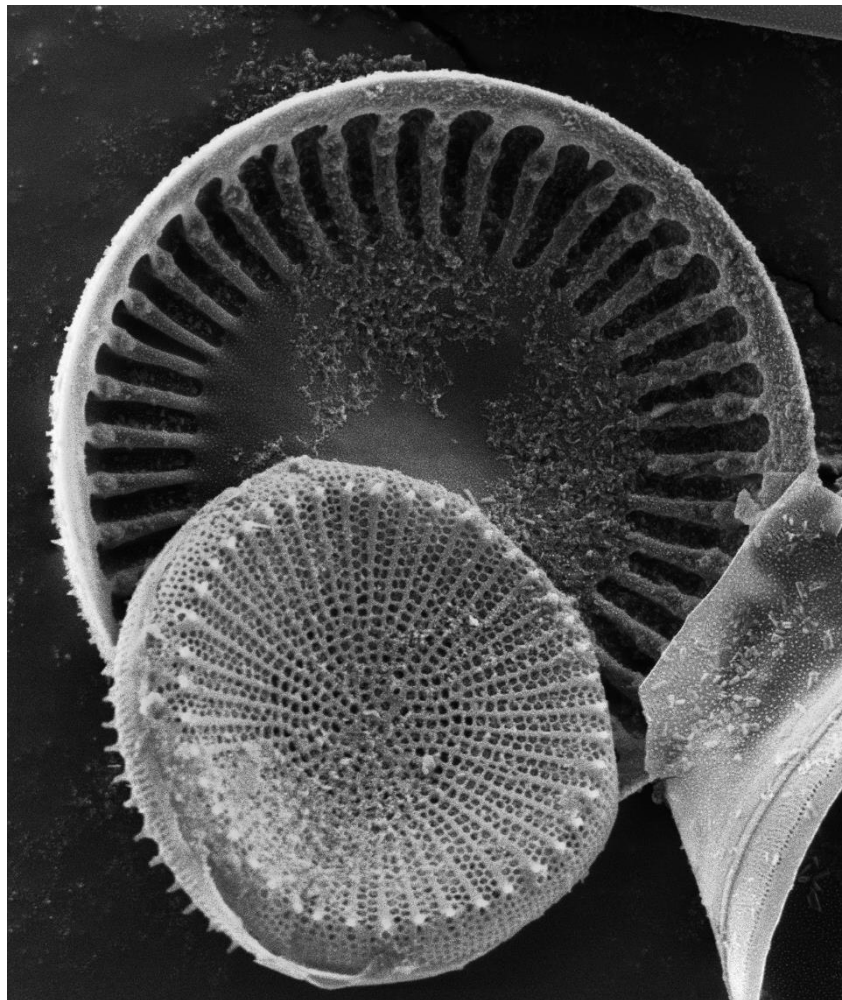
Ujacima, Branetu i Dadetu, ujnama Mici i Neni, deki i baki hvala na безусловnoj podršci i savetima. Hvala vam što ste mi omogućili da odrastam sa vama i što verujete u mene i moje odluke.

Disertaciju posvećujem mojim roditeljima, tati Predragu i mami Spomenki koji su me naučili pravim životnim vrednostima i da odustajanje nije opcija. Neizmerno vam hvala što ste verovali u mene, bez vas ovaj uspeh ne bi bio potpun!

Autor

*Show me your dream house and I'll show you the unbelievable
homes of diatoms. Where did we go wrong?*

Paul B. Hamilton



Bioindikatorske karakteristike epilitskih silikatnih algi i procena ekološkog statusa odabranih reka zapadne i centralne Srbije

Sažetak

Silikatne alge su opšte prihvaćene kao indikatori procene stanja i promena uslova u vodenim ekosistemima. Osobine koje ih čine odličnim indikatorima su mnogobrojne: globalna rasprostranjenost, naseljavanje različitih mikrostaništa, prisutnost tokom cele godine, kratko vreme generacije individualnih populacija, njihove dobro poznate ekološke valence, standardizovani načini uzorkovanja, pravljenja trajnih preparata i njihovog čuvanja, identifikacija do nivoa vrste i jasno definisan način procene brojnosti. Prvi program monitoringa ekološkog statusa površinskih voda u Republici Srbiji, koji je usklađen sa zahtevima Okvirne direktive o vodama (ODV) započet je 2012. godine.

Cilj ove doktorske disertacije je utvrđivanje diverziteta i sezonske dinamike epilitskih zajednica silikatnih algi, formiranje preliminarne liste bioindikatora epilitskih silikatnih algi, predlog potencijalnih korekcija odgovarajućih diatomnih indeksa za teritoriju Republike Srbije i procena ekološkog statusa odabranih reka zapadne i centralne Srbije.

Istraživanjem su obuhvaćene tri reke u zapadnoj Srbiji (Rača, Raška i Studenica) i jedna u centralnoj Srbiji (Rasina). Sakupljanje uzoraka je obavljeno šest puta u toku 2011. i 2012. godine, sa šest lokaliteta u rekama Rači, Rasini i Studenici, odnosno sa pet lokaliteta u reci Raški. Podaci neophodni za izračunavanje indikatorskih vrednosti silikatnih algi su dobijeni iz Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije.

Tokom istraživanog perioda najveći broj taksona u epilitskoj zajednici silikatnih algi je identifikovan u Rasini (251), zatim u Studenici (190), Rači (171), dok je u Raški zabeležen najmanji broj taksona (122). *Gomphonema*, *Navicula* i *Nitzschia* su dominantni rodovi u odnosu na broj taksona u svim istraživanim rekama.

Od ukupnog broja identifikovanih taksona 69 je po prvi put zabeleženo za teritoriju Srbije. Među njima, *Geissleria gereckeii*, *Navicula splendicula* i *Navicula moskalii* su taksoni koji su retko nalaženi u Evropi.

RDA analiza uticaja fizičko-hemijskih parametara na dominantne taksone pokazala je međuzavisnost nitrata i relativne brojnosti *Diatoma moniliformis*, *Gomphonema olivaceum* i vrsta roda *Cocconeis* (*C. lineta* i *C. pseudolineata*) u reci Rači,

a u Studenici uočena je međuzavisnost nitrata i *D. moniliformis* i *Gomphonema tergestinum*.

Prema Pravilniku Republike Srbije, a na osnovu rezultata fitobentosa, makroinvertebrata i fizičko-hemijskih rezultata, utvrđeno je da je ekološki status vode istraživanog toka reke Studenice dobar, Rače i Rasine umeren, a ekološki status reke Raške slab.

Na osnovu podatka Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije formirana je preliminarna lista indikatora silikatnih algi za Srbiju, koja obuhvata 80 taksona.

Kao potencijalni indeks za procenu trofije u tekućim vodama u Srbiji predložen je trofički dijametrični indeks (TID_{RS}).

Na osnovu naših rezultata predlaže se upotreba IPS indeksa, sa strožijim granicama klasa, i prilagođavanje novog trofičkog indeksa za procenu ekološkog statusa tekućih površinskih voda Srbije.

Ključne reči: epilitske silikatne alge, dijametrični indeksi, preliminarna lista indikatora, TID_{RS}, ekološki status, Rača, Rasina, Raška, Studenica

Naučna oblast: Biologija

Uža naučna oblast: Algologija i mikologija

UDK broj: 582.261.1:581.526.323:556.53:574.3:556.115:574.57:581.95(497.11-15+497.11-191.2)(043.3)

Bioindicative characteristics of epilithic diatoms and ecological status assessment of selected rivers in Western and Central Serbia

Abstract

Diatoms are generally accepted as indicators for ecological status assessment and conditions change in aquatic ecosystems. Features that make them excellent indicators are numerous: worldwide distribution, colonization of different microhabitats, presence throughout the year, short generation time, known autecological characteristics, standardized sampling methods, making the permanent slides, their storage, identification to the level of the species and a clearly defined method of estimating the valve number. According to the Water Framework Directive (WFD), the first program for the monitoring of the ecological status of surface waters in the Republic of Serbia, started in 2012.

The aim of this doctoral dissertation is determination of diversity and seasonal dynamics of epilithic diatoms, to form a preliminary list of epilithic diatom indicators, proposal of potential corrections of the appropriate diatom indices for the territory of the Republic of Serbia and ecological status assessment of selected rivers in Western and Central Serbia.

The investigation includes three rivers in Western Serbia (Rača, Raška and Studenica) and one in Central Serbia (Rasina). Sampling was carried out six times during 2011 and 2012, on six sites in the rivers Rača, Rasina and Studenica and five in the Raška River. The data necessary for calculating diatom indicator values were obtained from the Serbian Environmental Protection Agency.

During the investigated period, the highest number of taxa in the epilithic diatom community was recorded in the Rasina River (251), than in the Studenica River (190), the Rača River (171), while the smallest number of taxa was recorded in the Raška River (122). The most abundant genera were *Gomphonema*, *Navicula* and *Nitzschia*.

Of the total number of identified taxa 69 have been noted for the first time in Serbian diatom flora. Among them, *Geissleria gereckeii*, *Navicula splendicula* and *Navicula moskalii* are taxa rarely found in Europe, too.

The RDA analysis of the influence physico-chemical parameters on dominant taxa has shown interdependence of nitrates and abundance of *Diatoma moniliformis*, *Gomphonema olivaceum*, *Cocconeis lineata* and *C. pseudolineata* in the Rača River,

while in the Studenica River interdependence was observed between nitrates and abundance of *D. moniliformis* and *Gomphonema tergestinum*.

According to the legislation of the Republic of Serbia, and based on the results of phytobenthos, macroinvertebrates and physico-chemical results, ecological status of the water of the investigated part of the Studenica River is good, water of the Rača and Rasina rivers moderate and ecological status of the Raška River was bad.

Based on the data of the Serbian Environmental Protection Agency, a preliminary list of epilithic diatom indicators for Serbia was formed, and includes 80 taxa.

A trophic diatoms index (TID_{RS}) has been developed as a potential index for trophic assessment of running waters in Serbia.

Based on our results, it is proposed use the IPS index, with more stringent class boundaries, and calibrate the new trophic index for the ecological status assessment of the surface waters in Serbia.

Key words: epilithic diatoms, diatom indices, preliminary list of indicators, TID_{RS} , ecological status, Rača River, Rasina River, Raška River, Studenica River

Scientific field: Biology

Scientific subfield: Algology and Micology

UDK number: 582.261.1:581.526.323:556.53:574.3:556.115:574.57:581.95(497.11-15+497.11-191.2)(043.3)

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Opšte karakteristike silikatnih algi.....	1
1.2. Evolucija i klasifikacija.....	2
1.3. Ekologija.....	5
1.4. Značaj i upotreba.....	6
1.5. Dijatomni indeksi.....	9
1.5.1. Modeli razvijanja dijatomnih indeksa.....	14
1.5.2. Dijatomni indeksi u Srbiji.....	15
1.6. Dosadašnja istraživanja silikatnih algi u Srbiji sa posebnim osvrtom na ispitivane reke.....	16
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	19
3. MATERIJAL I METODE.....	20
3.1. Opšte karakteristike istraživanog područja.....	20
3.1.1. Reka Rača.....	20
3.1.2. Reka Rasina.....	22
3.1.3. Reka Raška.....	23
3.1.4. Reka Studenica.....	25
3.1.5. Tipologija istraživanih reka prema Službenom glasniku RS.....	27
3.2. Fizičko-hemijska analiza vode istraživanog područja.....	27
3.3. Obrada uzoraka epilitske zajednice silikatnih algi.....	29
3.4. Dijatomni indeksi i procena ekološkog statusa ispitivanih reka.....	31
3.5. Statistička analiza podataka.....	33
3.6. Izračunavanje indikatorskih vrednosti silikatnih algi i predlog trofičkog dijatomnog indeksa za Srbiju.....	34
4. REZULTATI.....	37
4.1. Floristički sastav epilitskih silikatnih algi na istraživanim lokalitetima.....	37
4.1.1. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Rače.....	37
4.1.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Rasine.....	44

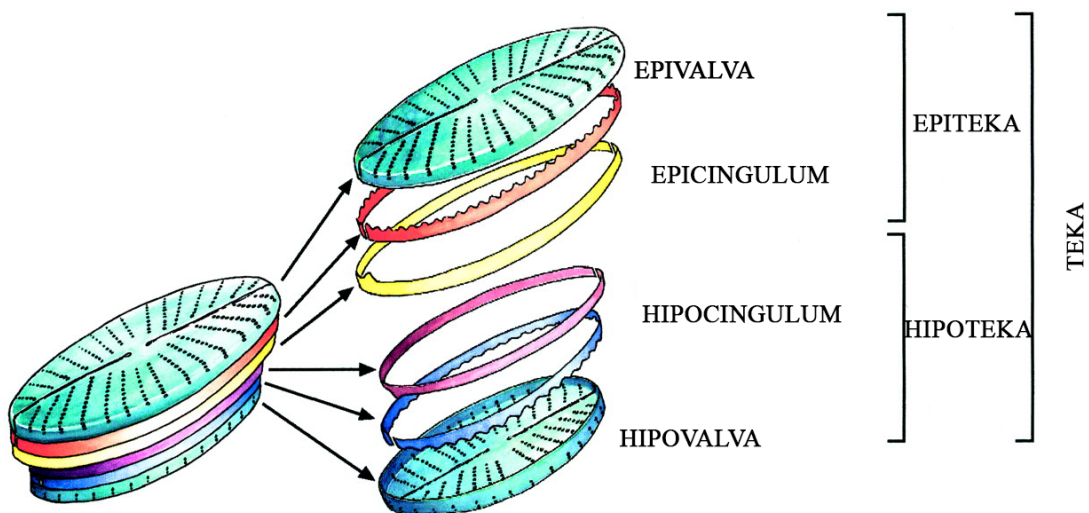
4.1.3. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Raške.....	52
4.1.4. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Studenice.....	58
4.1.5. Diverzitet silikatnih algi u istraživanim rekama.....	65
4.1.6. Novi taksoni silikatnih algi za floru Srbije.....	66
4.1.7. Poređenje istraživanih reka na osnovu zastupljenosti dominantnih taksona u epilitskoj zajednici silikatnih algi.....	89
4.2. Rezultati fizičko-hemijskih analiza vode istraživanog područja.....	90
4.2.1. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Rače....	90
4.2.2. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Rasine..	91
4.2.3. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Raške...91	
4.2.4. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Studenice.....	92
4.3. Odnos fizičko-hemijskih osobina vode i zajednice silikatnih algi u ispitivanim rekama primenom metoda multivarijacione analize.....	97
4.3.1. Reka Rača.....	97
4.3.2. Reka Rasina.....	99
4.3.3. Reka Raška.....	101
4.3.4. Reka Studenica.....	102
4.4. Procena ekološkog statusa istraživanih reka na osnovu epilitskih zajednica silikatnih algi.....	105
4.4.1. Ekološki status reke Rače.....	105
4.4.2. Ekološki status reke Rasine.....	108
4.4.3. Ekološki status reke Raške.....	110
4.4.4. Ekološki status reke Studenice.....	113
4.5. Predlog preliminarne liste indikatora epilitskih silikatnih algi i odgovarajućeg trofičkog dijatomnog indeksa za teritoriju Republike Srbije.....	116
4.5.1. Preliminarna lista indikatora epilitskih silikatnih algi.....	116
4.5.2. Trofički dijatomni indeks - TID _{RS}	119
5. DISKUSIJA.....	121
6. ZAKLJUČCI.....	134

7. LITERATURA.....	136
8. PRILOG 1.....	159
9. PRILOG 2.....	162
BIOGRAFIJA AUTORA.....	323

1. UVOD

1.1. Opšte karakteristike silikatnih algi

Silikatne alge su jedna od najuspešnijih grupa fotosintetskih, eukariotskih mikroorganizama današnjice, koji kolonizuju različita mikrostaništa u vodenim ekosistemima, a mogu se pronaći i van vode, u/na zemljištu, kori drveta ili u simbiozi sa drugim organizmima (Round i sar. 1990; Spaulding i Edlund 2008). Ono što ih izdvaja od drugih organizama je proziran ćelijski zid prožet silicijum dioksidom hidratizovanim sa malom količinom vode (eng. *frustule* ili teka od gr. *theke*) (Round i sar. 1990). Građa silifikovanog ćelijskog zida (Slika 1), specifična ornamentika na njemu, kao i način razmnožavanja, samo su neke karakteristike koje ove organizme izdvajaju od ostalih algi. Poseduju jednoćelijski tip talusa ili se jedinice udružuju u jednostvane monomorfne kolonije različitog oblika (trakastog, cik-cik, zvezdastog, lepezastog).

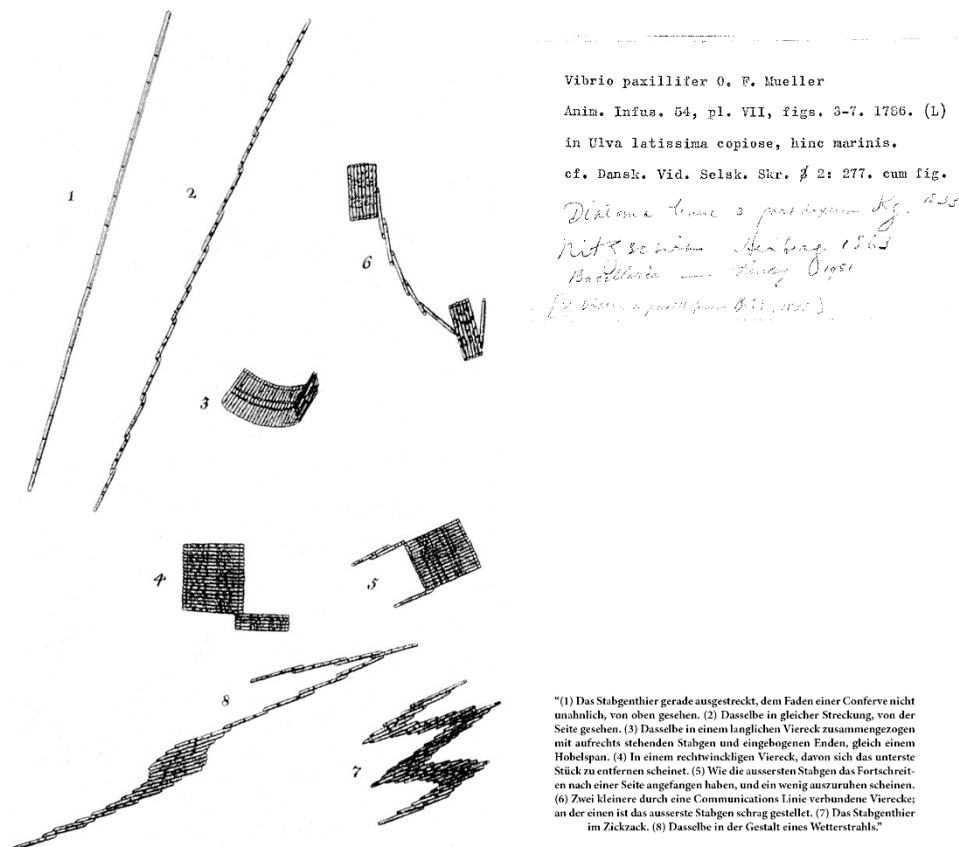


Slika 1. Građa teke silikatnih algi (<http://www.plantphysiol.org/content/127/4/1339>)

1.2. Evolucija i klasifikacija

Silikatne alge su veoma mlada grupa organizama. Fosilni ostaci datiraju od pre oko 185 miliona godina, iz perioda jure. Smatra se da su se prvo pojavili morski predstavnici radijalne simetrije i to najverovatnije pre oko 200 miliona godina (Medlin i Kaczmarska 2004).

U svom izlaganju u Danskoj akademiji nauka 1781. godine danski prirodnjak O.F. Müller spominje prvu otkrivenu silikatnu algu, kojoj će kasnije dati ime *Vibrio paxillifer*. Godinu dana kasnije, 1782. godine, publikuje crtež sa opisom ove alge i dodeljuje joj ime „Stäbgenthier“, da bi je tek 1786. godine nazvao *Vibrio paxillifer* (Jahn i Schmid 2007). Na Slici 2 dat je Müller-ov crtež iz 1782. godine sa originalnim opisom.



Slika 2. Originalni Müller-ov crtež iz 1782. godine i identifikaciona kartica iz 1786. godine *Vibrio paxillifer* (Jahn i Schmid 2007, <http://ucjeps.berkeley.edu/cgi-bin/porp CGI.pl?665220>)

Zbog građe vegetativne ćelije, koja je po svojim karakteristikama tipična biljna ćelija, silikatne alge su od 1844. godine klasifikuju kao biljke (Round i sar. 1990). Novija istraživanja, pre svega filogenetička, živi svet kalsifikuju u 7 carstva, a silikatne alge su svrstane u sedmo carstvo, carstvo Chromista (Ruggiero i sar 2015). Klasifikacija silikatnih algi je prvobitno bazirana samo na osnovu simetrije valve. Na Slici 3 je dat pregled pet klasifikacija u periodu od 1930. do 1979. godine.

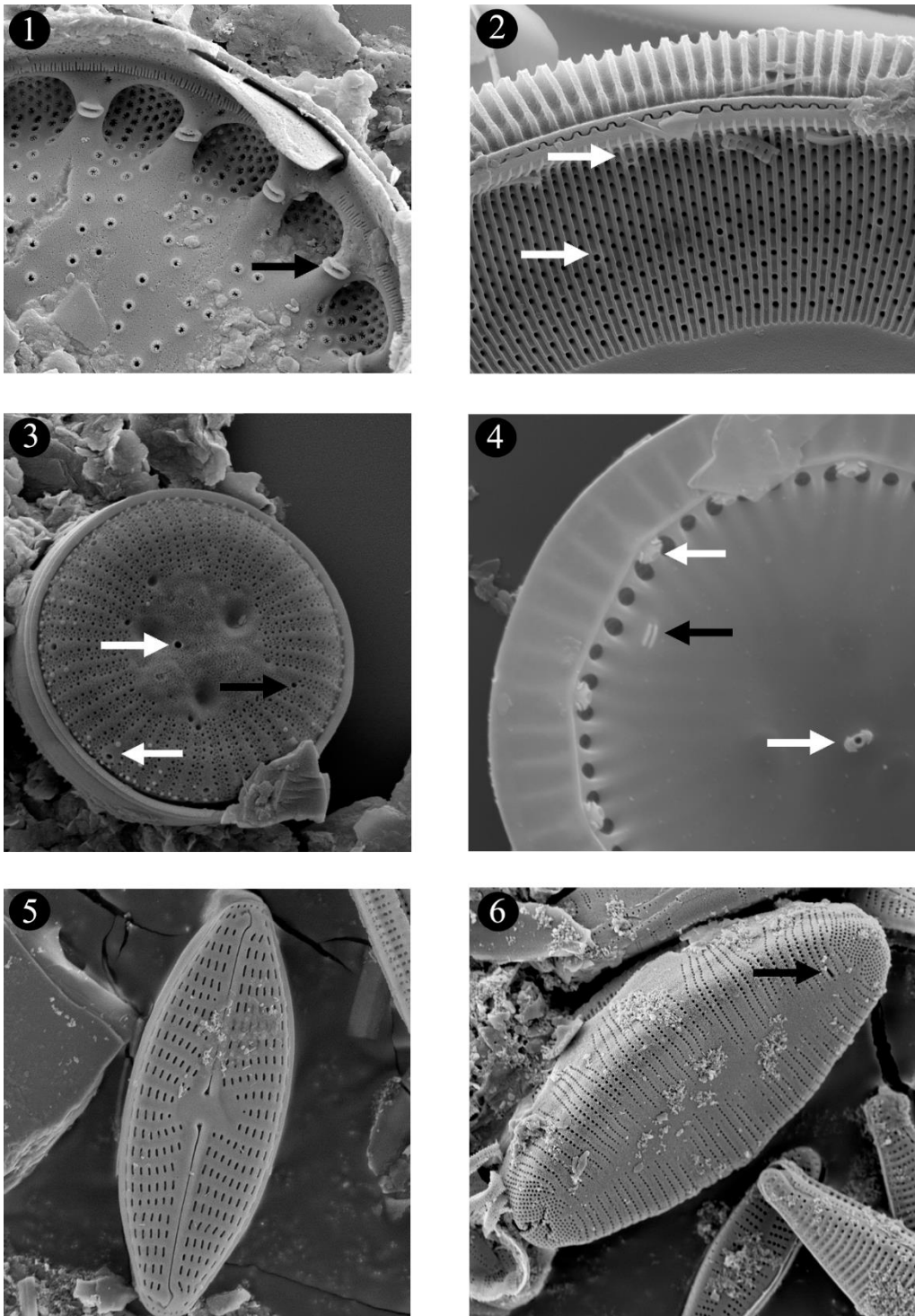
Hustedt (1930a)	Hendey (1937)	Hendey (1964)	Patrick and Reimer (1966)	Simonsen (1979)
Centrales				Centrales
	Suborders		[Orders] Eupodiscales	
Discineae	Discineae	Coscinodiscineae		Coscinodiscineae
	Aulacodiscineae	Aulacodiscineae		
	Auliscineae	Auliscineae		
Biddulphineae	Biddulphineae	Biddulphineae	Biddulphiales	Biddulphineae
Soleniineae	Soleniineae	Rhizosoleniineae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniineae
[Rutilarioideae]				
Pennales				Pennales
Araphidineae	Araphidineae	Fragilariineae	Fragilariales	Araphidineae
Raphidioidineae	Raphidioidineae	Eunotiineae	Eunotiales	Raphidioidineae
Monoraphidineae	Monoraphidineae	Achnanthineae	Achnanthiales	
Biraphidineae	Biraphidineae	Naviculaeae	Naviculales	
	Surirellineae	Surirellineae		

Slika 3. Pregled pet klasifikacija u periodu od 1930. do 1979. godine (Williams i Kociolek 2011)

Round i saradnici (1990) su pripadnike razdela Bacillariophyta klasifikovali u tri klase, koristeći kao kriterijum simetriju valve i prisustvo, tj. odsustvo, lokomotorne strukture rafe:

- Coscinodiscophyceae (radijalno simetrične valve, bez rafe)
- Fragilariophyceae (bilateralno simetrične valve, bez rafe) i
- Bacillariophyceae (bilateralno simetrične valve, sa rafom).

Ovaj vid klasifikacije je dugi niz godina bio prihvaćen od strane većine naučnika sve do intenzivnije upotrebe molekularnih metoda u sistematici, koje su dovele do revizije ovog koncepta. Kombinovanjem morfoloških karakteristika sa podacima dobijenim molekularnim analizama, Medlin i Kaczmarska (2004) su razdvojile alge razdela Bacillariophyta u dva podrazdela: Coscinodiscophytina i Bacillariophytina. Predstavnici



Slika 4. 1 Fosilna silikatna alga - klasa Coscinodiscophyceae; 2 *Ellerbeckia arenaria* - klasa Coscinodiscophyceae; 3 i 4 *Pantocsekiella ocellata* (spoljašnja i unutrašnja strana valve) - klasa Mediophyceae; 5 *Navicula moskali* (silikatna alga sa rafom) - klasa Bacillariophyceae; 6 *Odonthidium mesodon* (silikatna alga bez rafe) - klasa Bacillariophyceae. Crnom strelicom označena je rimoportula, belom fultoportula.

podrazdela *Coscinodiscophytina* imaju radijalno simetrične valve, sa rimoportulama i/ili fultoportulama periferno lokalizovanim na valvi i pripadaju klasi **Coscinodiscophyceae** simetrije, sa rimoportulama i/ili fultoportulama centralno lokalizovanim na valvi ili u okviru prstena, Slika 4, 3 i 4) i klasu **Bacillariophyceae** (valve bilateralne simetrije sa/bez rafe, bez fultoportule, Slika 4, 5 i 6).

Prema podacima iz Algaebase (Guiry i Guiry 2018) do sada je opisano 15 129 vrsta silikatnih algi raspoređenih u više od 200 rodova. Procenjuje se da na Zemlji postoji više od 200 000 vrsta ove grupe algi koje čekaju da budu otkrivene i opisane (Guiry 2012). Primena svetlosnog mikroskopa sa visokom rezolucijom, skening elektronske mikroskopije i molekularnih analiza su samo neki od razloga opisivanja sve većeg broja taksona slikatnih algi novih za nauku. U poslednjih nekoliko godina najveći broj novoopisanih vrsta je iz geoloških starih jezera (npr. Ohridsko jezero - Levkov i sar. 2007; Levkov i Williams 2012, Bajkalsko jezero - Kulikovskiy i sar. 2012, 2015) i sa ostrva (npr. Madagaskar - Metzeltin i Lange-Bertalot 2002).

1.3. Ekologija

Silikatne alge su kosmopolitski organizmi koji naseljavaju različite vodene, ali i terestrične ekosisteme. Mogu živeti u slobodnom delu vode u planktonskoj zajednici, ili pri dnu nekog vodenog ekosistema kao bentosne alge. U bentosu se nalaze na različitim podlogama, kao što su pesak, kamen, mulj, biljke, potopljeni predmeti u vodi, itd. U zavisnosti od tipa podloge obrazuju različite zajednice: epilitna (na kamenu), epipelna (na mulju), epipsamna (na pesku), epifitna (na makrofitama), epizoična (na životinjama) (Bellinger i Sigeo 2010). Takođe, mogu se naći i u drugim organizmima, kao endosimbionti u cijanobakterijama, foraminiferama, pljosnatim crvima, dok neke silikatne alge, npr. *Epithemia* sp., mogu biti domaćini za druge mikroorganizme (npr. cijanobakterije) (Janson 2002). Neke vrste podnose ekstremne uslove životne sredine, pa se mogu naći u termalnim vodama na temperaturi između 30 °C i 40 °C, kao npr. *Staurosirella lapponica*, *Frustulia rhomboides*, *Navicula tenelloides* (Owen i sar. 2008). *Nitzschia curta*, *N. cylindrus* i *N. neglecta* su zabeležene na intenzivo osvetljenim površinama, kao što su sneg i led (Ligowski i sar. 1992), dok su vrste roda *Diadlesmis* dominantne na površinskom sloju zemljišta (Van de Vijver i sar 2002). Neke silikatne

alge naseljavaju i staništa sa smanjenim intenzitetom i promenjenim kvalitativnim sastavom svetla (na većim dubinama u vodenim ekosistemima, u zemljištu i stenama, u pećinama). *Mayamaea cavernicola* i *Sellaphora barae* su otkrivene u pećinama formiranim od vulkanskih stena (Van De Vijver i Cox 2013). Vrste najčešće nalažene u pećinama i sa najvećom abudancom su: *Hantzschia amphioxys*, *Diadasmus contenta*, *Orthoseira roeseana*, *Luticola nivalis*, *Pinnularia borealis*, *Diadasmus biceps* i *Luticola mutica* (Falasco i sar. 2014). Da silikatne alge poseduju široke ekološke valence u odnosu na brojne fizičko-hemijske parametre i biološke faktore životne sredine, potvrđuju njihovi nalazi u izrazito kiselim (npr. *Eunotia exigua*, *Nitzschia subcapitellata*) do izrazito baznim sredinama, zatim u vodi koja sadrži ekstremno male količine mineralnih ili organskih materija (npr. u tresavama vrste roda *Eunotia* i *Pinnularia*), ali i u vodi veoma bogatoj organskim materijama (npr. u slatinama *Craticula halopannonica*) (Round i sar. 1990; Lange-Bertalot i Steindorf 1996; DeNicola 2000; Lange-Bertalot 2001, Buczkó i Wojtal 2005).

Iako mnoge vrste silikatnih algi imaju globalno rasprostranjenje, zabeležen je i veliki broj endemičnih vrsta širom sveta i to uglavnom iz geološki starih tektonskih jezera, npr. Bajkalsko jezero (Skvortzow 1937; Kulikovskiy i sar. 2012, 2015), Ohridsko jezero (Jurilj 1954; Levkov i sar. 2007; Levkov i Williams 2012), jezero Tanganjika (Cocquyt 1998).

1.4. Značaj i upotreba

Primarna produkcija. Silikatne alge imaju globalni značaj kao proizvođači 20-25% od ukupne količine fiksiranog ugljenika i atmosferskog kiseonika (Mann 1999). Kao važan deo bentosa, imaju veliki udeo u primarnoj produkciji ove zajednice. U potocima, u uslovima duboke senke, gde drugi fotosintetski organizmi teško opstaju, one su glavni primarni producenti i osnova svih lanaca ishrane u ovim ekosistemima. Osim uloge u primarnoj produkciji bentosne alge potoka imaju i druge važne uloge, npr. akumulacija neorganske i nestabilne organske supstance iz vode, čime potpomažu samoprečišćavanje vode (Bellinger i Sigeo 2010).

Fikotoksini. Neke morske vrste rodova *Nitzschia*, *Pseudonitzschia* i *Diatoma* proizvode fikotoksin poznat kao domoična kiselina. Ovaj toksin pripada grupi

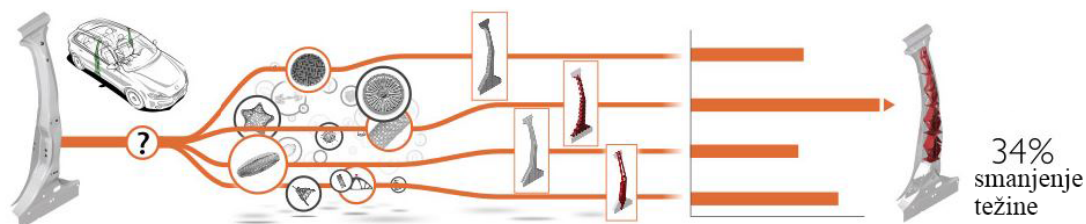
neurotoksina i kod čoveka može dovesti do trajne amnezije (Bates i sar. 1989; Rue i Bruland 2001).

Invazivne vrste. Didymosphenia geminata, jednoćelijska silikatna alga, smatra se invazivnom vrstom u nekim slatkovodnim ekosistemima Evrope, Severne Amerike i Novog Zelanda. Njeno masovno razviće dovodi do prekrivanja kompletnog dna tekućica, što negativno utiče na sve nivoe trofičke piramide (Kilroy i sar. 2009).

Forenzika. Kao široko rasprostranjena grupa organizama u svim akvatičnim ekosistemima našle su primenu u forenzici. Najčešće se koriste u cilju utvrđivanja smrti prouzorkovane davljenjem. Naime, kada se neko udavi voda ulazi u pluća, a zatim kroz alveole odlazi u druge organe, kao što su jetra i srce. Mikroskopske čestice u vodi, uključujući i silikatne alge, prelaze u krv. Utvrđivanje prisustva silikatnih algi u organima davljenika doprinosi dijagnozi smrti i taj test je poznat kao „test diatom“ (Pollanen 1998; Krstić i sar. 2002; Levkov i sar. 2017).

Nanotehnologija i arhitektura. Različita istraživanja su pokazala da je silifikovani ćelijski zid silikatnih algi veoma otporan na mehanički pritisak. Recimo, predatori moraju da ulože veliku količinu energije da bi generisali potrebnu silu za njegovo lomljenje, kao i da poseduju čvrste strukture za hranjenje (npr. mandibule). Utvrđeno je da recimo kopepode (Copepoda) koje se hrane silikatnim algama poseduju veoma složene silifikovane mandibule (Hamm 2005). Pored izuzetne čvrstine, ćelijski zid karakterišu i mikroskopske dimenzije i morfološka raznovrsnost. Ove osobine, u kombinaciji sa različitim i vrlo stabilnim oblicima teke, navele su naučnike da izučavaju nanostrukture i bolje se upoznaju sa građom ćelijskog zida. Teke oblika cilindra, elipsoidne, kockaste ili oblika igle su se pokazale kao veoma pogodan model za konstruisanje tehničkih nanouređaja. Takođe, delovi silifikovanog ćelijskog zida su odličan primer „laganih“ konstrukcija i trenutno su neprevaziđene sa aspekta tehnologije lakih materijala (Slika 5) (Hamm 2005).

Pored primene u nanotehnologiji složena građa ćelijskog zida je inspirisala arhitekta da konstruišu zgrade koristeći kao model različite oblike silikatnih algi (Kale i Karthick 2015).



Slika 5. Primena delova silifikovanog ćelijskog zida u nanotehnologiji

(<https://www.compositesworld.com/blog/post/bionic-design-the-future-of-lightweight-structures>)

Farmakološki aktivne komponente. Silikatne alge proizvode različite lipide, polisaharide, amino-kiseline i vitamine. Takođe, utvrđeno je da neke silikatne alge proizvode farmakološki aktivne komponente koje pokazuju antibiotsku aktivnost, inhibiciju enzima, toksičnost i dr. Sa komercijalnog aspekta najznačajnija jedinjenja su lipidi. Najviše proučavani molekul je polinezasićena eikozapentaenoinska masna kiselina (EPA), koja se u velikoj meri nalazi u jetri bakalara. Konzumiranje EPA kiseline smatra se odličnom prevencijom različitih koronarnih poremećaja. Istraživanja su pokazala da je EPA dobijena iz *Phaeodactylum tricorutum* (morska silikatna alga) jeftinija i stabilnija nego ona dobijena iz jetre bakalara. Lipidi izolovani iz silikatnih algi predstavljaju i potencijalni izvor za proizvodnju biogoriva (Kale i Karthick 2015).

Paleoekologija. Fosilne silikatne alge su dobro očuvane u sedimentu i imaju značaj kao stratigrafski indikatori za eksploataciju mineralnih sirovina, posebno nafte. Takođe, poznato je da depoziti silikatnih algi u slojevima sedimenta odgovaraju ciklusima životne sredine. Kako su njihove ekološke valence dobro poznate, koriste se i u paleoekologiji. U paleoekologiji naučnici koriste postojeća znanja o recentim vrstama, kao i njihove sklonosti ka određenom tipu staništa, i poređenjem sa nalazima fosila rekonstruišu uslove koji su vladali u prošlosti (Smol i Stoermer 2010).

Dijatomit. Određeni ekološki uslovi dovode do masovnog uginuća silikatnih algi. Znatno brže taloženje nego rastvaranje postojanog ćelijskog zida uginulih jedinki dovodi do formiranja meke sedimentne stene – diatomita. Usitnjavanjem diatomita dobija se dijatomejska zemlja, čija je upotreba raznovrsna. Može da se koristi kao medijum za filtriranje, dodatak u proizvodnji cementa, blagi abraziv u pastama za zube i sredstvima za poliranje metala, dodatak u proizvodnji boja (kao izbeljivač), dodatak zemljištu u

baštovanstvu, prirodni insekticid, sredstvo protiv puževa golaća i crevnih parazita kućnih ljubimaca (Smol i Stoermer 2010; Kale i Karthick 2015).

Biomonitoring. Silikatne alge su opšte prihvaćene kao indikatori procene stanja i promena uslova u vodenim ekosistemima. Osobine koje ih čine odličnim indikatorima su mnogobrojne: globalna rasprostranjenost, naseljavanje različitih mikrostanja, prisutnost tokom cele godine. Kratko vreme generacije individualnih populacija silikatnih algi daje im prednost u odnosu na druge bioindikatore u brzom i neposrednom otkrivanju tek nastalih promena u akvatičnim ekosistemima. Takođe, njihove ekološke valence su dobro poznate u odnosu na većinu drugih grupa akvatičnih organizama. Pojedine vrste silikatnih algi žive u izrazito zagađenim vodama, dok su neke karakteristične za čiste vode, što ih čini izuzetno korisnim u proceni ekološkog statusa površinskih voda. Još neke od prednosti silikatnih algi kao bioindikatora su standardizovani načini uzorkovanja, pravljenja trajnih preparata, kao i njihovo čuvanje, identifikacija do nivoa vrsta i jasno definisan način procene brojnosti (SRPS EN 13946 2015, SRPS EN 14407 2015).

Evropska direktiva o vodama (European Parliament 2000) kao jednu od obaveznih metoda monitoringa površinskih tekućih voda (reke i potoci) propisuje monitoring na osnovu bentosnih zajednica silikatnih algi. Silikatne alge, kao kosmopolitski organizmi, široko su prihvaćene, kako u naučnim istraživanjima tako i u rutinskom monitoringu, kao indikatori neorganskog i organskog opterećenja površinskih voda i od kraja XX veka se koriste u proceni njihovog ekološkog statusa (Lange-Bertalot 1978, 1979; Whitton i sar. 1991).

1.5. Dijatomni indeksi

Jedan od najefikasnijih način izražavanja odnosa između indikatorskih vrsta silikatnih algi i kvaliteta vode u rekama i potocima predstavljaju diatomni indeksi. Dijatomni indeksi su jednostavan aritmetički izraz zasnovan na nekom od oblika kvantitativne procene prisutnih taksona i obično su povezani sa faktorima koji su izvedeni iz ekološke tolerancije taksona (indeks osetljivosti na zagađenje). Većina indeksa za procenu kvaliteta vode je bazirana na indikatorskoj vrednosti dodeljenoj svakoj vrsti u odnosu na različite fizičko-hemijske parametre vode (npr. BPK, ukupni azot, amonijak, nitrati, ukupnu fosfor...) (Cemagref 1982). Vrste sa uskim ekološkim valencama

(stenovalentne) se smatraju odličnim indikatorima, dok su vrste sa širokim spektrom ekološke tolerancije (eurivalentne) loši indikatori za procenu ekološkog statusa nekog vodenog ekosistema (Cvijan 2013).

Istorijski gledano razvoj dijatomnih indeksa je počeo primenom saprobnih indeksa, i to Pantle i Buck (1955) i Zelinka i Marvan (1961). Većina formula za izračunavanje dijatomnih indeksa bazira se na formuli Zelinka i Marvan (1961):

$$X_i = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot G_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n h_i \cdot G_i}$$

gde je X_i – vrednost saprobne valence za dati saprobni stupanj; h – relativna brojnost taksona i ; G_i – indikatorska težina taksona i , x_i – deo saprobne valence za dati saprobni stupanj taksona i . U zavisnosti koji dijatomni indeks izračunavamo vrednost x_i predstavlja indikatorsku vrednost datog taksona i u odnosi na parametre na kojima se indeks bazira, dok je X_i vrednost dijatomnog indeksa.

Prvi indeks koji je zasnovan na ovoj jednačini korišćen je u Belgiji za procenu kvaliteta vode reka Sambre i Meze (Descy 1979; Prygiel i sar. 1996). Ovaj indeks je nazvan “Specific Pollution Sensitive Index”, skraćeno IPS. Ubrzo nakon toga, u Belgiji je razvijen Generički indeks (GDI) (Coste i Ayphassorho 1991), koji je nakon ažuriranja od strane Leclercq-a 1995. godine obuhvatao indikatorske vrednosti 403 vrste silikatnih algi (Taylor i Cocquyt 2015). Uvođenje Direktive o tretmanu komunalnih voda podstaklo je razvoj dijatomnih indeksa osetljivih na neorgansko zagađenje (Kelly i Whitton 1995; Rott i sar. 1999). Krajem XX veka zahvaljujući sve boljem upoznavanju sa autekološkim karakteristikama vrsta dolazi do razvijanja sve većeg broja dijatomnih indeksa širom Evrope. U Tabeli 1 dat je pregled originalnih dijatomnih indeksa i imena zemlja za čije potrebe su prvobitno razvijeni.

Dijatomni indeksi su inkorporirani u softverski paket OMNIDIA (Lecoite i sar. 1993), koji koristi autekološke karakteristike vrsta za izračunavanje dijatomnih indeksa. OMNIDIA je prvobitno kreirana za Francusku agenciju *Agence de l'Eau Artois-Picardie* i za Bordeaux IRSTEA radi lakšeg upravljanja ogromnom bazom podataka o silikatnim algama i njenoj primeni u proceni kvaliteta vode. Prvi softverski paket OMNIDIA (Windows 3) je imao bazu podataka od 2 035 taksona silikatnih algi, koja je omogućavala

Tabela 1. Dijatomni indeksi sa referencama i zemljom porekla.

Pun naziv indeksa	Skraćenica	Reference	Zemlja porekla
Indeks osetljivosti na zagađenje (Indice de Polluo-sensibilité)	IPS	Coste u CEMAGREF 1982	Belgija, Francuska
Biološki dijatomni indeks (Biological Diatom Index)	IBD (BDI)	Lenoir i Coste 1996, Coste i sar. 2009	Francuska
Dijatomni indeks eutrofikacije/zagađenja (Eutrophication/Pollution Index)	EPI-D	Dell'Uomo 2004	Italija
Indeks za određivanje trofičkog nivoa (Trophic level Index)	SHE	Steinberg i Schiefele 1988	Nemačka
Trofički dijatomni indeks (Trophic Diatom Index)	TDI	Kelly i Whitton 1995, Kelly i sar. 2001	Engleska, Škotska
Indeks trofičnosti (Trophie Indikation)	TID (ROTT Trophy)	Rott i sar. 1999	Austrija
Indeks saprobnosti (Saprobienne Indikation)	SID (ROTT Saproby)	Rott i sar. 1997	Austrija
Sladeček-ov indeks saprobnosti (Sládeček's Index)	SLA	Sladeček 1986	Češka
Švajcarski dijatomni indeks (Swiss Diatom Index)	DI-CH (Hurl)	Hürlimann i Niederhauser 2002	Švajcarska
Pampean dijatomni indeks (The Pampean Diatom Index)	IDP (PDI)	Gòmez i Licursi 2001	Argentina
Artois-Picardie dijatomni indeks (Indice Diatomique Artois Pircardie)	IDAP	Prygiel i sar. 1996	Belgija, Francuska
Brazilski dijatomni indeks (Brazilian Diatom Index)	LOBO	Lobo i sar. 2004	Brazil
Watanabe dijatomni indeks (Diatom Assemblage Index)	WAT (DAIpo)	Watanabe i sar. 1990	Japan
Descy indeks (Descy Index)	DESCY (DES)	Descy 1979	Belgija
Louis-Laclereq Index	IDSE/5 (L&M)	Leclercq i Lecointe 2008; Leclercq i Ntislidou 2009	Francuska
Coste indeks (Coste Index)	CEE	Descy i Coste 1991	Francuska
Generički dijatomni indeks (Generic Index)	GENRE (IDG)	Rumeau i Coste 1988	Belgija
Trofički dijatomni indeks za jezera (Trophic Diatom Index for Lakes)	TDIL	Stenger-Kovacs i sar. 2007	Mađarska

izračunavanje vrednosti za 6 dijametričnih indeksa (CEE, DESCY, GENRE, IDSE/5, SLA i IPS). Opisivanje sve većeg broja novih vrsta silikatnih algi dovelo je do širenja baze podataka, tako da baza najnovije verzije softvera OMNIDIA 6.0 uključuje više od 23 000 vrsta i omogućava izračunavanje 18 dijametričnih indeksa. Ovaj softver se sada koristi u više od 50 zemalja i postao je ključna referenca za monitoring površinskih voda baziran na silikatnim algama (www.omnidia.fr). Kako su granice klasa različite za različite dijametrične indekse u softverskom paketu OMNIDIA urađena je aproksimacija, tako da se granice klasa za skoro sve dijametrične indekse kreću od 1 do 20.

Granične vrednosti dijametričnih indeksa za klase kvaliteta vode, odnosno ekološkog statusa, koje su široko primenjene u zemljama Evrope preuzete su od Prygiel i Coste (2000):

- 1–4,99 - veoma loš kvalitet vode,
- 5–8,99 - loš kvalitet vode,
- 9–12,99 - srednji kvalitet vode,
- 13–16,99 - dobar kvalitet vode,
- 17–20 - veoma dobar kvalitet vode.

Izuzetak je IDSE/5 dijametrični indeks kod kog granice klase nisu od 1-20 prema zahtevu autora. U starijim verzijama softvera OMNIDIA izuzetak je bio i Trofički dijametrični indeks (TDI) sa granicama klasa od 0 do 100 i sledećom klasifikacijom vode:

- 0–19,99 - veoma niska koncentracija nutrijenata,
- 20–39,99 - niska koncentracija nutrijenata,
- 40–59,99 - umerena koncentracija nutrijenata,
- 60–79,99 - povišena koncentracija nutrijenata,
- 80–100 - veoma visoka koncentracija nutrijenata.

U najnovijoj verziji softvera (OMNIDIA 6.0) za TDI indeks, kao i za ostale indekse granice klasa se nalaze u opsegu od 1 do 20.

Originalno, dijametrični indeksi su dizajnirani za primenu u okviru određenog geografskog područja, kao što je dato u Tabeli 1. Shodno tome, obično koriste mali broj

vrsta, koje su karakteristične za datu oblast. Ipak, silikatne alge su široko rasprostranjene u svim akvatičnim ekosistemima, što omogućava primenu dijatomnih indeksa i u regionima u kojima originalno nisu razvijeni. Takođe, postoje razlike između navedenih indeksa i u zavisnosti od toga šta želimo da procenimo. Većina od njih ukazuje na globalno zagađenje, naglašavajući da li postoji zajednica pod stresom: IPS, IBD, EPI-D, DI-CH, IDP, IDAP, LOBO, DESCY, IDSE/5, CEE i GENRE. Indeksi TDI, TID i SHE ukazuju na promene u kvalitetu vode uzrokovane povećanjem koncentracije fosfora, dok se dijatomni indeksi SID, SLA i WAT koriste za procenu saprobnosti vode.

Postoje i indeksi koji se ne nalaze u okviru softverskog paketa OMNIDIA, kao npr. River Diatom Index (RDI) za Sjedinjene Američke Države (Fore i Grafe 2002), Eastern Canadian Diatom Index (IDEC) za Kanadu (Lavoie i sar. 2006, 2014), South African Diatom Index (SADI) za Južnu Afriku (Harding i Taylor 2011).

Nekoliko studija govori o primeni dijatomnih indeksa u regionima sa različitim klimatskim uslovima u odnosu na regione gde su prvi put testirani, npr. u Africi koriste IPS, GDI i IBD (Rey i sar. 2004; Taylor i sar. 2007a; Bere i sar. 2014), u Kini IPS (Yang i sar. 2015), u Finskoj takođe IPS (Teittinen i sar. 2015). Istraživanja sprovedena u Africi i Kini su pokazala da je IPS indeks, zbog velike baze podataka, dobar alat za procenu ekološkog statusa, dok u rekama Finske ovaj indeks nije bio dovoljno osetljiv, tj. nije pokazao značajna variranja svojih vrednosti duž urbano-ruralnog gradijenta.

Kako obuhvata veliku bazu taksonomskih i ekoloških podataka, IPS je široko prihvaćen i koristi se za procenu ekološkog statusa reka širom Evrope, ali i za kalibraciju drugih indeksa (Kelly 2013; Teittinen i sar. 2015). U Poljskoj pored svog indeksa, IO Index (Picińska-Fałtynowicz i sar. 2006), koriste i IPS (Szczepocka i Żelazna-Wieczorek 2018), kao i u Mađarskoj, Bugarskoj, Hrvatskoj, itd. (Habdija i sar. 2009; Kelly 2013). Iako ovaj dijatomni indeks nije primarno razvijeni za pomenute zemlje, one ga koriste za monitoring površinskih voda, s tim što su granice klasa pomerene shodno njihovim potrebama, kao npr. u Hrvatskoj (Habdija i sar. 2009).

Nasuprot velikom broj indeksa koji su osetljivi na organsko zagađenje, broj trofičkih indeksa je znatno manji. Najpoznatiji su TDI i TID. TDI je razvijen za potrebe Velike Britanije (Kelly i Whitton 1995), dok je TID indeks razvijen za reke Austrije (Rott i sar. 1999). Očigledno, su klimatski uslovi slični onim u Austriji razlog zašto su se zemlje, kao što su Nemačka, Mađarska, Poljska i Slovenija, odlučile da koriste TID

indeks za procenu trofičkog stanja površinskih voda. U Republici Hrvatskoj grupa istraživača je predložila upotrebu TID_{RHI} (Habdija i sar. 2009). TID_{RHI} indeks baziran je na austrijskom trofičkom indeksu, TID. Indikatorske vrednosti vrsta iz originalnog indeksa (Rott i sar. 1999) su korelisane sa vrednostima ukupnog fosfora izmerenog u različitim tipovima površinskih voda širom Hrvatske u cilju dobijanja indikatorskih vrednosti vrsta koje odgovaraju ispitivanim staništima. Unošenjem tih vrednosti indikatorskih vrsta u formulu Zelinka i Marvan dobijen je trofički indeks (TID_{RHI}) za Republiku Hrvatsku.

1.5.1. Modeli razvijanja dijatomnih indeksa

Dva najčešća modela koje se koriste za izračunavanje indikatorskih vrednosti i indikatorske težine vrsta su: SAR (*Structure-Activity Relationships*) i SER (*Species-Environmental Relationships*) (Dufrière i Legendre 1997).

SAR model koristi podatke o tipologiji staništa i brojnosti vrsta za izračunavanje njihovih indikatorskih vrednosti i indikatorskih težina. Prvi korak za izračunavanje je klasifikacija staništa, zatim identifikacija indikatorskih vrsta i utvrđivanje njihove abundance za svaki tip staništa. Različite multivarijantne analize, poput CA, DCA, PcoA ili MDS, se koriste kako bi se pokazao odnos određenog staništa sa indikatorskim vrstama karakterističnim za dati tip staništa. Unosom dobijenih podataka u odgovarajuće formule, koje su prikazane u radu Dufrière i Legendre-a (1997), izračunavaju se indikatorske vrednosti taksona. Rezultati dobijeni na ovaj način mogu se koristiti samo na sličnim tipovima staništa u kojima su već utvrđene karakteristične indikatorske vrste (Dufrière i Legendre 1997).

SER model, poznat još i kao metod ponderisanog proseka (*Weighed average metode* – WA, Stenger-Kovacs i sar. 2007), pored brojnosti vrsta koristi i fizičko-hemijske parametre vode. Ovaj model se bazira na pretpostavci da će određena vrsta imati najveću brojnost u uslovima koji su blizu njenog ekološkog optimuma. Potrebno je odabrati fizičko-hemijski parametar za koji se zna, odnosno pretpostavlja, da će promena njegove koncentracije uticati na abundancu vrsta u zajednici. Koristeći vrednosti koncentracije odabranog parametara i procenat zastupljenosti taksona u zajednici izračunava se *optimum* i *tolerancija* nekog taksona u odnosu na odabrani fizičko-hemijski

parametar. Vrednosti dobijene izračunavanjem *optimuma* se kategorizuju u 6 grupa u rasponu od 0 (hiper-) do 5 (oligo-), a granične vrednosti odgovaraju granicama klasa ekološkog statusa površinskih voda datim od strane Okvirne direktive o vodama, koje se kategorizuju kao loš, slab, umeren, dobar i odličan ekološki status. Vrednosti za *toleranciju* se kategorizuju u tri grupe u opsegu od 1 do 3 (1- osetljive, 2- slabo osetljive i 3-tolerantne). Poznavajući vrednosti za optimum i toleranciju indikatorskim vrstama se dodeljuju dve vrednosti, indikatorska vrednost i indikatorska težina. Indikatorska vrednost taksona je povezana sa *optimumom* za određeni parametar, a indikatorska težina sa vrednostima *tolerancije* na taj parametar. Unošenjem u formulu Zelinka i Marvan-a ovih vrednosti i abundance za svaki takson izračunava se dijatomni indeks. Ako se kao ekološki parametar odabere, npr. ukupni fosfor, dijatomni indeks će se koristiti za procenu trofičkog stanja vodnog tela, dok recimo BPK će omogućiti dobijanje indeksa za procenu saprobnosti vodnog tela (Stenger-Kovacs i sar. 2007). Za razliku od SAR modela ovaj model ima širu primenu, tj. dobijeni rezultati se mogu primeniti i na neistraženim staništima (Dufrêne i Legendre 1997).

1.5.2. Dijatomni indeksi u Srbiji

Zakon o vodama u Republici Srbiji usvojen je 2010. godine. Prvi program monitoringa ekološkog statusa površinskih voda, koji je usklađen sa zahtevima Okvirne direktive o vodama (ODV) započet je 2012. godine (Agencija za zaštitu životne sredine 2015, 2018). Svrha ODV je uspostavljanje okvira zaštite kopnenih površinskih voda, kao i svih ostalih tipova vodnih tela, u cilju sprečavanja daljeg pogoršavanja, zaštite i poboljšanja statusa vodenih ekosistema. Kako su površinske vode širom Evrope različite, ODV predviđa da svaka zemlja kategorizuje svoje vode i definiše klase ekološkog statusa. Elementi koji se koriste za ocenu ekološkog statusa površinskih voda klasifikuju se u tri grupe: (1) biološki elementi, (2) hidromorfološki elementi i (3) fizičko-hemijski i hemijski elementi. Pod biološkim elementima podrazumevaju se vodeni makrobeskičmenjaci, fitobentos, fitoplankton, makrofite i ribe. Agencija za zaštitu životne sredine ne koristi makrofite i ribe u biološkom monitoringu u Srbiji. Iz tog razloga nivo pouzdanosti procene statusa vodnih tela prema Pravilniku je srednji (Agencija za zaštitu životne sredine 2015, 2018).

2010. godine objavljen je Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Službeni glasnik RS 96/2010), a godinu dana kasnije na snagu su stupila još dva pravilnika: Pravilnik za referentne uslove za tipove površinskih voda (Službeni glasnik RS 67/2011) i Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS 74/2011). U Službenom glasniku RS 74/2011 vodna tela su klasifikovana u 6 tipova i za svaki tip su date granice klasa ekološkog statusa i granice klasa ekološkog potencijala. Za procenu ekološkog statusa površinskih voda u Srbiji propisana je upotreba dva dijatoma indeksa, IPS i CEE (Službeni glasnik RS 74/2011).

U istraživačke svrhe, primena dijatoma indeksa u proceni ekološkog statusa površinskih voda započela je doktorskom disertacijom Jelene Andrejić (2012). U svom istraživanju koristila je trofički dijatoma indeks (TDI) za procenu ekološkog statusa reke Nišave i pritoka Jerme i Temske. Softverski paket OMNIDIA prvi put je korišćen za izračunavanje dijatoma indeksa u proceni ekološkog statusa reke Raške (Vidaković 2013). Od 2012. godine Agencija za zaštitu životne za potrebe rutinskog monitoringa, koristi dijatoma indekse za procenu ekološkog statusa površinskih voda. Danas, upotreba softverskog paketa OMNIDIA je standardni deo monitoringa, kako u rutinskim analizama, tako i u istraživačkom monitoringu površinskih voda u Srbiji.

1.6. Dosadašnja istraživanja silikatnih algi u Srbiji sa posebnim osvrtom na ispitivane reke

U publikaciji iz XIX veka "Fragmenta Phycologiae Bosniaco-Serbicae" (Schaarschmidt 1883) nalazi se prvi zapis o silikatnim algama na teritoriji Srbije. Tokom XX veka objavljena su brojna algološka istraživanja u čijem sklopu su zabeležene i silikatne alge (Blaženčić i sar. 1985; Blaženčić 1986). Doktorska disertacija Radoja Lauševića (1995) predstavlja prvu disertaciju u Srbiji koja se bavi samo pripadnicima silikatnih algi Vlasinskog jezera. Nekoliko godina kasnije Karadžić (2000) i Jurišić (2003) brane svoje magistarske teze koje se, takođe, bave problematikom silikatnih algi u Srbiji. Šest godina kasnije odbranjena je doktorska disertacija koja obuhvata istraživanja silikatnih algi sa rafom u Srbiji, i daje detaljan literaturni pregled njihovog istraživanja do tog perioda (Krizmanić 2009). Od 2009. godine pa do danas odbranjenje

su tri doktorske disertacije koje se bave problematikom samo silikatnih algi (Andrejić 2012, Vasiljević 2017 i Jakovljević 2019) i nekoliko koje pored ovog uključuju i ostale razdele algi (Predojević 2017; Trbojević 2018 i Popović 2018). Od naučnih publikacija u periodu od 2009. godine pa do sad, a koje se bave samo silikatnim algama, publikovano je nekoliko: npr. Andrejić i saradnici (2012a, 2012b), Krizmanić i saradnici (2015a, 2015b, 2015c, 2016, 2018), Vidaković i saradnici (2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b), Jakovljević i saradnici (2016a, 2016b), Vasiljević i saradnici (2017).

Za realizaciju ove doktorske disertacije istraživani su delovi toka četiri reke zapadne i centralne Srbije: Rače, Raške, Rasine i Studenice. U tekstu koji sledi prikazana su dosadašnja algološka istraživanja ovih reka.

Reka Rača. Pregledom dostupne literature utvrđeno je da nema objavljenih podataka o algama reke Rače.

Reka Rasina. Prvi podaci o algološkim istraživanjima reke Rasine datiraju iz 1993. godine, kada je utvrđeno prisustvo predstavnika razdela Rhodophyta *Chantransia pygmaea* Kützing (Cvijan i Veljić 1993/1994). Prisustvo ovog taksona zabeleženo je još nekoliko puta (Cvijan 2002, Cvijan i sar. 2003, Simić i sar. 2010). Prva istraživanja zajednice silikatnih algi reke Rasine sprovedla je Tomašević (2000), kada je utvrdila prisustvo 72 taksona. Četiri godine kasnije Ržaničanin (2004) beleži prisustvo 97 taksona silikatnih algi, kao i pripadnike razdela Cyanoprokaryota (5 taksona) i Chlorophyta (8 taksona).

Reka Raška. Podaci o dosadašnjim algološkim istraživanjima reke Raške su oskudni i ukazuju da je do sada zabeleženo prisustvo samo dva taksona: *Bangia atropurpurea* (Mertens ex Roth) C.Agardh (Simić 2008), koja pripada razdelu Rhodophyta i *Hydrurus foetidus* (Villars) Trevisan (Krizmanić i sar. 2008), iz razdela Heterokontophyta. Takođe, pregledom dostupne literature utvrđeno je da nema objavljenih podataka o silikatnim algama reke Raške.

Reka Studenica. Dosadašnji rezultati algoloških istraživanja reke Studenice su se odnosili na predstavnike razdela Rhodophyta. Ukupno je zabeleženo šest taksona, i to: *B. atropurpurea*, *C. pygmaea*, *Batrachospermum moniliforme* Roth, *Lemanea fluviatilis* (Linnaeus) C.Agardh i *Thorea ramosissima* Bory (Simić i Ranković 1998a, 1998b, Cvijan 2002, Cvijan i sar. 2003, Simić 2007), kao i *Paralemanea annulata* (Kützing) M.L.Vis &

R.G.Sheath (Simić i Đorđević 2017). Do sada nema objavljenih podataka o zajednici silikatnih algi reke Studenice.

2. Ciljevi istraživanja

- Analiza fizičko-hemijskih osobina vode i njihove prostorne i vremenske dinamike sa posebnim osvrtom na parametre odgovorne za kvalitet vode.
- Utvrđivanje florističkog sastava epilitskih zajednica silikatnih algi sa akcentom na identifikaciju novih taksona za floru silikatnih algi Srbije.
- Utvrđivanje kvantitativnog sastava epilitskih zajednica silikatnih algi.
- Analiza sezonske dinamike epilitskih zajednica silikatnih algi.
- Utvrđivanje dinamike u strukturi epilitske zajednice silikatnih algi u odabranim rekama uzimajući u obzir dominantne taksone.
- Utvrđivanje međuzavisnosti ispitivanih fizičko-hemijskih parametara vode i dominantnih taksona zajednica epilitskih silikatnih algi primenom metoda multivarijacione analize.
- Određivanje Shannon-ovog indeksa diverziteta epilitskih zajednica silikatnih algi.
- Izračunavanje vrednosti dijamnih indeksa primenom softverskog paketa OMNIDIA 6.0.4.
- Procena ekološkog statusa odabranih reka na osnovu epilitskih zajednica silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara vode.
- Sastavljanje preliminarne liste indikatora epilitskih silikatnih algi.
- Predlog potencijalne korekcije odgovarajućih dijamnih indeksa za teritoriju Republike Srbije.

3. Materijal i metode

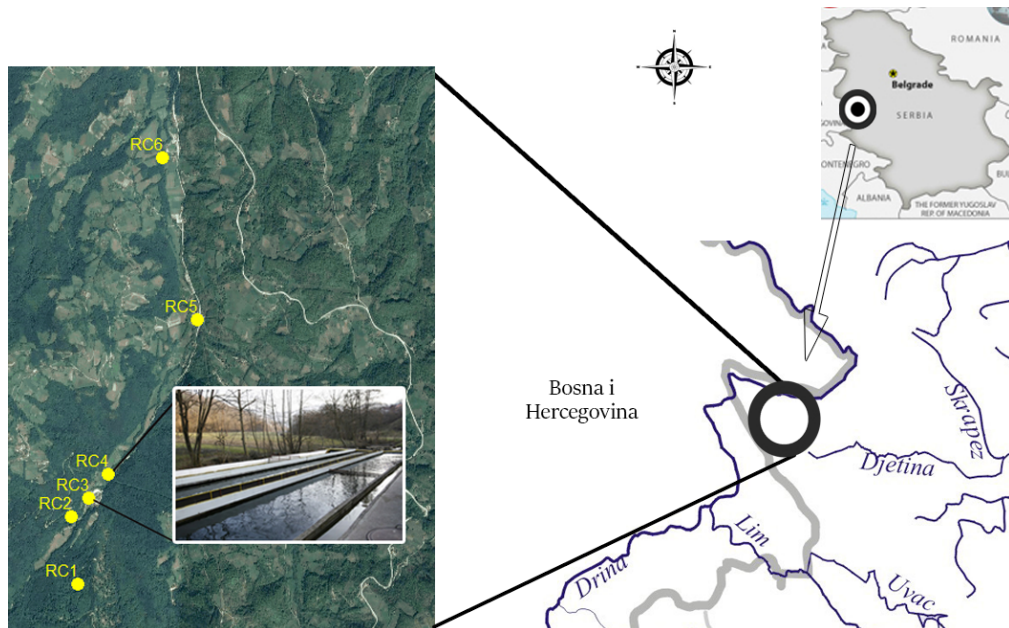
3.1. Opšte karakteristike istraživnog područja

Istraživanjem su obuhvaćene tri reke u zapadnoj Srbiji (Rača, Raška i Studenica) i jedna u centralnoj Srbiji (Rasina). Sakupljanje uzoraka je obavljeno u aprilu, junu, avgustu i novembru 2011. godine i martu i maju 2012. godine u rekama Studenici i Raški. U reci Rači uzorci su sakupljeni u aprilu, junu, septembru i decembru 2011. godine i februaru i maju 2012. godine, a u Rasini u aprilu, julu, septembru i novembru 2011. godine i martu i maju 2012. godine.

3.1.1. Reka Rača

Reka Rača, desna pritoka reke Drine sa ušćem koje se nalazi kod sela Skelani nadomak Bajine Bašte, dugačka je 19,6 km sa površinom sliva od 59 km² (Jevtić 1999) (Slika 6). Izvire na oko 970 m nadmorske visine na obroncima planine Tare. Pre ulaska u kanjon u gornjem toku nalazi se malo jezero Jarevac, koje predstavlja vrelo Rače. Nakon kanjona ponaša se kao ponornica (Marković 1998). Slivno područje je planinsko, sa strmim padinama. U vreme obilnijih padavina i u periodu topljenja snega vodotok poprima bujični karakter, što u kombinaciji sa slabom, nevezanom i neotpornom podlogom, dovodi do površinskih erozija. Veće pritoke Rače su Mala Rijeka, Bezimeni potok u blizini manastira Rača i Živanovića potok. Njen najpoznatiji izvor je Lađevac, kraškog porekla, koji se nalazi na 498 m nadmorske visine.

U hidrološkom smislu sliv reke Rače je neistražen. Prve podatke o prosečnom godišnjem protoku vode u reci (oko 0,5 m³/s) navodi Jevtić (1999) tokom perioda projektovanja pastrmskog ribnjaka. Pastrmski ribnjak „Inthis“ pripada manastirskom kompleksu Rača i smešten je u jazu manastirske vodenice. Ribnjak čine dva razdvojena bazena međusobno povezana zajedničkim tokom vode. Na ribnjaku se gaji samo konzumna pastrmka.



Slika 6. Pozicija lokaliteta (RC1-RC6) na istraživanom delu toka reke Rače i izgled ribnjaka.

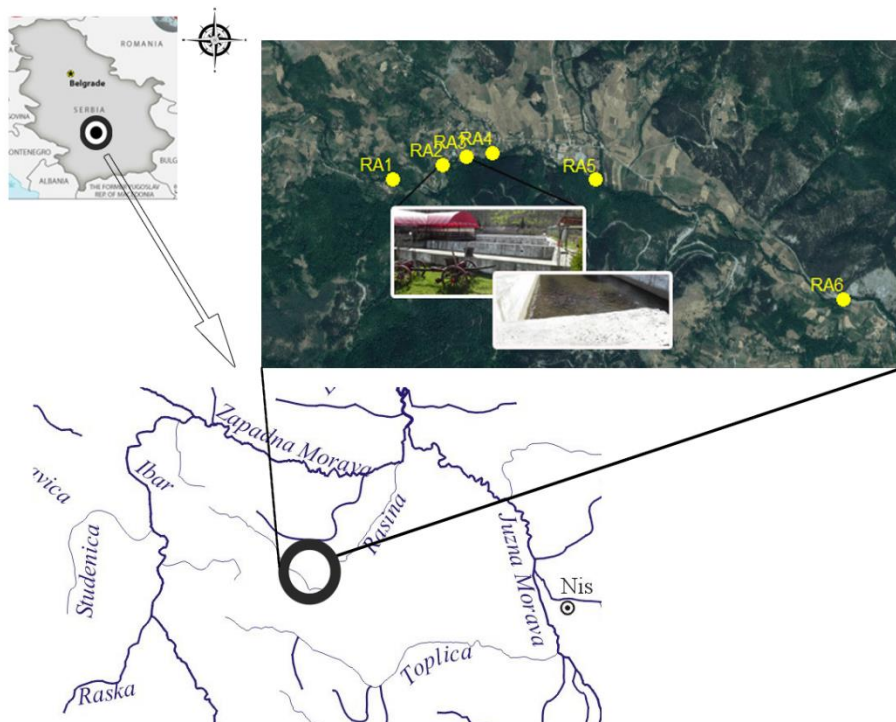
Za algološka istraživanja odabrano je ukupno 6 lokaliteta (Slika 6). Dva se nalaze iznad ribnjaka, dok su ostali smešteni nizvodno ribnjaka. Prvi lokalitet je 1,5 km udaljen od izvora Lađevac, a drugi se nalazi iznad samog upusta vode u bazen ribnjaka. U Tabeli 2 date su karakteristike istraživanih lokaliteta.

Tabela 2. Osnovne karakteristike istraživanih lokaliteta reke Rače.

Lokalitet	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6
Geografske koordinate	43° 55.544 N 19° 32.076 E	43° 55.791 N 19° 32.383 E	43° 55.877 N 19° 32.455 E	43° 55.969 N 19° 32.561 E	43° 56.578 N 19° 33.030 E	43° 57.222 N 19° 32.863 E
Nadmorska visina (m)	388	363	353	344	300	273
Širina toka (m)	1,6 – 5,3	1,4 – 3,15	2 – 3,4	2,9 – 4,1	3 – 4,2	2,4 – 5,8
Dubina toka (m)	0,05 – 0,21	0,03 – 0,15	0,09 – 0,21	0,08 – 0,36	0,1 – 0,3	0,07 – 0,32
Priobalna vegetacija	šuma + livada	šuma + žbunovi	livada	livada + šuma	livada	njiva + šuma

3.1.2. Reka Rasina

Reka Rasina je dugačka 92 km sa slivom od 981 km². Predstavlja desnu pritoku Zapadne Morave u koju se uliva 5 km nizvodno od Kruševca (Slika 7). Nastaje na 134 m nadmorske visine na padinama Goča i Željina od Velike i Burmanske reke. Ima jednu pritoku sa leve strane, rečicu Zagrže, dok su sve ostale pritoke sa desne strane. Graševačka reka je najveća među desnim pritokama Rasine (Gavrilović i Dukić 2002). Amplitude proticaja Rasine su vrlo izražene, npr. Zapadnoj Moravi daje 9 m³/s. Apsolutni maksimalni proticaj od 342 m³/s zabeležen je 30.04.1958. godine, dok je apsolutni minimalni proticaj bio 15.07.1968. godine za 1710 puta manji (0,2 m³/s) (Dimitrijević i sar. 2007). Da bi se zaustavio nanos i velika razlika proticaja u Zlatarskoj klisuri je podignuta brana i formirano jezero „Čelije“. Voda iz ovog jezera koristi se za vodosnabdevanje Kruševca i okolnih naselja, kao i za navodnjavanje zemljišta (Gavrilović i Dukić 2002).



Slika 7. Pozicija lokaliteta (RA1-RA6) na istraživanom delu toka reke Rasine i izgled ribnjaka.

Na delu toka reke Rasine nalazi se pastrmski ribnjak. Ribnjak je betonski sa šest bazena. U četiri se gaji konzumna riba, a u dva mlađ.

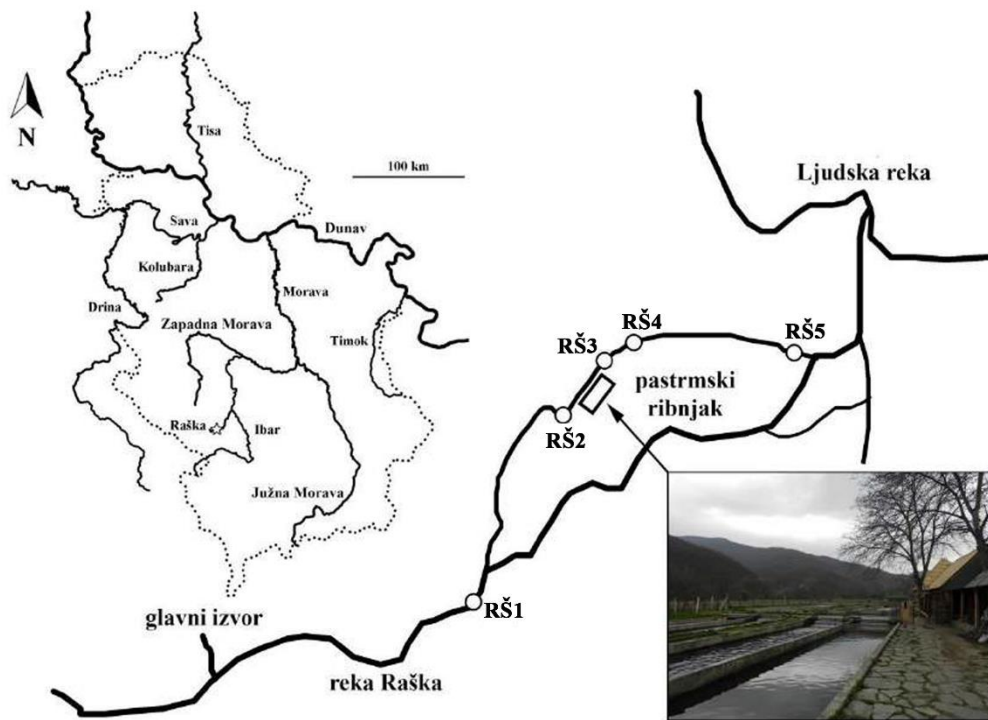
Uzorkovanje je vršeno na delu toka koji je dug 5,5 km, u okolini sela Mitrovo polje na 6 lokaliteta (Slika 7). Prvi lokalitet je nedaleko od izvora same reke, drugi neposredno iznad upusta u ribnjak, dok se ostala četiri nalaze nizvodno od ribnjaka. Karakteristike lokaliteta su date u Tabeli 3.

Tabela 3. Osnovne karakteristike istraživanih lokaliteta reke Rasine.

Lokalitet	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6
Geografske koordinate	43° 30.096 N 20° 52.001 E	43° 30.140 N 20° 52.114 E	43° 30.168 N 20° 52.237 E	43° 30.181 N 20° 52.367 E	43° 30.085 N 20° 52.887 E	43° 29.649 N 20° 54.134 E
Nadmorska visina (m)	706	683	680	680	673	638
Širina toka (m)	1 – 6,9	1,7 – 8,2	2,1 – 7,2	1,8 – 4,8	3,1 - 6	3,1 – 8,9
Dubina toka (m)	0,05 – 0,51	0,05 – 0,5	0,09 – 0,3	0,07 – 0,33	0,06 – 0,4	0,06 – 0,38
Priobalna vegetacija	šuma + livada	livada + njiva	—	šuma + livada	šuma + livada	šuma + livada

3.1.3. Reka Raška

Reka Raška je jedna od dve značajne leve pritoke Ibra, koja se nalazi u jugozapadnom delu Srbije (Slika 8). Raška izvire iz proseka u steni ispod krečnjačkog odseka brda Golača, 15 km zapadno od Novog Pazara i duga je 39 km, sa površinom sliva od 1040 km² (Gavrilović i Dukić 2002). U zaleđu pećine na 950 m nadmorske visine je kraško Koštam polje, koje predstavlja izvorišni deo reke Raške (Marković 1980). Kroz polje protiču ponornice Delimeđa, Točilovska i Likovska reka. Vode Koštam polja izbijaju u blizini manastira Sopoćani u vidu vodopada visokog 6,8 m, kao vrelo Raške. Vode vrela Raške su podzemnim tunnelima odvedene do hidroelektrane „Ras“. Nizvodno od vrela korito Raške je ispunjeno stenovitim blokovima, preko kojih voda otiče u vidu brojnih slapova. Značajnije pritoke su joj Ljudska reka, Jošanica i Deževska reka (Gavrilović i Dukić 2002).



Slika 8. Pozicija lokaliteta (RŠ1-RŠ5) na istraživanom delu toka reke Raške i izgled ribnjaka (Stojanović 2017).

Sliv reke Raške nalazi se u Starovlaško-raškoj visiji, koja je najvećim delom izgrađena od krečnjaka. Pored krečnjaka u građi učestvuju i škriljci, serpentiniti i magmatske stene (Marković 1980).

Na delu gornjeg toka reke Raške nalazi se pastrmski ribnjak površine 520 m². Ribnjak se sastoji od osam bazena do kojih se voda direktno doprema cevima.

Uzorkovanje je vršeno na delu toka od 1,1 km na 5 lokaliteta. Lokaliteti se nalaze na rukavcu reke Raške koji protiče pored ribnjaka (Slika 8). Dva lokaliteta su pozicionirana uzvodno, a preostala tri nizvodno od ribnjaka. Treći lokalitet je smešten neposredno ispod ispusne cevi, dok je peti u blizini ušća u glavni tok Raške. Karakteristike lokaliteta su date u Tabeli 4.

Tabela 4. Osnovne karakteristike istraživanih lokaliteta reke Raške

Lokalitet	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5
Geografske kordinate	43° 07.997 N 20° 26.112 E	43° 08.180 N 20° 26.305 E	43° 08.216 N 20° 26.403 E	43° 08.240 N 20° 26.460 E	43° 08.241 N 20° 26.805 E
Nadmorska visina (m)	552	542	540	540	534
Širina toka (m)	1,9 – 4,4	1,3 - 3	1,7 – 2,4	1,6 – 2,6	1,8 – 4,5
Dubina toka (m)	0,15 - 0,3	0,22 – 0,43	0,14 – 0,26	0,12 – 0,45	0,05 – 0,25
Priobalna vegetacija	livada + njiva	livada	livada + šuma	livada + njiva	livada + šuma

3.1.4. Reka Studenica

Studenica je dugačka 60,5 km sa površinom sliva od 582 km². Kao leva pritoka Ibra uliva se kod mesta Ušće na 330 m nadmorske visine (Slika 9). Širina reke je između 5-20 m, a dubina 0,3-1 m. Prema literaturnim podacima Studenica je jedna od retkih reka Srbije bez uticaja otpadnih voda naselja i industrije, tako da pripada I klasi kvaliteta (Gavrilović i Dukić 2002).

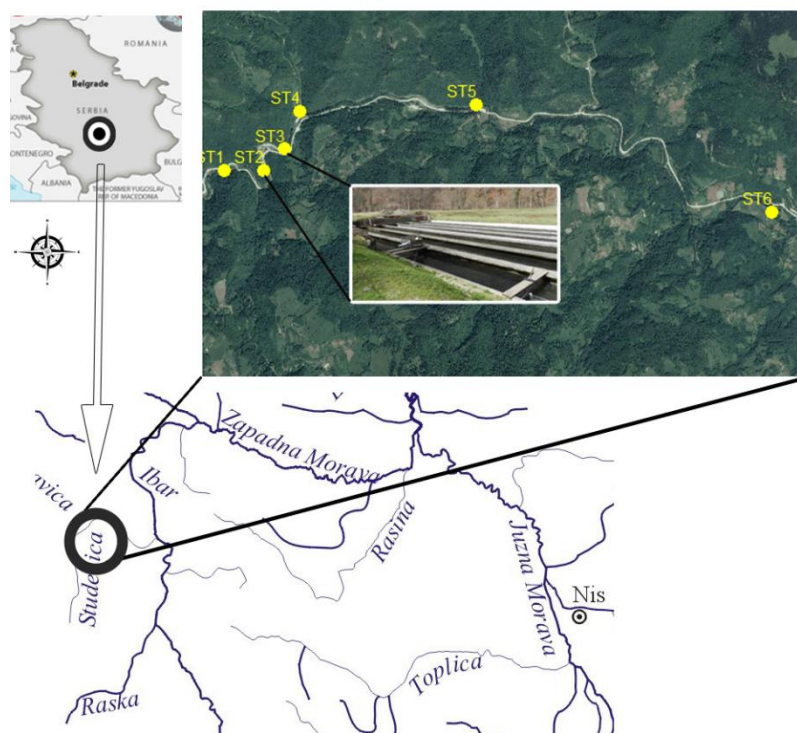
Na planini Golija smešten je izvor Studenice. Sam izvor čine dva vrela. Jedno izvire na 1720 m ispod vrha Radulovca, a drugo ispod vrha Odvraćeniće na 1610 m nadmorske visine. Vode sa ovih vrela formiraju Crnu reku, koja prima nekoliko pritoka od čijih sastavaka nastaje Studenica na 1100 m nadmorske visine (Janković 2009).

Nepropustive stene i kristalasti škrilci su dominantni tipovi stena sliva. Sam sliv ima nepravilan, asimetričan oblik koji prima brojne pritoke. Samokovska reka, Izubra i Dajićka reka su pritoke u gornjem toku, Gajićka, Savošnica i Sklapijevac u srednjem, a u donjem Brevina, Kraljska reka i Raduša (Dukić 1951).

U gornjem toku korito je kamenito, duboko usečeno. Na prelasku srednjeg u donji tok dno postaje šljunkovito ili peskovito (Janković 2009).

Na reci Studenici nalazi se ribnjak „Jasinje“ površine 600 m². Ribnjak je organizovan u vidu tri baterije, tj. 6 bazena.

Za uzorkovanje odabrano je 6 lokaliteta na delu toka na kom se nalazi ribnjak. Dva lokaliteta se nalaze uzvodno, a četiri nizvodno od ribnjaka (Slika 9). Karakteristike lokaliteta su date u Tabeli 5.



Slika 9. Pozicija lokaliteta (ST1-ST6) na istraživanom delu toka reke Studenice i izgled ribnjaka.

Tabela 5. Osnovne karakteristike istraživanih lokaliteta reke Studenice.

Lokalitet	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
Geografske koordinate	43° 31.025 N 20° 27.280 E	43° 30.948 N 20° 27.458 E	43° 31.173 N 20° 27.651 E	43° 31.230 N 20° 27.698 E	43° 31.262 N 20° 28.655 E	43° 30.845 N 20° 30.261 E
Nadmorska visina (m)	586	585	573	571	539	493
Širina toka (m)	7 – 15,6	7,1 – 10,4	10,6 – 17,5	8 – 11,9	9,7 – 14,2	10,2 – 16,6
Dubina toka (m)	0,09 – 0,40	0,14 – 0,38	0,07 – 0,34	0,10 – 0,23	0,08 – 0,32	0,12 – 0,36
Priobalna vegetacija	livada + šuma	šuma + sipar	šuma	livada	šuma	šuma + njiva

3.1.5. Tipologija istraživanih reka prema Službenom glasniku RS

Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Službeni glasnik Republike Srbije 96/2010) daje podatke o vodnom telu, kao što su naziv vodotoka na kome se nalazi, kategorija (reka, veštačko vodno telo, značajno izmenjeno vodno telo), dužina i šifra vodnog tela, kao i vodno područje na kome se nalazi.

Prema gore navedenom Pravilniku istraživani delovi Raške, Rasine i Studenice pripadaju kategoriji reka, i dodeljene su im sledeće šifre: Raška RSK_2, Rasina RAS_4, i Studenica STU_2. Ispitivani tok reke Rače nije kategorisan prema Pravilniku.

Ispitivani tok reke Raške, Rasine i Studenice prema Službenom glasniku Republike Srbije (74/2011) pripada četvrtom tipu reka. On se odnosi na male i srednje vodotoke, nadmorske visine od 500 m, sa dominacijom krupne podloge. Uzimajući u obzir nadmorsku visinu i tip podloge ispitivanog toka reke Rače, ona se može kategorizovati kao četvrti tip vodnih tela.

3.2. Fizičko-hemijska analiza vode istraživanog područja

Pojedini fizičko-hemijski parametri su analizirani i izmereni direktno na terenu, dok su uzorci vode za druge hemijske parametre sakupljeni uranjanjem polietilenske boce od 1 L i 100 ml ispod površine vode suprotno toku reke. Prenosivim zamrzvačem u roku od 24 časa uzorci su dopremani do laboratorije Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerziteta u Beogradu, radi dalje hemijske analize.

Direktno na terenu na istraživanim lokalitetima od fizičkih parametara mereni su: temperatura vode, geografske koordinate, dubina, širina, brzina i protok.

Temperatura vode određena je pomoću PCE – PHD mernog uređaja, uranjanjem sonde u vodu ispod površinskog sloja i očitavanjem i beleženjem vrednosti nakon nekoliko minuta.

Dubina i širina korita su merena uz pomoć metra. Širina toka je izmerena od jedne do druge obale, a dubina na nekoliko mesta, pri čemu je izračunata prosečna dubina.

Brzina toka je merena pomoću brzinometra „GEOPACKS Stream Flowmeter“ koji je postavljen na dno korita reke, na onim tačkama sa kojih je vršeno uzorkovanje. Nakon jednog minuta sa displeja očitava se broj obrtaja. Brzina je određena po formuli:

$$V(\text{m/s}) = 0,000854 \times C + 0,05$$

gde je V – brzina u m/s, C – broj obrtaja na brzinometru.

Prema klasifikaciji koju je dao Huet (1961) u zavisnosti od brzine toka (cm/s) rečni tok može biti:

vrlo spor tok (0-10),
spor (10-20),
prilično spor (20-30),
umeren (30-50),
prilično brz (50-70),
brz (70-100)
vrlo brz (100-200).

Protok (Q) je određen na osnovu izmerene brzine toka i izračunate površine ovlaženog profila, koji je podeljen na nekoliko podsekcija ili vodenih kolona. Kako je oblik vodene kolone odgovarao površinama pravougaonika ili trougla, protok je izračunat množenjem površine vodene kolone sa srednjom vrednosti brzine, koja je izmerena između dve tačke merenja (Stojanović 2017).

Uz pomoć GPS uređaja (Geko 201, Garmin) izmerena su nadmorska visina, geografska širina i dužina istraživanog područja.

Od hemijskih parametara direktno na terenu uz pomoć prenosnog PCE-PHD uređaja izmerene su vrednosti rastvorenog kiseonika (O_2 ; mg/L), pH i elektroprovodljivosti (EP, $\mu\text{S/cm}$).

U laboratoriji od hemijskih parametara analizirane su koncentracije sulfata (SO_4^{2-}), nitrata (NO_3^-), hlorida (Cl^-), ukupnog fosfora (TP), ortofosfata (PO_4^{3-}), jonizovane (amonijum jon - NH_4^+) i nejonizovane frakcije (amonijak - NH_3) amonijaka i vrednosti tvrdoće vode (Tv).

Određivanje koncentracije anjona rađeno je prema EPA metodi 130.2 (US EPA 1979). Ukupni fosfor (TP) i ortofosfati (PO_4^{3-}) analizirani su u skladu sa APHA protokolima (APHA, 1998), metodom 4500-P E. Jonizovana frakcija amonijaka (NH_4^+) izmerena je primenom metode P-V-2/B u okviru priručnika standardnih metoda za ispitivanje higijenske ispravnosti vode (Škunca-Milovanović i sar., 1990), na osnovu koje je izračunata i njegova nejonizovana frakcija (NH_3) prema metodi Newman-a (1995).

Primenom EPA 130.2 metode utvrđena je tvrdoća vode (Tv) (US EPA 1979). Tvrdoća vode se često izražava u nemačkim stepenima, gde 10° dH iznosi 10 mg CaCO₃ na 1000 ml vode. Kvalitet vode u odnosu na ukupnu tvrdoću vode (u nemačkim stepenima) može biti: veoma meka voda (0-5°), meka voda (5-10°), srednje tvrda voda (10-15°), prilično tvrda voda (15-22°), tvrda voda (22-30°) i veoma tvrda voda (preko 30°).

Trofički status istraživanih reka je određen na osnovu vrednosti totalnog fosofora, nitrata i amonijaka, a prema klasifikaciji Dodds i saradnika (1998).

3.3. Obrada uzoraka epilitske zajednice silikatnih algi

Materijal za algološku analizu sakupljen je struganjem površine 5 kamenova četkicom za zube na svakom istraživanom lokalitetu (SRPS EN 13946 2015). Materijal je odložen u polietilenske boce zapremine 100 ml, odmah fiksiran i konzerviran formaldehidom do konačne koncentracije od 4% rastvora. U martu mesecu 2012. godine na drugom lokalitetu u reci Studenici zbog ogromnog snega i strme obale, nije bilo moguće uzeti uzorak fitobentosa.

Svi uzorci za algološku analizu čuvaju se u mokroj zbirci Katedre za algologiju, lihenologiju i mikologiju Biološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, pod rednim brojevima: 4120-4142, 4348-4359, 4376-4381, 4388-4393, 4440-4451, 4468-4473, 4480-4485, 4575-4592, 4598-4603, 4646-4650, 4670-4680, 4687-4693, 4705-4709, 4715-4726 i 4733-4739.

Obrada uzoraka epilitske zajednice silikatnih algi urađena je u laboratoriji prema standardnoj metodi po Kelly-ju i saradnicima (2001), a po standardu SRPS EN 13946 (2015). Postupak se zasniva na tretiranju uzorka sa istom količinom koncentrovane sumporne kiseline (H₂SO₄), koji se zatim ostavlja da reaguje nekoliko časova. Nakon toga dodaje se presićen rastvor kalijum permanganata (KMnO₄) do pojave mrke boje. Kalijum permanganat, kao jako oksidativno sredstvo, se dodaje kako bi se uklonila preostala organska jedinjenja iz uzorka. Da bi se obezbojio rastvor, nakon 24 časa dodaje se presićen rastvor oksalne kiseline (C₂H₂O₄). Kako je pH rastvora nizak potrebno je uzorke "ispirati" nekoliko puta sa destilovanom vodom do postizanja odgovarajućeg pH (između 6,5 i 7). Ispiranje uzoraka podrazumeva izvlačenje vode iz erlenmajera transfuzionim crevom, a zatim dodavanje nove količine destilovane vode kojom se erlenmajer opet puni

do vrha. Ovaj postupak se ponavlja onoliko dana koliko je potrebno da se dostigne vrednost pH oko 6,5. Kada indikatorski lakmus papir pokaže željenu pH vrednost, talog iz svakog uzorka se prebacuje u adekvatno obeleženu bočicu od 50 ml, dodaje mu se koncentrovani etanol i par kapi formaldehida za konzerviranje. Tako pripremljen materijal zatapa se u sintetičku smolu Naphrax[®]. Trajni preparati silikatnih algi čuvaju se u zbirci preparata Katedre za algologiju, lihenologiju i mikologiju Biološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.

Trajni preparati silikatnih algi posmatrani su mikroskopom Carl Zeiss AxioImager.M1 sa DIC optikom, digitalnom kamerom AxioCam MRc5 i AxioVision 4.8 softerom. Mikrostrukture ćelijskog zida određenih taksona silikatnih algi su posmatrane i fotografisane na skening elektronskom mikroskopu (SEM) u 3 institucije: Institut za fiziku Univerziteta u Beogradu (Tescan Mira 3), Alfred Wegener Institut, Friedrich Hustedt Diatom Study Centre u Bremerhavenu, Nemačka (Cambridge S4 Stereoscan) i Natural History Museum u Londonu, Velika Britanija (Zeiss Gemini Ultra plus).

Kvalitativna i kvantitativna analiza uzorka urađena je prema standardu SRPS EN 14407 (2015). Taksoni silikatnih algi su identifikovani do nivoa vrste, ili nižeg, korišćenjem sledeće literature: Hustedt (1937), Sala i saradnici (1993), Reichardt (1997, 1999, 2001), Krammer (1997, 1997a, 2000, 2002, 2003), Krammer i Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 2004), Lange-Bertalot (2001), Cox (2003), Van de Vijver i saradnici (2004), Werum i Lange-Bertalot (2004), Monnier i saradnici 2004, Potapova i Ponader 2004, Metzeltin i saradnici (2005), Levkov (2009), Cantonati i Lange-Bertalot (2009), Potapova 2010, Levkov i Ector 2010, English i Potapova 2012, Levkov i saradnici (2013, 2016), Wetzel i saradnici (2013), Bahls 2013, Hofmann i saradnici (2013), Lange-Bertalot i saradnici (2017). Relativna brojnost (abundanca) identifikovanih taksona je utvrđena brojanjem 400 valvi na svakom trajnom preparatu i izražena je preko procentualne zastupljenosti taksona u zajednici. U uzorku fitobentosa iz Studenice, sakupljenog na drugom lokalitetu u maju 2012. godine, nije utvrđena relativna brojnost silikatnih algi zbog nedovoljnog broja valvi.

Izračunat je Shannon-ov indeks diverziteta (H) (Shannon i Weaver 1949) i indeks ekvitalnosti (E) (Pielou 1975) uz pomoć softverskog paketa OMNIDIA. Indeks diverziteta govori o heterogenosti zajednice i vrednosti ovog indeksa se kreću od 0 do 5. Ako je u uzorku prisutna samo jedna vrste vrednost indeksa je 0, a sa porastom broja

vrsta, tj. sa ujednačenim rasporednom vrsta, raste i vrednost indeksa. Indeks ekvitabilnosti je u korelaciji sa Shannon-ov indeks diverziteta i njegove vrednosti su u rasponu od 0 do 1. Niže vrednosti ovog indeksa govore da je u zajednici prisutna vrsta koja je zastupljena u velikom procentu u odnosu na druge vrste u toj zajednici, tj da je raznovrsnost mala. Obrnuto, ako je zajednica raznovrsna, tj. procentualno vrste su zastupljene ravnopravno, vrednost indeksa će bita veća.

3.4. Dijatomni indeksi i procena ekološkog statusa ispitivanih reka

Unosom 400 izbrojanih valvi u uzorku u softerski paket OMNIDIA dobijaju se vrednosti za 18 dijatomijskih indeksa. Za potrebe izrade ove doktorske disertacije u razmatranje nije uzet TDIL indeks koji se koristi za utvrđivanje kvaliteta vode jezera, kao ni indeksi IDP, LOBO i WAT, koji su razvijeni na drugim kontinentima (Argentina, Brazil i Japan).

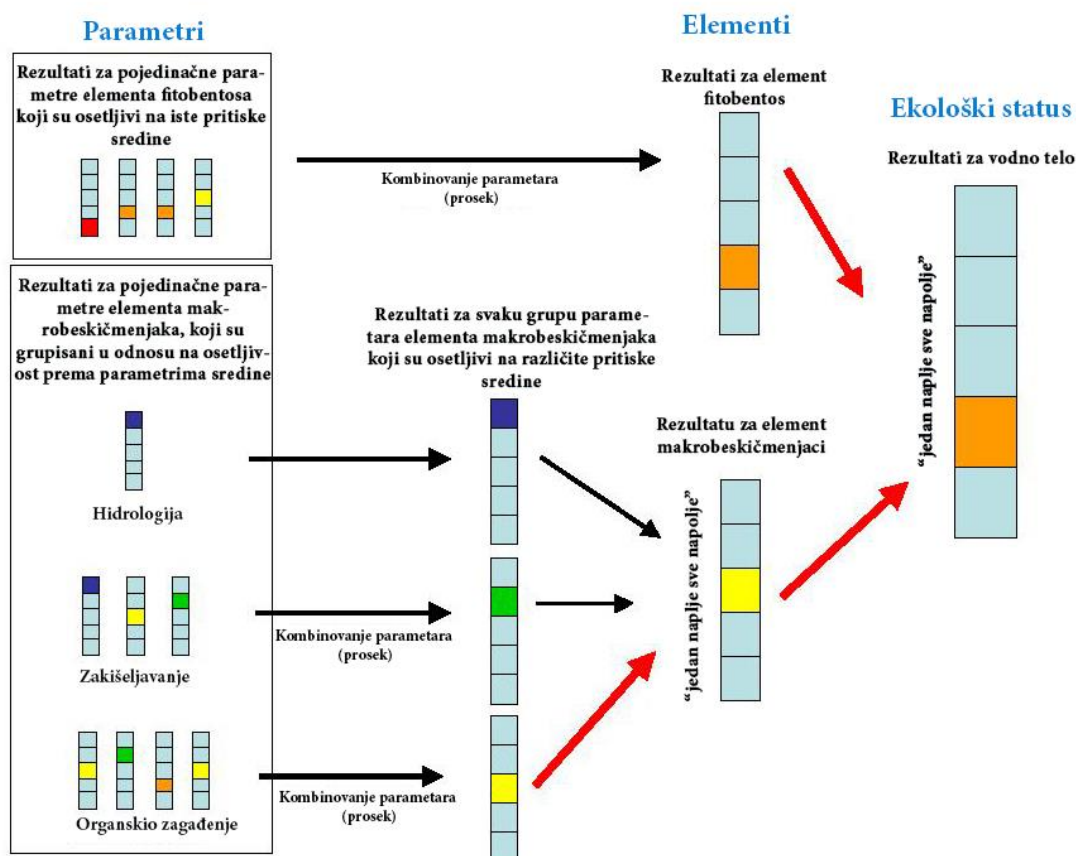
Za procenu ekološkog statusa reke Rače, Rasine, Raške i Studenice korišćeni su fizičko-hemijski parametri, fitobentos i vodeni makrobioskičmenjaci, kao biološki parametri prema Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011). Od fizičko-hemijski parametara korišćeni su: vrednosti pH, rastvoreni kiseonik, koncentracije amonijum jona, nitrata, ortofosfata i hlorida. IPS i CEE indeksi su korišćene za utvrđivanje ekološkog statusa istraživanih reka na osnovu fitobentosa kao biološkog parametra, dok su podaci o vodenim makrobioskičmenjacima preuzeti iz doktorske disertacije Katarine Stojanović (2017).

Granice klasa ekološkog statusa za sve fizičko-hemijske parametre i dijatomijske indekse propisane su u Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011) i razlikuju se u zavisnosti kom tipu reka pripada. Sve četiri istraživane reke pripadaju Tipu 4.

Procenjeni ekološki status na osnovu svakog parametra prikazan je tabelarno sa odgovarajućim bojama, na sledeći način:

OCENA STATUSA	BOJA
odličan	plava
dobar	zelena
umeren	žuta
slab	narandžasta
loš	crvena

Kako bi procena ekološkog statusa istraživanih reka bila što preciznija, kombinovani su rezultati dobijeni na osnovu svih ispitivanih parametara i po principu „jedan napolje svi napolje“ (*one-out all-out*) utvrđen je ekološki status (Working Group 2A 2000/60/EC). Na Slici 10 prikazana je šema procene ekološkog statusa vodnih tela kombinovanjem više parametara. Ako rezultati 4 dijatomna indeksa, osetljiva na isti tip zagađenja pokazuju različite vrednosti, uzima se njihova prosečna vrednost pri proceni ekološkog statusa. Isti princip se primenjuje i za bilo koje druge parametre, ako su osetljivi na isti „pritisak“ sredine. Prilikom kombinovanja različitih parametara iz različitih grupa/elementa (npr. fitobentos, makrobleskičmenjaci, fizičko-hemijski parametri) primenjuje se princip „jedan napolje svi napolje“.



Slika 10. Šema kombinovanja parametara za procenu ekološkog statusa vodnih tela.

3.5. Statistička analiza podataka

Izmerene vrednosti fizičko-hemijskih parametara su prikazane aritmetičkom sredinom sa standardnom devijacijom. U slučaju da su neki parametri pokazali veću varijabilnost (koeficijent varijacije >30%) vrednosti su prikazane medijanom. Na isti način su prikazane i vrednosti dijatomnih indeksa. Vrednosti parametara koji su uzeti u obzir prilikom procene ekološkog statusa istraživanih reka (pH, O₂, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻, Cl⁻) su određeni kao C80 (80 percentil), osim za rastvoreni kiseonik, koji je određen kao C10 (10 percentil). Ovi osnovni pokazatelji deskriptivne statistike su dobijeni korišćenjem programa STATISTICA 6.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, USA).

PCA analiza je rađena sa ciljem da se uporede istraživane reke u odnosu na dominantne taksone epilitske zajednice silikatnih algi. U obzir su uzeti samo oni taksoni čija je brojnost, bar u jednom uzorku, bila iznad 10%. Ulazni podaci su transformisani kvadratnim korenom (eng. *square-root transformation*). Korišćena je korelaciona matrica između uzoraka, kako bi mogli da se tumače njihovi odnosi (eng. *inter-sample distance*). Kako bi skorovi taksona bili uporedivi, skorovi su podeljeni standardnom devijacijom i podaci su centrirani (eng. *center by species*).

Rezultati DCA analize pokazali su da veći broj ispitivanih taksona ima linearan odgovor u odnosu na prvu DCA osu, pa je za ispitivanje odnosa fizičko-hemijskih osobina vode i zajednice silikatnih algi, korišćena analiza redundantnosti (RDA). Pre same RDA analize bilo je potrebno transformisati pojedine fizičko-hemijske parametre korišćenjem prirodnog logaritma, dok su abundance taksona transformisane korenovanjem. Za reke Raču i Rasinu od fizičko-hemijskih parametara transformisani su podaci za ukupni fosfor, amonijak, nitrata i brzinu toka (uz pomenute za Rasinu su transformisani još i podaci za T), za Rašku podaci za ukupni fosfor i amonijak, dok su za Studenicu transformisani podaci za temperaturu, ukupni fosfor i amonijak. Taksoni koji su ušli u analizu su oni čija je relativna brojnost, bar u jednom uzorku, bila iznad 10%. Korišćena je korelaciona matrica između vrsta (eng. *inter-species correlation*), jer nam je bio cilj da tumačimo odnose između vrsta, a ne između uzoraka. Skorovi taksona su podeljeni standardnom devijacijom, kako bi vrednosti bile više uporedive, a zatim su centrirani (eng. *center by species*). Za testiranje značajnosti prve, ali i svih kanoničnih osa zajedno, korišćen je Monte Carlo test sa 999 permutacija bez ograničenja.

Kako je jedan od ciljeva istraživanja bio utvrđivanje odnosa nutrijenata u vodi i taksona silikatnih algi koje žive u epilitskog zajednici ispitivanih reka tumačenje je zasnovano na koeficijentima korelacije originalnih promjenjivih (fizičkih i hemijskih parametara vode s posebnim naglaskom na nutrijente) i ordinacionih osa. Na primer, ako je RDA analiza pokazala snažnu međuzavisnost nitrata sa prvom ordinacionom osom onda je moguće kreirati grafik modela distribucije (eng. species response curves) onih taksona na gradijentu nitrata kod kojih prva ordinaciona osa objašnjava najmanje trećinu varijanse zastupljenosti te vrste. Za opisivanje odnosa između pojedinačnih taksona i abiotičkog ekološkog faktora (u ovom slučaju nutrijenta), tj. kreiranja modela odgovora mogu se koristiti dva modela: aditivni tj. GAM (eng. *generalized additive models*) i generalizovani linearni tj. GLM (eng. *generalized linear models*) (ter Braak i Šmilauer, 2002). Primenjena su oba postupka, ali je u većini slučajeva aditivni model distribucije bolje odgovarao relativnoj brojnosti pojedinačnog taksona u analiziranim uzorcima.

Za multivarijacione analize korišćen je program Canoco 4.5 (Ter Braak i Šmilauer, 2002) i program CanoDraw za izradu grafikona.

3.6. Izračunavanje indikatorskih vrednosti silikatnih algi i predlog trofičkog dijetalnog indeksa za Srbiju

Autekološke karakteristike silikatnih algi su izračunate na osnovu metode ponderisanog proseka (eng. *weighed average method*), a sam postupak preračuna je izveden prema Stegner-Kovacs i saradnicima (2007). Podaci koji su korišćeni za formiranje preliminarne liste indikatora su broj valvi i vrednosti ukupnog fosfora (pošto se fosfor smatra za glavi/limitirajući faktor za razvoj silikatnih algi) zabeležene tokom 2012. godine na 65 stanica različitih reka Srbije. U obzir su uzeti samo oni taksoni koji se prisutni u najmanje tri uzorka. Ovi podaci su dobijeni ljubaznošću kolega iz Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije, zbog kratkog gradijenta vrednosti koncentracije ukupnog fosfora u istraživanim rekama.

Optimum ukupnog fosfora izračunat je prema sledećoj formuli:

$$\hat{u}_k = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ik} x_i}{\sum_{i=1}^n y_{ik}}$$

gde je \hat{u}_k srednja vrednost optimuma ukupnog fosfora (TP), x_i vrednost TP na lokalitetu i , y_{ik} abundanca taksona k na lokalitetu i .

Tolerancija ukupnog fosfora je izračunata prema sledećoj formuli:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{u}_k)^2 \times y_i}{\sum_{i=1}^n y_i}}$$

gde je SD srednja vrednost tolerancije ukupnog fosfora (TP), x_i vrednost TP na lokalitetu i , u_k srednja vrednost optimuma TP, y_i abundanca vrste k na lokalitetu i .

Nakon izračunavanja optimuma ukupnog fosfora urađena je kalibracija kako bi se testirao ovaj model. Od 65 uzoraka generatorom slučajnih brojeva izdvojeno je 13, koji će predstavljati test set podataka. Podaci o broju valvi i ukupnom fosforu iz 52 uzorka (eng. *training set*) su poslužili da se izračuna optimum totalnog fosfora prema gore datoj formuli. Vrednosti optimuma totalnog fosfora dobijenih *training setom* i broj valvi sa 13 lokaliteta su uneti u sledeću formulu:

$$\hat{x}_i = \frac{\sum_{k=1}^m y_{ik} \hat{u}_k}{\sum_{k=1}^m y_{ik}}$$

Dobijena vrednost predviđa kolika je koncentracija ukupnog fosfora na lokalitetu na kom je utvrđena relativna brojnost taksona, a iz nekog razloga nije izmeren ukupni fosfor. U zavisnosti od korelacionog koeficijenta, koji je dobijen korelacijom vrednosti izmerenog ukupnog fosfora i ukupnog fosfora koji se predviđa prema kalibracionom koraku na istom lokalitetu, možemo govoriti o ispravnosti metode.

Na osnovu dobijenih vrednosti za optimum i toleranciju ukupnog fosfora, svakoj indikatorskoj vrsti su dodeljene dve vrednosti: indikatorska vrednost (S) i indikatorska težina (V). Indikatorska vrednost je povezana sa TP optimumom, čije su vrednosti podeljene u 6 klasa, od 0 do 5. Vrednost 0 ukazuje na hipertrofiju, a 5 na oligotrofiju. Indikatorska težina je povezana sa TP tolerancijom, čije su vrednosti podeljene u 3 klase, od 1 do 3. Prva kategorija ukazuje na osetljivost, druga na slabu osetljivost, a treća na tolerantnost taksona u odnosu na TP (Stenger-Kovacs i sar. 2007).

Bazirajući se na formuli Zelinka i Marvana predstavljen je potencijalni trofički dijatomi indeks za Srbiju:

$$\text{TID}_{RS} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i S_i V_i}{\sum_{i=1}^n x_i V_i}$$

gde je x_i – relativna brojnost vrste i ; S_i – indikatorska vrednost vrste i ; V_i – indikatorska težina vrste i .

Da bi ovaj indeks bio uporediv sa drugim dijatomnim indeksima, urađena je aproksimacija, tako da se vrednosti indeksa kreću od 1 do 20, na sledeći način:

$$\text{TID}_{RS} = 4,75 \times \text{TID}_{RS} - 3,75$$

Za istraživane reke izračunate su vrednosti TID_{RS} indeksa i Rott TI indeksa. Za izračunavanje Rott TI indeksa ovde nije korišćen softver OMNIDIA, već gore navedena formula, a indikatorske vrednosti vrsta su preuzete iz softvera OMNIDIA. U obzir su uzete samo one vrste koje se nalaze na preliminarnoj listi indikatora Srbije. Na ovaj način je isti procenat vrsta ušao u proračun i omogućeno je poređenje vrednosti ova dva indeksa.

4. REZULTATI

4.1. Floristički sastav epilitskih silikatnih algi na istraživanim lokalitetima

4.1.1. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Rače

Na ispitivanim lokalitetima reke Rače identifikovan je 171 takson epilitskih silikatnih algi (Tabela 6).

Utvrđeno je prisustvo 51 roda epilitskih silikatnih algi (Tabela 6). U odnosu na broj taksona dominiraju rodovi *Gomphonema* Ehrenberg sa 22 taksona, *Navicula* Bory sensu stricto sa 18 i *Nitzschia* Hassall sa 17 taksona.

Pored *Cocconeis lineata* Ehrenberg i *C. pseudolineata* (Geitler) Lange-Bertalot, koji su zabeleženi na svim lokalitetima duž ispitivanog toka reke, tokom svih sezona najzastupljeniji taksoni su i: *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *A. pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi, *Amphora inariensis* Krammer, *A. pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *Reimeria uniseriata* Sala i *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère (Tabela 6).

Od ukupnog broja identifikovanih taksona epilitskih silikatnih algi 21 takson je prvi put ustanovljen na teritoriji Srbije. U Tabeli 6 ovi taksoni prikazani su **Bold**, a njihove morfološke karakteristike, rasprostranjenje i ekologija dati su u poglavlju 4.1.6.

Sezonska dinamika zajednice epilitskih silikatnih algi

Dinamika smene dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona predstavljena je na Slici 11. U obzir su uzimani taksoni čija je brojnost, bar u jednom uzorku, bila iznad 10% (Tabela 6).

U aprilu 2011. godine na lokalitetu RČ1 *C. lineata* je bio kodominantan takson zajedno sa *Odonthydium mesodon* (Kützing) Kützing, dok su *A. inariensis* i *Meridion circulare* (Greville) C.Agardh subdominantni. Na narednom lokalitetu dominira *M.*

circulare, dok se *C. lineata*, *C. pseudolineata* i *O. mesodon* javljaju kao subdominantni taksoni. Na lokalitetu RČ3 *A. minutissimum* i *A. inariensis* su kodominantni, a *C. lineata* subdominantan takson. Na lokalitetima nakon ribnjaka smanjuje se broj dominantnih i subdominantnih taksona, tako da je na poslednjem lokalitetu *C. lineata* jedini takson sa udelom većim od 10% u zajednici, a samu zajednicu karakteriše visok diverzitet.

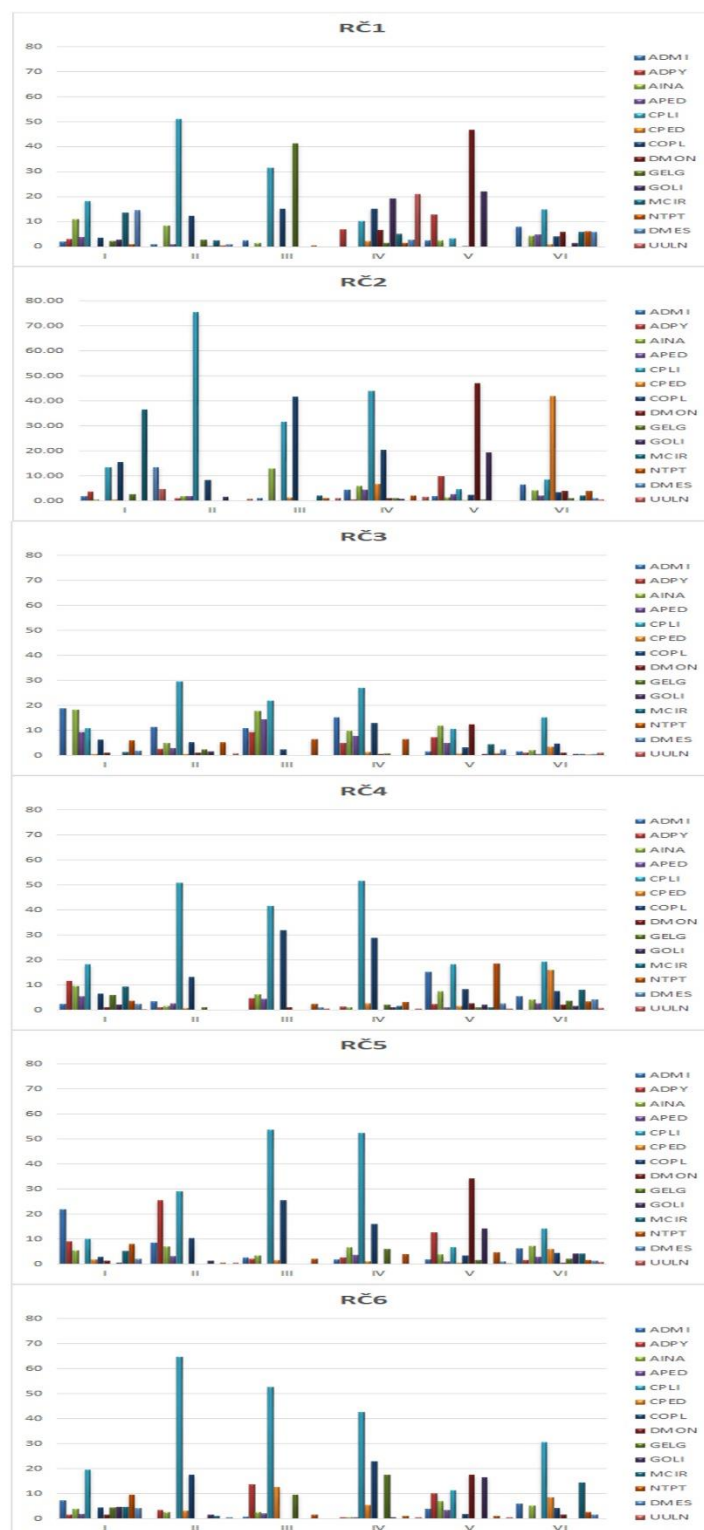
U junu 2011. godine na svim lokalitetima *C. lineata* je bio dominantan takson sa učešćem u zajednici od 29,46% do 75,42%. Izuzetak je lokalitet RČ5 na kom je *A. pyrenaicum*, zajedno sa *C. lineata*, kodominantan u zajednici. Od subdominantnih taksona zabeležen je *C. pseudolineata* na lokalitetima RČ1, RČ4 i RČ6, a na RČ3 *A. minutissimum*.

U septembru 2011. godine *Gomphonema elegantissimum* E.Reichardt & Lange-Bertalot je najbrojniji takson na lokalitetu RČ1, dok je na ostalim lokalitetima samo zabeležena ili je njen udeo u zajednici manji od 10%. Na ostalim lokalitetima *C. lineata* je dominantan ili kodominantan takson. Na lokalitetu RČ2 kodominantan je sa *A. inariensis*, a na RČ4 sa *C. pseudolineata*.

U decembru 2011. godine *U. ulna* i *G. olivaceum* (Hornemann) Brébisson su dominantni taksoni na lokalitetu RČ1, dok su na ostalim lokalitetima samo zabeleženi ili je njihov udeo u zajednici manji od 10%. Na ostalim lokalitetima *C. lineata* je dominantan, a *C. pseudolineata* subdominantan takson. Na lokalitetu RČ3 pored *C. pseudolineata*, subdominantan takson je i *A. minutissimum*, a na RČ6 *G. elegantissimum*.

U februaru 2012. godine *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M.Williams je dominantan takson na lokalitetima RČ1, RČ2 i RČ5, a na RČ3 i RČ6 kodominantan, s tim što je na RČ3 kodominantan sa *A. inariensis* i *C. lineata*, a na RČ6 sa *G. olivaceum*. Izdvaja se RČ4 na kom su sa približno istom zastupljenošću u zajednici zabeleženi *A. minutissimum*, *C. lineata* i *N. tripunctata*.

U maju 2012. godine se uočava najmanja raznovrsnost dominantnih taksona u poređenju sa drugim sezonama. Na svim lokalitetima *C. lineata* je dominantan takson, a na RČ4 kodominantan sa *C. pseudolineata*. Ostali taksoni su zastupljeni sa manje od 10% u zajednici, sa jednim izuzetkom na lokalitetu RČ6, gde je zabeležen *M. circulare* sa udelom od 14,41% u epilitskoj zajednici.



Slika 11. Dinamika smene dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona u istraživanom toku reke Rače; RČ1-RČ2 – istraživani lokaliteti; Y osa - abudanca taksona; I – april 2011., II – jun 2011., III – septembar 2011., IV – decembar 2011., V – februar 2012., VI – maj 2012.; Kodovi taksona u Tabeli 6.

Tabela 6. Nastavak

Takson	Kodovi	04. april 2011.						20. jun 2011.						28. septembar 2011.						10. decembar 2011.						26. februar 2012.						06. maj 2012.											
		RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6						
<i>Psammithidium subatomoides</i>	PSAT																																										
<i>Pseudostausira parasitica</i>	PPRS				0,48	0,49	0,48						0,5																														
<i>Reimeria sinuata</i>	RSIN	+		0,48	1,93	0,49	1,45					0,99				+									1,48	0,49	0,5	0,44															
<i>Reimeria uniseriata</i>	RUNI	+		1,45	0,48	2,22	2,89	9,07	5,06	0,99	2,22	0,5	2,98	5,93	1,98	0,49	1,47	2,73	+									0,99	0,98	+	0,66	+		0,47									
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB			+									+													0,5		+	+	+	0,5												
<i>Sellaphora bacillum</i>	SEBA			+																																							
<i>Sellaphora nigri</i>	SNIG														+																												
<i>Sellaphora pupula sensu lato</i>	SPUP			+																																							
<i>Sellaphora radiosa</i>	SERA			0,97							+																																
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM																																										
<i>Sellaphora stroemii</i>	SSTM									+																																	
<i>Simonsenia delognei</i>	SIDE															0,49																											
<i>Stauroneis smithii</i>	SSMI																																										
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	SHAN				0,72		+																																				
<i>Surirella angusta</i>	SANG	0,48		+												+																											
<i>Surirella biseriata</i>	SBIS																																										
<i>Surirella minuta</i>	SUMI	0,48		+	+	0,99	+					+																															
<i>Surirella tenera</i>	SUTE																																										
<i>Surirella terricola</i>	STER																																										
<i>Ulnaria capitata</i>	UCAP									+																																	
<i>Ulnaria ulna</i>	UULN	+	4,74	+	0,24	+	+	+	0,72	0,74	+	0,5	+		0,99	0,49										21,04	1,48	+	0,5	+	0,5			+	+	0,49	0,24	0,5	+	0,49	1,00	0,75	0,83

4.1.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Rasine

Na ispitivanim lokalitetima reke Rasine identifikovano je 251 takson epilitskih silikatnih algi (Tabela 7).

U zajednici je utvrđeno prisustvo 56 rodova epilitskih silikatnih algi (Tabela 7). U odnosu na broj taksona dominiraju rodovi *Nitzschia* sa 33 taksona, *Navicula* sa 32 i *Gomphonema* sa 30 taksona.

Taksoni *A. minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *A. pediculus*, *C. lineata*, *G. elegantissimum*, *G. olivaceum*, *G. tergestinum*, *N. tripunctata* i *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalots u prisutni na svim lokalitetima, tokom svih sezona. Na svim lokalitetima, osim na RA3, je zabeležena *A. inariensis*, a *C. pseudolineata* nije zabeležen samo na lokalitetu RA4 (Tabela 7).

Od 251 identifikovanih taksona zabeleženo je 47 novih taksona za floru Srbije. U Tabeli 7 ovi taksoni prikazani su **Bold**, a njihove morfološke karakteristike, rasprostranjenje i ekologija date su u poglavlju 4.1.6.

Sezonska dinamika zajednice epilitskih silikatnih algi

Na Slici 12 predstavljena je dinamika smene dominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona. U obzir su uzimani taksoni čija je brojnost, bar u jednom uzorku, bila iznad 10% (Tabela 7).

U aprilu 2011. godine *A. pyrenaicum* je dominantan/subdominantan takson na svim lokalitetima, s tim što se njegova brojnost smanjivala nizvodno (63,6% do 25%). Od lokaliteta RA3 primećuje se porast brojnosti taksona *N. dissipata* (Kützing) Rabenhorst (14,6%), dok je jedino na RA5 zabeležena povećana brojnost *D. ehrenbergii* Kützing (31,5%).

U julu 2011. godine duž ispitivanog dela toka reke zapaža se smena dominantnosti između *A. pyrenaicum* i *C. lineata*. *A. pyrenaicum* je najbrojniji na lokalitetu RA3 (69,61%), dok je na ostalim lokalitetima njegova brojnost <40%. Najveća brojnost *C. lineata* uočena je na RA4 i RA6.

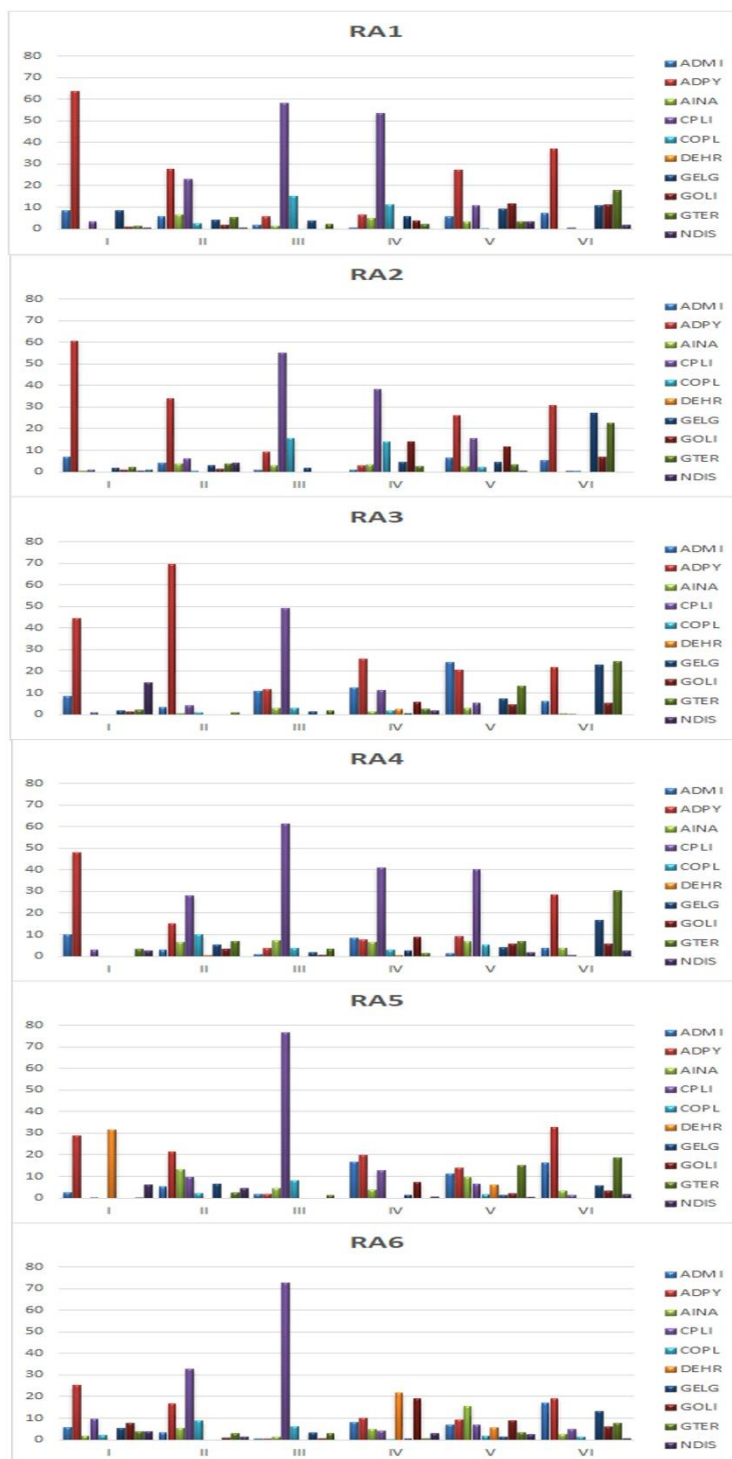
U septembru 2011. godine na svim lokalitetima dominira *C. lineata*, sa najvećom brojnošću na RA5 i RA6. Na lokalitetima RA1 i RA2 zabeležen je subdominantan takson

C. pseudolineata, čija brojnost naglo opada na RA3, dok je nizvodno od ribnjaka ponovo primećen njegov porast učešća u zajednici.

U novembru 2011. godine duž ispitivanog dela toka primećena je najveća razlika u dominantnosti taksona između lokaliteta. Na lokalitetima RA1, RA2 i RA4 *C. lineata* je bio dominantan takson. Pored *C. lineata* na RA1 i RA2 prisutan je i *C. pseudolineata* kao kodominantan takson, a na RA2 zabeležena je i *G. olivaceum*, kao kodominantan takson. Na lokalitetima RA3 i RA5 *A. minutissimum*, *A. pyrenaicum* i *C. lineata* su kodominantni taksoni, dok su na RA6 kodominantni taksoni *D. ehrenbergii* i *G. olivaceum*.

U martu 2012. godine *A. pyrenaicum* je bio dominantan na prva dva lokaliteta, dok je na RA3 ova vrsta bila kodominantna zajedno sa *A. minutissimum*. Dominantan takson na lokalitetu RA3 je bio *C. lineata*, dok je na RA5 i RA6 zabeležena ujednačena zajednica sa visokim diverzitetom. Na lokalitetu RA5 *A. minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *R. sinuata* (W.Gregory) Kociolek & Stoermer i *G. tergestinum* su taksoni čija je brojnost varirala između 10% i 15%, dok je na poslednjem lokalitetu *A. inariensis* jedini takson čija je brojnost veća od 10%.

U maju 2012. godine uočena je sličnost sa prethodnom prolećnom sezonom (april 2011. godine). Dominantost *A. pyrenaicum* se smanjuje od lokaliteta RA1 do RA6 (37,02% do 19%). U ovoj sezoni je karakteristična pojava dominantnih taksona iz roda *Gomphonema* (*G. elegantissimum* i *G. tergestinum* (Grunow) Fricke). Najveća brojnost *G. elegantissimum* je zabeležena na lokalitetu RA2 (27,1%), a *G. tergestinum* na RA4 (30,56%).



Slika 12. Dinamika smene dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona u istraživanom toku reke Rasine; RA1-RA2 – istraživani lokaliteti; Y osa - abudanca taksona; I – april 2011., II – jun 2011., III – septembar 2011., IV – novembar 2011., V – mart 2012., VI – maj 2012.; Kodovi taksona u Tabeli 7.

Tabela 7. Nastavak

Takson	Kod	11. april 2011.						06. jul 2011.						13. septembar 2011.						27. novembar 2011.						02. mart 2012.						18. maj 2012.							
		RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6		
<i>Gomphonema olivaceum</i>	GOLI	0,98	0,97	1,22	+	+	7,8	1,95	1,34	+	3,47	+	0,98	+	+	+	0,74	+	0,73	3,69	14,08	5,62	9	7,13	18,98	11,74	11,71	4,66	5,88	2,07	8,72	11,06	7,01	5,15	5,87	3,36	5,94		
<i>Gomphonema parvulum</i>	GPAP																																						
<i>Gomphonema productum</i>	GPRO	+																																					
<i>Gomphonema pumilum</i>	GPUM	+			+			+	+	1,47									+		+																		
<i>Gomphonema pumilum var. rigidum</i>	GPRI	+	0,97	3,65	+	+	1,95	2,44		0,98		0,49																											
<i>Gomphonema rosenstockianum</i>	GROS																																						
<i>Gomphonema saprophilum</i>	GSPP																																						
<i>Gomphonema sp. 2</i>	GOMS2																																						
<i>Gomphonema sp. 3</i>	GOMS3																																						
<i>Gomphonema sp. 4</i>	GOMS4																																						
<i>Gomphonema sp. 5</i>	GOMS5																																						
<i>Gomphonema sp. 6</i>	GOMS6																																						
<i>Gomphonema subclavatum</i>	GSCL	+																																					
<i>Gomphonema tergestinum</i>	GTER	1,47	2,18	2,19	3,19	0,24	3,9	5,37	3,79	0,98	6,93	2,45	2,94	2,21	+	1,94	3,46	1,23	2,91	2,21	2,67	2,69	1,5	+	0,73	3,42	3,17	12,99	6,79	14,94	3,39	17,79	22,66	24,36	30,56	18,71	7,6		
<i>Gomphonema varioeduncum</i>	GVRD																																						
<i>Gomphonema vulgare</i>	GVUL																																						
<i>Grunowia tabellaria</i>	GTAB					+																0,49																	
<i>Gyrosigma sciotoense</i>	GSCI		+																																				
<i>Halamphora montana</i>	HLMO																																						
<i>Halamphora normanii</i>	HNOR																																						
<i>Handmannia glabriuscula</i>	HGLA																																						
<i>Hannaea arcus</i>	HARC	1,47	1,46	2,43	+	0,98	+	+	0,45	+	0,99	+									0,49		+	+	+		0,49	+	+	+	0,69	+	+	+	+	+	+		
<i>Hantzschia amphioxys</i>	HAMP		+							+																													
<i>Humidophila irata</i>	HUIR																																						
<i>Humidophila paracomenta</i>	HUPC																																						
<i>Humidophila perpusilla</i>	HPEP																																						
<i>Kurtkammeria recta</i>	KURE				+																																		
<i>Luticola acidoclinata</i>	LACD											+																											
<i>Luticola frequentissima</i>	LFRQ																																						
<i>Luticola goeppertiana</i>	LGOE																																						
<i>Luticola imbricata</i>	LIMB																																						
<i>Luticola nivalis</i>	LNIV						+																																
<i>Luticola pseudoimbricata</i>	LPIM		+																																				
<i>Luticola sp.</i>	LUSP																																						
<i>Luticola ventricosa</i>	LVEN																																						
<i>Mayamaea pernitens</i>	MPMI		0,49																																				
<i>Melosira varians</i>	MLIN				+						+						0,49			+																			
<i>Meridion circulare</i>	MCIR		+	0,43	+	+	+																																
<i>Navicula antonii</i>	NANT	+			+	+	+	0,49	4,63	1,11	+	0,5	0,49	+																									
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR																																						
<i>Navicula catalanogermanica</i>	NCAT	+																																					
<i>Navicula cryptocephala</i>	NCRY				+	+			0,98			0,45																											
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	+	0,97	0,97	+	1,47	1,46	+	1,34	0,49	0,99	2,21	0,49	1,47	+	+	0,99	0,49																					
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	NCTO				+																																		
<i>Navicula exilis</i>	NEXI																																						
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	0,49	2,43	2,19	+	0,24	0,98	0,73	3,34	1,47	0,5	3,68	+	0,49	+	+																							
<i>Navicula grimmeri var. rostellata</i>	-																																						
<i>Navicula kotschy</i>	NKOT		+	0,49																																			
<i>Navicula lanceolata</i>	NLAN	0,98	2,18	1,7	+	1,47	0,49	0,98	0,89	+	+	0,98	0,49	+	0,49	+																							
<i>Navicula libonensis</i>	NLIB																																						

Tabela 7. Nastavak

Takson	Kod	11. april 2011.						06. jul 2011.						13. septembar 2011.						27. novembar 2011.						02. mart 2012.						18. maj 2012.							
		RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6								
<i>Nitzschia</i> sp. 8	NZSS8																																						
<i>Nitzschia</i> sp. 9	NZSS9																																						
<i>Nitzschia</i> sp. 10	NZSS10																																						
<i>Nitzschia</i> sp. 11	NZSS11																																						
<i>Nitzschia sublinearis</i>	NSBL																																						
<i>Nitzschia suchlandtii</i>	NSUD				+																																		
<i>Nitzschia supralittorea</i>	NZSU																																						
<i>Odontidium mesodon</i>	DMES	+	1,46	1,46	+	0,98	0,73	+	0,22	+	0,25	0,49	0,25																										
<i>Pinnularia brebissonii</i>	PBRE												+																										
<i>Pinnularia rupestris</i>	PRUP																																						
<i>Pinnularia schoenfelderi</i>	PSHO																																						
<i>Pinnularia</i> sp. 1	PINS1																																						
<i>Pinnularia</i> sp. 2	PINS2																																						
<i>Pinnularia</i> sp. 3	PINS3																																						
<i>Pinnularia</i> sp. 4	PINS4																																						
<i>Pinnularia</i> sp. 5	PINS5																																						
<i>Pinnularia subgibba</i>	PSGI																																						
<i>Placoneis hambergii</i>	PLHA	+																																					
<i>Placoneis paraelginensis</i>	PPAE			+																																			
<i>Placoneis undulata</i>	PUND																																						
<i>Planothidium biporum</i>	PLBI	+																																					
<i>Planothidium frequentissimum</i>	PLFR	0,98	+	1,95	3,19	0,98	+	1,71	7,57	4,41	1,98	2,7	0,98	1,72	2,21	3,16	0,74	0,74	+	0,49	0,73	1,47	2	1,9	0,24	2,44	4,63	2,21	2,04	1,61	0,48	4,81	0,7	1,41	0,49	1,92	1,66		
<i>Planothidium haynaldii</i>	PHAY	+																																					
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	+	+	0,73	+	+	+	+	1,34	+		0,74	0,98	0,49	0,49				+						0,49	+	0,48		0,49	1,71	+	0,45	1,38	0,24	+	+	+	+	0,71
<i>Platessa montana</i>	PTMO																																						
<i>Psammothidium bioretii</i>	PBIO		0,49	+		+																																	
<i>Psammothidium daonense</i>	PDAO																																						
<i>Psammothidium grishunum</i>	PGRI													0,25																									
<i>Psammothidium</i> sp. 1	PMMS1																																						
<i>Psammothidium</i> sp. 2	PMMS2																																						
<i>Psammothidium subatomoides</i>	PSAT		+	+	+																																		
<i>Reimeria ovata</i>	ROVA																																						
<i>Reimeria sinuata</i>	RSIN	0,49	+	0,49	+	+	1,71	1,46	3,79	1,72	5,94	3,19	2,7	+	1,97	0,97		0,74	+		+	+	1,5	0,95	0,49	3,67	2,44	7,11	3,62	12,64	1,45	0,96	1,4	0,47	1,47	+			
<i>Reimeria uniseriata</i>	RUNI																																						
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB																																						
<i>Sellaphora absoluta</i>	SABS																																						
<i>Sellaphora mutatoidea</i>	SMTO																																						
<i>Sellaphora nigri</i>	SNIG				0,97								1,47																										
<i>Sellaphora pupula</i> sensu lato	SPUP	+			+			+	+				0,49				+																						
<i>Sellaphora radiosa</i>	SERA				+																																		
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM																																						
<i>Sellaphora</i> sp. 1	SELS1																																						
<i>Stauroneis separanda</i>	STSE			+																																			
<i>Stauroneis</i> sp. 1	SRCH1																																						
<i>Stauroneis pinnata</i>	SPIN																																						
<i>Surirella angusta</i>	SANG	+	0,49	+		0,49								+	+																								
<i>Surirella minuta</i>	SUMI	+	0,49					+																															
<i>Surirella lacrimula</i>	SLAC		+	+	+	+	+	+																															
<i>Ulnaria acus</i>	UACU																																						
<i>Ulnaria capitata</i>	UCAP																																						
<i>Ulnaria delicatissima</i>	UDEL																																						
<i>Ulnaria ulna</i>	UULN	+	+	+	+	0,24	+	0,24	+		+	+			+	+	0,49	+																					
<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i>	UUAM																																						

4.1.3. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Raške

Na ispitivanim lokalitetima reke Raške identifikovano je 122 taksona epilitskih silikatnih algi (Tabela 8).

Zabeleženo je prisustvo 46 rodova epilitskih silikatnih algi (Tabela 8). U odnosu na broj taksona dominira rod *Navicula* sa 16 taksona, *Gomphonema* sa 15 i rod *Nitzschia* sa 8 taksona.

Taksoni *A. minutissimum*, *A. pediculus* i *N. cryptotenella* Lange-Bertalot su prisutni na svim lokalitetim tokom svih sezona. *Cymbella compacta* Østrup, *D. vulgaris* Bory i *N. tripunctata* nisu zabeleženi samo na jednom lokalitetu (Tabela 8).

Od 122 identifikovana taksona zabeleženo je 10 novih taksona za floru Srbije. U Tabeli 8 ovi taksoni prikazani su **Bold**, a njihove morfološke karakteristike, rasprostranjenje i ekologija date su u poglavlju 4.1.6.

Sezonska dinamika zajednice epilitskih silikatnih algi

Dinamika smene dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona predstavljena je na Slici 13. U obzir su uzimani taksoni čija je brojnost, bar u jednom uzorku, bila iznad 10% (Tabela 8).

U aprilu 2011. godine na prva četiri lokaliteta dominira *A. minutissimum*. Pored njega, na lokalitetu RŠ2 subdominantan takson je *G. tergestinum*, a na RŠ3 i RŠ4 *A. pediculus*. Na lokalitetu RŠ5 *G. tergestinum* i *A. pediculus* su bili kodominantni taksoni, a *A. minutissimum* subdominantan.

U junu 2011. godine *A. minutissimum* je bio dominantan na lokalitetima RŠ1, RŠ4 i RŠ5. Na lokalitetu iznad ribnjaka (RŠ2) dominira *A. pediculus*, a na lokalitetu ispod ribnjaka (RŠ3) *C. lineata*. Subdominantni taksoni su *A. pediculus* na lokalitetu RŠ1, *A. minutissimum* na RŠ2, *A. minutissimum*, *A. pediculus* i *C. pseudolineata* na RŠ3 i *A. affine* (Grunow) Czarnecki na RŠ5.

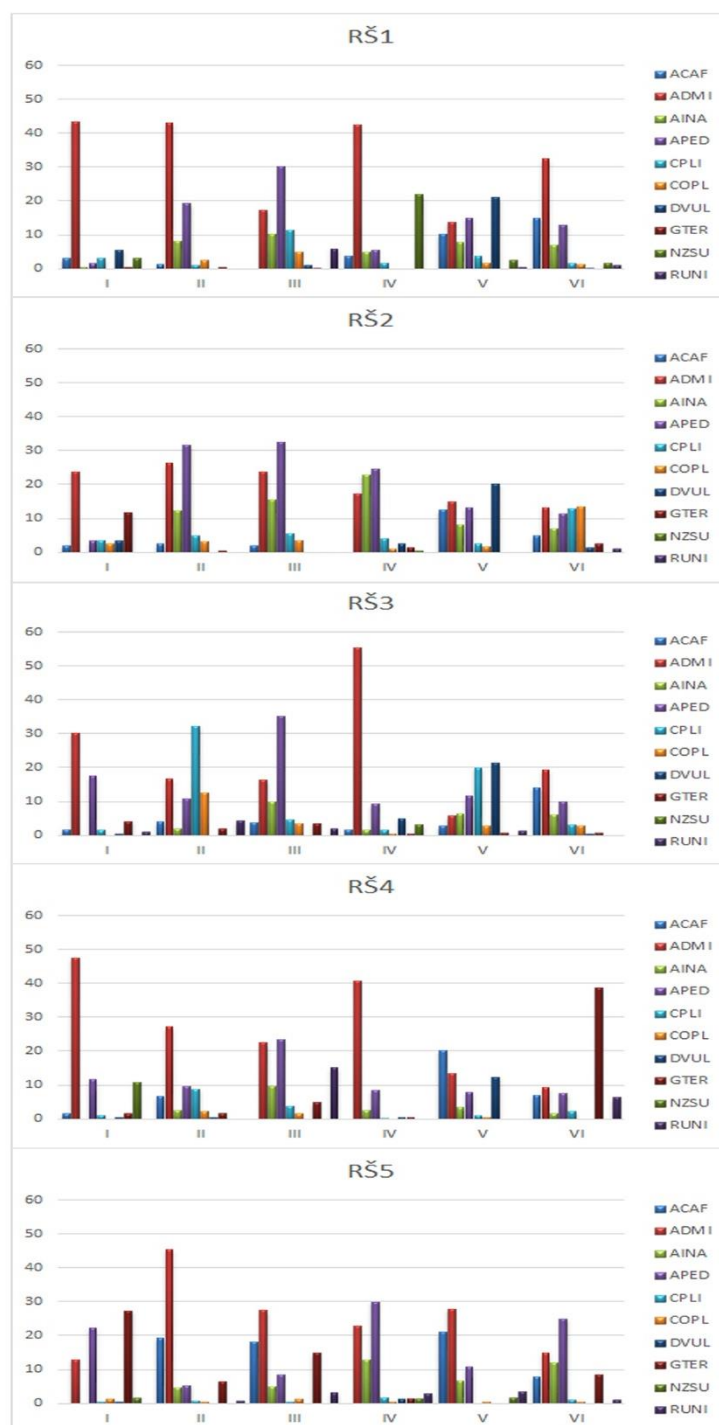
U avgustu 2011. godine na prva tri lokaliteta *A. pediculus* je bio dominantan takson, na poslednjem lokalitetu dominiraa *A. minutissimum*, dok su na RŠ4 oba taksona bila kodominantna. Subdominantni taksoni su *A. minutissimum*, *A. inariensis* i *C. lineata*

na RŠ1, *A. minutissimum* na RŠ2, *A. minutissimum* na RŠ3, *R. uniseriata* na RŠ4 i *A. affine* na RŠ5.

U novembru 2011. godine na lokalitetima RŠ1, RŠ3 i RŠ4 dominantan takson je bio *A. minutissimum* (42,55% i 41%). Na lokalitetu iznad ribnjaka dominirale su vrste roda *Amphora* (*A. inariensis* i *A. pediculus*), dok je *A. minutissimum* bio subdominantan takson. Na lokalitetu RŠ5 *A. pediculus* je bila dominantna, dok su *A. minutissimum* i *A. inariensis* bili subdominantni taksoni.

U martu 2012. godine na lokalitetima iznad ribnjaka dominira *D. vulgaris*, dok su subdominantni taksoni *A. affine* i *A. minutissimum*. Odmah ispod ribnjaka (RŠ3), pored *D. vulgaris*, kao kodominantan takson zabeležen je i *C. pseudolineata*. Na lokalitetu RŠ4 dominantan takson je bio *A. affine*, dok su *D. vulgaris* i *A. minutissimum* bili subdominantni. Na lokalitetu RŠ5 dominantnost preuzimaju vrste roda *Achnanthidium* (kodominantni taksoni *A. affine* i *A. minutissimum*) i subdominantan takson *A. pediculus*.

U maju 2012. godine na lokalitetu RŠ1 dominira *A. minutissimum*, a *A. affine* i *A. pediculus* su subdominantni. Na RŠ2 i RŠ3 uočena je kodominantnost nekoliko taksona, što ukazuje na najveći diverzitet u odnosu na ostale lokalitete tokom ove sezone. *Gomphonema tergestinum* je dominantna na RŠ4, dok je na ostalim lokalitetima samo zabeležena ili je njen udeo u zajednici bio manji od 10%. Na lokalitetu RŠ5 *A. pediculus* je bio dominantan takson, a *A. minutissimum* i *A. inariensis* subdominantni taksoni.



Slika 13. Dinamika smene dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona u istraživanom toku reke Raške; RŠ1-RŠ2 – istraživani lokaliteti; Y osa - abudanca taksona; I – april 2011., II – jul 2011., III – avgust 2011., IV – novembar 2011., V – mart 2012., VI – maj 2012.; Kodovi taksona u Tabeli 8.

Tabela 8. Identifikovani taksoni sa procentualnom zastupljenošću u epilitskoj zajednici silikatnih algi reke Raške na istraživanim lokalitetima

Takson	Kod	07. april 2011.					25. jun 2011.					29. avgust 2011.					30. novembar 2011.					06. mart 2012.					15 maj 2012.									
		RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5					
<i>Achnanthes coarctata</i>	ACOA	+																																		
<i>Achnanthidium affine</i>	ACAF	3	2	1,75	1,5		1,24	2,49	3,49	6,72	19,11		1,99	3,75		18,20	3,72		1,74			10,20	12,47	2,74	20,2	20,9	14,92	4,73	14	6,98	7,73					
<i>Achnanthidium exile</i>	ADXI													1									0,5	7,14	2,49	2,49										
<i>Achnanthidium latecephalum</i>	ADLA																			+									+	+						
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	ADMI	43,25	23,75	30,17	47,5	12,9	43,03	26,18	16,5	27,11	45,41	17,25	23,69	16,25	22,39	27,43	42,43	17,16	55,33	40,79	22,63	13,68	14,96	5,74	13,3	27,86	32,34	13,18	19,25	9,23	14,96					
<i>Achnanthidium pyrenaicum</i>	ADPY						2,24				0,50	2,5		5,75	1,74	3,99	+	+	+	+	0,50	2,24				+	0,50	8,71	2,25	0,50	+					
<i>Achnanthidium straubianum</i>	ADSB		0,5				2,5	6,2	1,48		3,2	2,5	3,49		4,4		3	2,2	26,7	5,84	5	3,7	0,50		13	7,46	2,24	8	1,99	2,49						
<i>Amphora copulata</i>	ACOP																																			
<i>Amphora inariensis</i>	AINA	0,5				+	8,21	12,22	1,97	2,49	4,71	10,25	15,46	9,75	9,70	4,99	4,963	22,79	1,489	2,457	12,65	7,71	7,98	6,23	3,45	6,72	6,96	6,96	6	1,50	11,97					
<i>Amphora ovalis</i>	AOVA				+						+						+																			
<i>Amphora pediculus</i>	APED	1,5	3,25	17,46	11,5	22,33	19,15	31,67	10,84	9,45	5,21	30,25	32,42	35	23,38	8,48	5,46	24,51	9,81	8,35	29,93	14,92	13,22	11,47	7,88	10,70	12,93	11,19	10	7,48	24,94					
<i>Caloneis fontinalis</i>	CFON		0,5	1			0,7	1	6,2			0,8	1,5		0,5	0,2		4,2		+	+	0,5								0,3						
<i>Caloneis lancetula</i>	CLCT																	1,2													+					
<i>Cocconeis lineata</i>	CPLI	3	3,5	1,50	1	0,50	0,99	4,74	32,27	8,71	0,74	11,25	5,49	4,5	3,73	0,50	1,74	3,92	1,49	0,25	1,70	3,73	2,49	19,95	0,98	1,49	12,93	3	2,24	1						
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	0,5		0,50		+	1,24	0,25			+			0,75	0,99		+	+	+	0,49										1,99	+	0,50				
<i>Cocconeis placentula</i>	CPLA	1,25	1,25	1,99	+	6,95	1,24					0,5	0,50				1,74	5,39	0,50			1,24	0,50	0,50	0,49	0,25		1,99	0,25	+	0,25					
<i>Cocconeis pseudolineata</i>	COPL	+	2,5		+	1,2	2,49	3,24	12,6	2,24	0,50	5	3,5	3,5	1,49	1,2	+	0,98	0,50		0,49	1,7	1,7	2,7	0,49	0,50	1,2	13,5	2,8		0,50					
<i>Craticula accomoda</i>	CRAC																																			
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CMEN	0,5										1										0,50	+													
<i>Cymatopleura elliptica</i>	CELL	+																																		
<i>Cymatopleura solea</i>	CSOL										+																									
<i>Cymatopleura solea var. apiculata</i>	CSAP	+	0,5																																	
<i>Cymbella compacta</i>	CCMP	2,25	8,75	1,99	1	0,99	+	+		0,75	+	0,75	+	+	+	+	0,99	+	0,25	+	0,24	0,75	1	1,50	+	0,50	+	+	+	+	+					
<i>Cymbella excisa</i>	CAEX	0,5	2,5	1,995	0,5	0,99	+			0,99	+				0,99	+																				
<i>Cymbella parva</i>	CPAR	0,5					0,50	+		0,75		0,5	0,25	+	1,49		+			0,49	+									0,50	+	+				
<i>Cymbatopleura amphicephala</i>	CBAM																																			
<i>Denticula tenuis</i>	DTEN		1,5	1,25	0,5	1,99	0,25		0,49	0,99	+		+	0,5	0,50		0,50		+	0,98	1,46	0,50	+	+	0,49	+	+	+	+	3,25	1	1				
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	DEHREN	+		0,50	+	0,50				0,99	+																					0,50	+			
<i>Diatoma moniliformis</i>	DEHR	+																			0,487	+	+		0,49											
<i>Diatoma vulgare</i>	DVUL	5,5	3,25	0,50	0,5	0,50	+	+		0,50	+	1	+	+	+	+	+	2,45	4,96	0,49	1,22	20,9	20,2	21,20	12,31	+	0,25	1,48	0,5	+	+					
<i>Diploneis oblongella</i>	DOBL																																			
<i>Diploneis parva</i>	DPAR	+																																		
<i>Ellerbeckia arenaria</i>	EARE						+						+		0,25		+															+				
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	ENLB	+	0,5					+		0,746	0,248			+								+	+		0,49	0,50						1	+			
<i>Encyonema minutum</i>	ENMI	0,75	1,5	1,25	0,5	0,50				0,99				1		1	2,98	+	0,74		0,49		1	0,98	1,49	1,49	1,49	1,49	1,25	2,49	4,24					
<i>Encyonema prostratum</i>	EPRO	+		+			0,25															+	+									+	+			
<i>Encyonema silesiacum</i>	ESLE	3,25	2,5	0,50	0,5	0,993	0,50						0,50				2,48		0,50	0,74	0,49	1,49	1,99	0,50		0,99	1,24	0,99	3	1,99	1					
<i>Encyonema ventricosum</i>	EVEN	1,25	2	3,75		3,23	0,75		0,49	2,49	2,73	1		0,5	0,75	1,25	1,98		1,49	2,95	0,97	0,50	1,25	0,50	2,96	0,99	0,99	0,99	3	2,99						
<i>Encyonopsis microcephala</i>	ENCM																																			
<i>Fallacia subhamulata</i>	FSBH	+		1,50														+										+	0,25	0,5	+					
<i>Fragilaria pararumpens</i>	FPRU	2,25			1																											0,50				
<i>Fragilaria radians</i>	FRAD																																+			
<i>Fragilaria recapitellata</i>	FRCP																																			
<i>Fragilaria rumpens</i>	FRUM								1		1,24	+	0,25			0,25	0,50	0,73	1	+	0,49	0,99		0,50		+	0,50					+				
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU	+	0,5	50		0,50	1,49			1,49	+				0,50	0,25				0,99	0,74	1,49	2,24	3,24	2,96	+	0,50	+	+							
<i>Frustulia vulgaris</i>	FVUL	0,25	2,5			+			0,49											+		+	+					+					+			
<i>Geissleria decussis</i>	GDEC	+					+			0,50									+			+	+					+					+			
<i>Geissleria gereckei</i>	GGRK					+	0,5		0,7			0,5	3,8	0,7			1									+		0,5		+	0,5	0,5	1	0,5	1,2	0,7

Tabela 8. Nastavak

Takson	Kod	07. april 2011.					25. jun 2011.					29. avgust 2011.					30. novembar 2011.					06. mart 2012.					15 maj 2012.					
		RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	
<i>Gomphonema accuminatum</i>	GACU	+		+	+	+	+									+					+	0,50	+	+		+		+		+		
<i>Gomphonema angusticephalum</i>	GAGC																															
<i>Gomphonema capiatum</i>	GCAP	+	1	0,50						0,49											+		+	+	+	+			+	+	+	
<i>Gomphonema cymbellinum</i>	GCBC	+																														
<i>Gomphonema exilissimum</i>	GEXL					+																									+	
<i>Gomphonema micropus</i>	GMIC	+																			+										+	
<i>Gomphonema minutum</i>	GMIN	+	2,25	3,49		+	0,50															+	+	1,25		0,50	0,75		1,25	1	1	
<i>Gomphonema olivaceolacuum</i>	GOLL			+																	+										+	
<i>Gomphonema olivaceum</i>	GOLI	0,5	2	1,25	+	4,96	0,25								0,50	0,50	+	1,49			+	+	1	0,50	+	+	1,24	+	4,74	1,50		
<i>Gomphonema parvuliforme</i>	GPVF	+	1	2,7	1,5	+				0,5	1	+			0,5						+	+	0,5	2	1	+	+	2,8	1	+		
<i>Gomphonema parvulum</i>	GPAR															+															+	
<i>Gomphonema pumilum</i>	GPUM									0,50																					+	
<i>Gomphonema pumilum var. rigidum</i>	GPRI																														+	
<i>Gomphonema sarcophagus</i>	GSAR	+	1,5			1,49																									0,50	
<i>Gomphonema tergestinum</i>	GTER	0,5	11,75	3,99	1,5	27,30	0,50	50	1,97	1,74	6,45	0,25	+	3,5	4,73	14,71				1,47	0,50	0,49	1,46		+	0,75	+	+	2,49	0,75	38,65	8,48
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	GYAT	+																														
<i>Gyrosigma obtusatum</i>	GYOB	+																														
<i>Gyrosigma sciotoense</i>	GSCI	0,5	+	0,249	+	+	+	+	0,25	0,25	+	+	+	0,25	0,25	+				+	+					+	+	+				
<i>Handmania glabriuscula</i>	HGLA			0,50	0,75						0,50	+																				
<i>Hantzschia amphioxys</i>	HAMP				1																											
<i>Hippodonta costulata</i>	HCOS																															
<i>Laicola goeppertiana</i>	LGOE			1,50	+	+																										
<i>Mayamaea perniis</i>	MAPE																															
<i>Melostira varians</i>	MLIN	8	1		+		+	+																								
<i>Meridion circulare</i>	MCCR	0,5	0,5			0,50	2,74																									
<i>Navicula antonii</i>	NANT	0,5		+	1,25	0,25																										
<i>Navicula cari</i>	NCAR																															
<i>Navicula catalanogermanica</i>	NCAT																															
<i>Navicula cryptocephala</i>	NCRY	+																														
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	1,25	3	3,74	2,75	0,99	1,24	5,74	0,25	6,96	0,50	3,75	4,24	1	2,74	1,50	1,74	8,82	3,72	+	1,46	1,74	2,74	0,75	1,72	0,50	1,99	1,99	2,25	0,75	1,99	
<i>Navicula hintzii</i>	NHIN																															
<i>Navicula jakovljevićii</i>	NJAK							0,50	+																							
<i>Navicula moskali</i>	NMOK	+																														
<i>Navicula lanceolata</i>	NLAN	+																														
<i>Navicula radiosa</i>	NRAD	0,25	0,5	+																												
<i>Navicula recens</i>	NREC			+																												
<i>Navicula reichardtiana</i>	NRCH																															
<i>Navicula sp. 8</i>	NASP8																															
<i>Navicula sp. 9</i>	NASP9																															
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	1	+	6,98	+	1,98	2,98	1,25	1,97	2,24	+	0,5	1	+	1,49																	
<i>Navicula trivialis</i>	NTRI																															
<i>Neidomorpha binodiformis</i>	NBNF			3,75																												
<i>Neidum dubium</i>	NEDU	+																														
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	5		3,49	5	2,23	1,49	1,50	0,49	3,98	0,50	0,75	0,50	1		1,49	+	0,99	1,47	2,19	4,48	4,24	0,50	3,69	1,49	0,50	0,50	4	1	2,49		
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	1,25		2	2,5	0,50									1,24																	
<i>Nitzschia heufleriana</i>	NHEU							+																								
<i>Nitzschia linearis</i>	NLIN	2	2		2	0,50																										
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	3,25																														
<i>Nitzschia recta</i>	NREC	0,5	0,5																													
<i>Nitzschia solita</i>	NISO	+	1																													
<i>Nitzschia supralitorea</i>	NZSU	3				10,75	1,49																									

Tabela 8. Nastavak

Takson	Kod	07. april 2011.					25. jun 2011.					29. avgust 2011.					30. novembar 2011.					06. mart 2012.					15 maj 2012.					
		RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5	
<i>Odontidium mesodon</i>	DMES								0,25																							
<i>Placoneis paraelginensis</i>	PPAE				1																											
<i>Planothidium dubium</i>	PTDU	0,5	1,5	0,50	1	0,99		0,25		2,74	1,49			1			0,25		0,50	1,47		0,50	+		0,98		+	0,99	0,5	+		
<i>Planothidium frequentissimum</i>	PLFR	+	0,5		2	2,23			0,49	0,25	3,72			0,50	2	0,99	3,24			1,47	3,41	0,50			0,50	0,50					2,24	
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	0,5			0,5	0,50	0,99	0,50	0,25					+							1,97	0,97									+	+
<i>Psammothidium subatomoides</i>	PSAT		0,5				1	1		0,74						1,25		0,98	0,74	0,74		1	0,75			1	0,75		1			
<i>Reimeria sinuata</i>	RSIN				0,5	+	1,24	0,25	+	2,99	+	+	0,5		+	+		0,74	+	2,46	+			+	1,97	+	+	+	2,75	+		
<i>Reimeria uniseriata</i>	RUNI			1					4,2		0,7	5,8	+	2	15	3,2	+	+			2,9	0,5		1,3	+	3,5	1	1		6,2		
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB																			+			+									
<i>Sellaphora bacillum</i>	SEBA		0,5			+					+																			+		
<i>Sellaphora pupula</i>	SPUP	+				+		0,50			+																					
<i>Sellaphora radiosa</i>	SERA											+									0,49	+			+	+						
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM																														+	
<i>Stauroneis smithii</i>	SSMI	+																													+	
<i>Stausirosira binodis</i>	SBND																															
<i>Stausirosirella pinnata</i>	SPIN													1	1,24								+	+								
<i>Surirella angusta</i>	SANG	0,5	0,5	+	+						+			0,5												0,49					+	
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	SBKU	+									+																				+	
<i>Surirella minuta</i>	SUMI	0,5				+					+																					
<i>Tryblionella angustata</i>	TANG																															
<i>Ulnaria acus</i>	UACU										+																					
<i>Ulnaria biceps</i>	UBIC																														+	
<i>Ulnaria ulna</i>	UULN	+	1,5	+	+	+	0,75		0,98	0,75	+	+	+	0,25	1,25	+		+		+	+	+	+	+	+	3,99		+	+	+	+	

4.1.4. Kvalitativni i kvantitativni sastav i sezonska dinamika zajednice silikatnih algi reke Studenice

Na ispitivanim lokalitetima reke Studenice identifikovano je 190 taksona epilitskih silikatnih algi (Tabela 9).

Od 55 rodova epilitskih silikatnih algi (Tabela 9), u odnosu na broj taksona, dominiraju rodovi *Navicula* i *Gomphonema* sa po 23 taksona i rod *Nitzschia* sa 20 taksona.

Taksoni koji su bili najzastupljeniji duž ispitivanog toka reke tokom svih sezona su: *A. minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *A. inariensis*, *A. pediculus*, *C. lineata*, *C. pseudolineata*, *C. compacta*, *G. olivaceum*, *G. pumilum* (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot, *G. tergestinum*, *N. cryptotenella*, *N. lanceolata* Ehrenberg, *N. tripunctata*, *N. dissipata*, *N. linearis* W.Smith i *R. uniseriata* (Tabela 9).

Od 190 identifikovana taksona zabeleženo je 27 novih taksona za floru Srbije. U Tabeli 9 ovi taksoni prikazani su **Bold**, a njihove morfološke karakteristike, rasprostranjenje i ekologija date su u poglavlju 4.1.6.

Sezonska dinamika zajednice epilitskih silikatnih algi

Na Slici 14 predstavljena je dinamika smene dominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona. U obzir su uzimani taksoni čija je brojnost, bar u jednom uzorku, bila iznad 10% (Tabela 9).

U aprilu 2011. na svim lokalitetima zabeležena je smena u dominaciji *A. pyrenaicum* i *G. olivaceum*. Na lokalitetima ST1 i ST4 *A. pyrenaicum* je bio dominantan, dok na ostalim lokalitetima dominira *G. olivaceum*. Pored ova dva taksona, *N. dissipata* je subdominantna na lokalitetu ST1, *G. tergestinum* na ST2 i *C. compacta* na ST5.

U junu 2011. *A. pyrenaicum* je na svim lokalitetima dominantan, kodominantan ili subdominantan takson. Na lokalitetu ST4 apsolutno dominira u zajednici sa zastupljenošću od 40,75%. Uočava se i velika zastupljenost vrsta roda *Gomphonema*. *Gomphonema tergestinum* i *N. lanceolata* su subdominantni taksoni na lokalitetu ST2, *G. olivaceum* i *G. pumilum* kodominantni na ST3, *G. tergestinum* subdominantan na

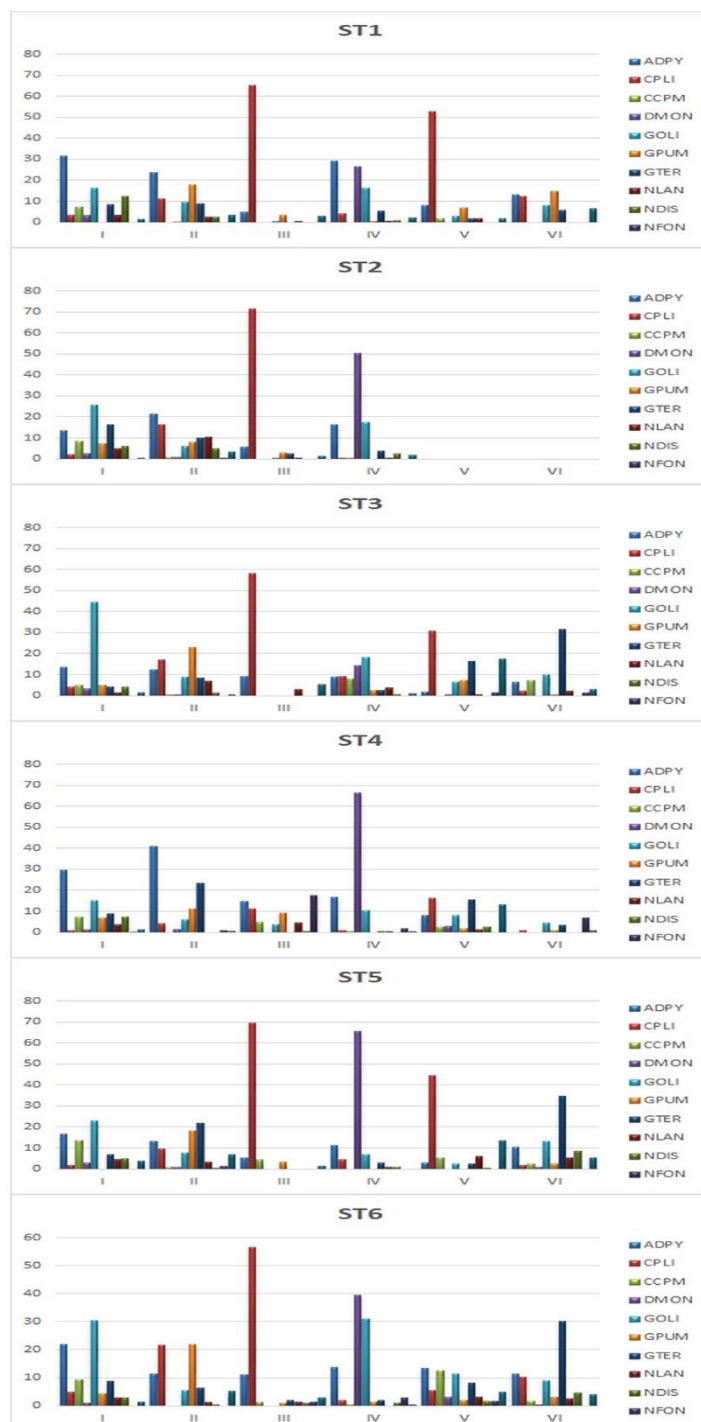
ST4, *G. tergestinum* i *G. pumilum* kodominantni na ST5 i *G. pumilum* i *C. lineata* kodominantni na lokalitetu ST6.

U avgustu 2011. godine *C. lineata* sa zastupljenošću od 56,7% do 71,3% je dominantan takson u zajednici na svim lokalitetima. Jedini izuzetak je lokalitet ST4 sa ujednačenom zajednicom visokog diverziteta, gde su *C. lineata* i *A. pyrenaicum* kodominantni taksoni.

U novembru 2011. godine uzvodno od ribnjaka, na lokalitetima ST1 i ST2, dominiraju *D. moniliformis*, *A. pyrenaicum* i *G. olivaceum*. Na lokalitetu kod ribnjaka (ST3) *D. moniliformis* je kodominantna sa *G. olivaceum*. Na lokalitetima nizvodno od ribnjaka (ST4, ST5 i ST6) *D. moniliformis* je dominantan ili kodominantan takson.

U martu 2012. godine *C. lineata* je dominantan takson na lokalitetima ST1, ST3 i ST5, dok je na ST3 i ST4 kodominantan sa *G. tergestinum*. Na lokalitetu ST6 zapaža se ujednačena zajednica visokog diverziteta u kojoj su *A. pyrenaicum* (13,43%), *C. compacta* (12,44%) i *G. olivaceum* (11,44%) kodominantni taksoni. Za lokalitet ST2 nema podataka o brojnosti taksona (videti poglavlje Materijal i metode).

U maju 2012. na prvom lokalitetu zapaža se ujednačena zajednica visokog diverziteta u kojoj su *A. pyrenaicum* (13,11%), *C. lineata* (12,3%) i *G. tergestinum* (14,75%) kodominantni taksoni. Na lokalitetima posle ribnjaka (ST3, ST5 i ST6) *G. tergestinum* je dominantan takson. Za ST2 i ST4 nema podataka o brojnosti taksona (videti poglavlje Materijal i metode).



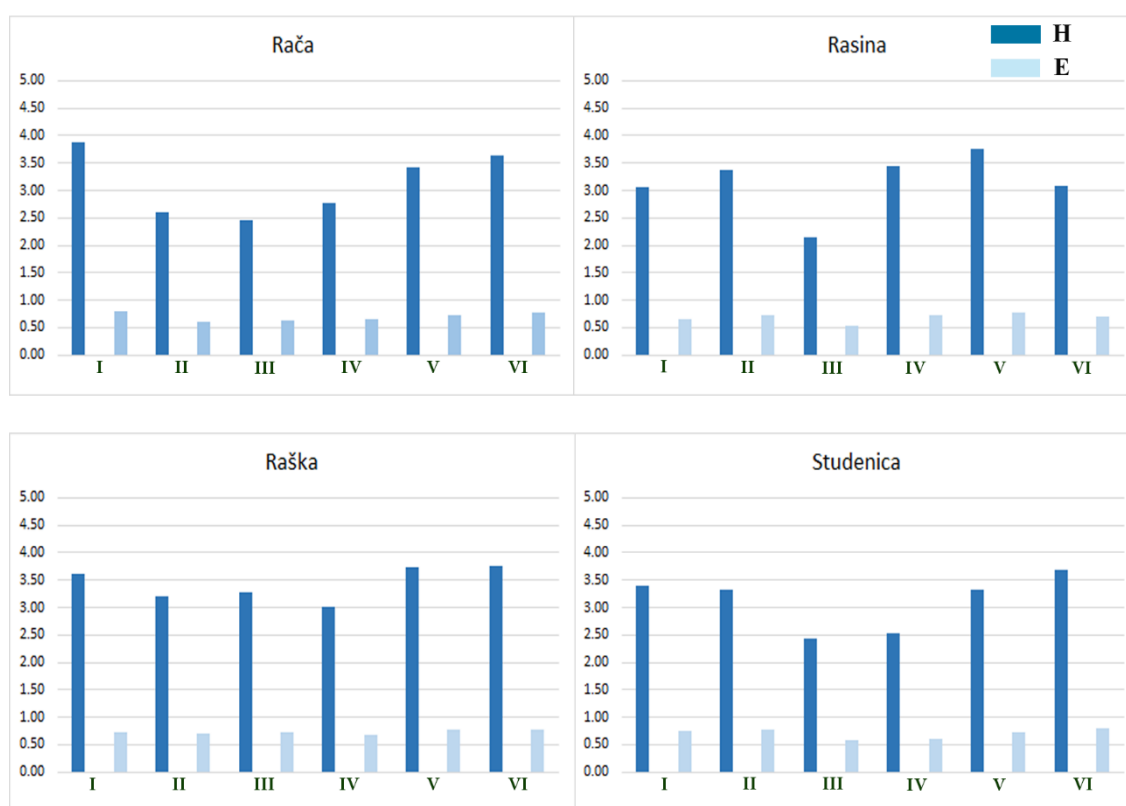
Slika 14. Dinamika smene dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona tokom šest sezona u istraživanom toku reke Studenice; ST1-ST2 – istraživani lokaliteti; Y osa - abudanca taksona; I – april 2011., II – jun 2011., III – avgust 2011., IV – novembar 2011., V – mart 2012., VI – maj 2012.; Kodovi taksona u Tabeli 9.

Tabela 9. Nastavak

Takson	Kod	09. april 2011.						23. jun 2011.						30. avgust 2011.						28. novembar 2011.						05. mart 2012.						15. maj 2012.					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
<i>Nitzschia sociabilis</i>	NSOC	+		0,5	0,4	+	+	0,5	+	+	+	+		+	+	0,49		+	+	+	0,77		+	+					0,5	0,5	1,64					0,49	
<i>Nitzschia soratensis</i>	NSTS			0,99											+												0,99									+	
<i>Nitzschia</i> sp. 12	NZSS12					+																															
<i>Nitzschia</i> sp. 13	NZSS13																			+																	
<i>Odonidium mesodon</i>	DMES	+	+	+	0,2	+	0,49	+	+	0,49	+	+								0,39		+	+			0,5	+	1		+	1	0,98	1,5				
<i>Pantocsekiella ocellata</i>	POCL																																		1		
<i>Pinnularia appendiculata</i>	PAPP																									+											
<i>Pinnularia</i> aff. <i>microstauron</i> var. <i>angustata</i>	-											+																									
<i>Pinnularia schoenfelderi</i>	PSHO								+																												
<i>Pinnularia rupestris</i>	PRUP																																		+		
<i>Pinnularia subrupestris</i>	PSRU																																		+		
<i>Placoneis paraelginensis</i>	PPAE					+																															
<i>Placoneis</i> sp.	PLAS												+																								
<i>Planothidium biporum</i>	PLBI																																		+		
<i>Planothidium frequentissimum</i>	PLFR	0,99		+		0,98	+	+	+	+	+	+		0,49	+	+				+		+	0,5		+	0,99	0,5	+	1,64		+		0,98				
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	0,49	+	+		0,49	0,49	+	+	+	+	+	0,49			+						+			0,25		0,5		+		0,49						
<i>Psammothidium bioretii</i>	PBIO									+																											
<i>Psammothidium daonense</i>	PDAO					+																															
<i>Psammothidium lauenburgianum</i>	PLAU							+	+			+								+		+													+		
<i>Reimeria ovata</i>	ROVA							+				+																									
<i>Reimeria sinuata</i>	RSIN	+		+		+							+																								
<i>Reimeria uniseriata</i>	RUNI	1,48	0,5	1,49	1,21	3,91	1,47	3,47	3,47	0,49	0,74	6,86	5,1	2,96	1,47	5,39	+	1,48	2,91	2,23	1,92	1,16	0,47	+	0,48	1,98		17,33	13,12	13,37	4,98	6,56		2,95	1	5,39	3,99
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB	0,74		+	+	0,98	+	+	+	0,49	+	+	0,24	+	+	+	+	0,48	+		1,16	+	0,99	+	+		+			1,64		+					
<i>Rhopalodia gibba</i>	RGBB																																+				
<i>Sellaphora bacilloides</i>	SBAO							+																									+				
<i>Sellaphora bacillum</i>	SEBA													+	+																						
<i>Sellaphora nigri</i>	SNIG					0,49		+									+																+				
<i>Sellaphora pseudopupula</i>	SPPU																																+				
<i>Sellaphora pupula</i> sensu lato	SPUP	+						+	+		+		0,49		+	0,49				+													+				
<i>Sellaphora radiosa</i>	SERA																																+				
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM					+																															
<i>Sellaphora</i> sp. 2	SELS2																+																				
<i>Stauroneis reinhardtii</i>	SREI									+																											
<i>Stauroneis</i> sp. 2	SRCH2									+																											
<i>Stauroneis thermicola</i>	STHE																																+				
<i>Staurosirella leptostauron</i>	SLEP													0,49											+												
<i>Staurosirella pinnata</i>	SPIN												1,97																				+				
<i>Surirella angusta</i>	SANG																+																0,49				
<i>Surirella minuta</i>	SUMI	+				+		+	+	+	+	+		+	+	+	+			+		+	+		+	+	+		+	+	+		+				
<i>Surirella lacrimula</i>	SLAC	2,46	+	1,98	0,81	1,47	0,98	0,99	0,5	1,47	0,49	0,98			+	+	+	0,5	0,48	+		+	+	0,5			1,64						+				
<i>Tabularia fasciculata</i>	TFAS																																+				
<i>Ulmaria ulna</i>	UULN						0,49	+	+	+	+	0,49		0,25	+	+	0,49	0,49	0,24	+	+	4,62	+	+	+	1,73		0,74	0,5	3,22	6,72		+	2,46	3,5	+	0,5

4.1.5. Diverzitet silikatnih algi u istraživanim rekama

Najveće vrednosti indeksa diverziteta (H) u svim istraživanim rekama, osim u Rasini, zabeležene su u prolećnom periodu 2011. i 2012. godine, dok su najniže vrednosti indeksa utvrđene krajem leta i tokom jesenjeg perioda. U Rasini najveća vrednost indeksa diverziteta je zabeležena krajem zimskog perioda (mart 2012. godine), a najniža vrednost krajem leta (septembar 2011. godine). Vrednosti indeksa ekvitabilnosti (E) prate trend porasta, tj. smanjenja vrednosti indeksa diverziteta (Slika 15).



Slika 15. Vrednosti Shannon-ovog indeksa diverziteta (H) i indeksa ekvitabilnosti (E) po sezonama u istraživanim rekama; Y osa- vrednost indeksa diverziteta/ekvitabilnosti; I - april 2011.; II – jun/jul 2011.; III – avgust/septembar 2011; IV – novembar/decembar 2011; V – februar/mart 2012; VI – maj 2012.

4.1.6. Novi taksoni silikatnih algi za floru Srbije

U našem istraživanju identifikovano je 69 taksona koji su po prvi put zabeleženi za teritoriju Srbije. Njihova brojnost prikazana je u Tabelama 6-9, a u tekstu koji sledi nalazi se detaljan opis morfoloških karakteristika, kao i literatura na osnovu koje je dati takson identifikovan. Opis predstavljen na osnovu mikrografija napravljenih na svetlosnom mikroskopu obeležen je sa LM, a skraćena SEM označava opis na osnovu mikrografija napravljenih skeniranim elektronskim mikroskopom.

Achnantheidium atomoides Monnier, Lange-Bertalot & Ector 2004 (Prilog 2, Tab. 20, Sl. 54-59)

Referenca: Monnier i sar. (2004, figs 1-41, 117-123)

Opis (LM): Valve su eliptične do linearno-eliptične. Dužina valve iznosi 7,3-12,6 μm , a širina 2,3-3,4 μm . Valva sa rafom je konkavna sa blago radijalnim poprečnim prugama u centru, koje postaju izrazito radijalne ka krajevima, 18-26/10 μm . Centralna zona je u obliku leptir mašne. Valva bez rafe je konveksna sa paralelnim poprečnim prugama celom dužinom, osim na samom kraju gde su blago radijalne, 22-28/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Studenica (Tabela 9).

Achnantheidium crassum (Hustedt) Potapova & Ponader 2004 (Prilog 2, Tab. 20, Sl. 60-64)

Basionim: *Achnanthes crassa* Hustedt

Referenca: Potapova i Ponader (2004, figs 19-27, 44-49)

Opis (LM): Valve su eliptično-lanceolatne sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve iznosi 8,4-10,2 μm , a širina 3,0-3,9 μm . Valva sa rafom je konkavna, sa uskim linearno-lanceolatnim osovinskim poljem, koji se blago širi u centru valve. Proksimalni krajevi rafe su u obliku suze, a distalni su savijeni na jednu stranu. Valva bez rafe je konveksna, sa uskim osovinskim poljem slabo proširenim u centralnom delu. Poprečne pruge su paralelne do slabo radijalne u centralnom delu valve, a radijalne na krajevima. Broj pruga na valvi sa rafom je 22-26/10 μm , a bez rafe je 23-24/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Rača (Tabela 6 i 7).

Achnantheidium eutrophilum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999 (Prilog 2, Tab. 20, Sl. 50, 51)

Basionim: *Achnanthes eutrophila* Lange-Bertalot

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 24, figs 41-46)

Opis (LM): Valve su rombične do rombo-eliptične sa manje-više široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 10,5-13,2 μm , a širina 3,5-3,6 μm . Izgled osovinskog polja, centralne zone i poprečnih pruga je isti kod valve sa rafom i bez rafe. Osovinsko polje je usko, linearno do linearno-lanceolatno, a centralna zona veoma mala ili odsustvuje. Poprečne pruge su radjalne, 24-27/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Achnantheidium latecephalum H.Kobayasi 1997 (Prilog 2, Tab. 19, Sl. 19; Tab. 20, Sl. 42-47)

Referenca: Potapova 2010

Opis (LM): Valve su linearno-lanceolatne sa široko rostratnim ili subkapitatnim krajevima. Dužina valve je 10,5-18,8 μm , a širina 3,8-5,3 μm . Valva sa rafom je konkavna, a valva bez rafe konveksna. Obe valve imaju usko osovinsko polje, koje se blago širi u centralnom delu valve, centralna zona odsutna. Poprečne pruge su paralelne ili slabo radijalne duže cele valve. Broj pruga na valvi sa rafom je 20-22/10 μm , a na valvi bez rafe 19-21/10 μm .

Opis (SEM): Otvori areola su izduženi u obliku uskih proreza. Svaka poprečna pruga u središnjem delu valve se sastoji od 4-5 areola. Rafe je prava, filiformna. Terminalna fisura rafe je zakrivljena u formi udice ka jednoj strani valve i blago se proširuje na vrhu. Sa spoljašnje strane valve centralni završetak rafe je u obliku suze.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina i Raška (Tabela 6-8).

Achnantheidium straubianum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot (Prilog 2, Tab. 20, Sl. 71-74)

Basionim: *Achnanthes straubiana* Lange-Bertalot

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 24, figs 63-66)

Opis (LM): Valve su eliptične do linearno-eliptične sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 6,9-10,0 μm , a širina 3,7-4,1 μm . Na valvi sa rafom i bez rafe centralna

zona je uska ili odsustvuje. Rafa je filiformna, prava. Poprečne pruge su radijalne, u centralnom delu su više razmaknute međusobno, 17-23/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji. Raška i Studenica (Tabela 8 i 9).

Adlafia brockmannii (Hustedt) Bruder & Hinz 2008 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 9)

Basionim: *Navicula brockmannii* Hustedt

Referenca. Bruder i Medlin (2008, fig. 20)

Opis (LM). Valve su linearne sa proširenim rostratnim do subkapitatnim krajevima. Dužina valve je 20,2 μm , a širina 4,5 μm . Rafa je filiformna, osovinsko polje je linearno i usko, a centralna zona je proširena, varijabilna u veličini i sa obe strane oivičena skraćenim poprečnim prugama. Poprečne pruge su radijalne, paralelne ka krajevima, 27/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji. Studenica

Adlafia minuscula (Grunow) Lange-Bertalot 1999 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 12, 13)

Basionim: *Navicula minuscula* Grunow

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 106, figs 5-8; pl. 108, figs 4-10)

Opis (LM): Valve su usko-eliptične ili rombično-eliptične do eliptično-lanceolatne sa slabo izvučenim i tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 10,9-15,2 μm , a širina 3,5–4,8 μm . Rafa je filiformna i prava, osovinsko polje je veoma usko, a centralna zona odsustvuje. Poprečne pruge su teško vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Adlafia muralis (Grunow) Monnier & Ector 1999 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 14-17)

Basionim: *Navicula muralis* Grunow

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 106, fig. 9; pl. 108, figs 1-3)

Opis (LM): Valve su široko-eliptične sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 10,9-15,2 μm , a širina 3,5–4,8 μm . Rafa je filiformna i prava, osovinsko polje je veoma usko, a centralna zona odsustvuje. Poprečne pruge su teško vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Amphora lange-bertalotii Levkov & Metzeltin 2009 (Prilog 2, Tab. 59, Sl. 1, 2)

Referenca: Levkov (2009, pl. 52, figs 1-10)

Opis (LM): Valve su polulanceolatne sa jako savijenom dorzalnom ivicom i konkavnom ventralnom ivicom, ispupčenom u sredini. Krajevi valve su tupo zaobljeni i blago savijeni ka ventralnoj ivici valve. Dužina valve je 48,7 μm , a širina 24,2 μm . Osovinsko polje je usko, centralna zona ka dorzalnoj ivici šira, trapezoidna, a na ventralnoj sa širokom fascijom. Rafa je lučno savijena, proksimalni krajevi su blago savijeni ka dorzalnoj ivici, a distalni dorzalno zakrivljeni. Poprečne pruge su na dorzalnoj ivici valve slabo radijalne u sredini, a prema krajevima postaju radijalne, 11-12/10 μm . Poprečne pruge su na ventralnoj ivici radijalne u sredini, a prema krajevima postaju konvergentne, 11/10 μm . Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7 i 9).

Amphora meridionalis Levkov 2009 (Prilog 2, Tab. 59, Sl. 12-16; Tab. 61, Sl. 1)

Referenca: Levkov (2009, pl. 55, figs 18-30; pl. 166, figs 1-6; pl. 167, figs 1-5, pl. 196, fig. 5)

Opis (LM): Valve su polueliptične sa dorzalnom ivicom blago zakrivljenom, a ventralnom pravom ili blago konkavnom. Dužina valve je 17,6-30,7 μm , širina valve je 4,2-4,7 μm , a širina pleure 9,4-12,5 μm . Osovinsko polje je veoma usko, blago zakrivljeno. Centralna zona je na dorzalnoj ivici u obliku uske pravougaone fascije, koja se ne širi ka ivici valve, dok se na ventralnoj ivici fascija širi. Rafa je filiformna, blago zakrivljena sa pravim proksimalnim krajevima. Poprečne pruge su na dorzalnoj ivici fino punktirane, slabo radijalne u sredini i radijalne ka krajevima, 16-17/10 μm . Na ventralnoj ivici poprečne pruge su izgrađene od jedne eliptične areole, 16-18/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Aulacoseira alpigena (Grunow) Krammer 1991 (Prilog 2, Tab. 3, Sl. 6)

Basionim: *Melosira distans* var. *alpigena* Grunow

Referenca: Krammer (1991, figs 1-15)

Opis (LM): Lice valve nije ornamentisano osim jednog reda areola koji je lociran na margini valve.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen 1979 (Prilog 2, Tab. 3, Sl. 1-5)

Basionim: *Melosira crenulata* var. *ambigua* Grunow

Referenca: Kobayasi i Nozava (1981, figs 1-23)

Opis (LM): Čelije su cilindričnog oblika i obrazuju kolonije. Visina pleuralne strane je 7,3-11,8 μm , a širina 4,1- 7,6 μm Ivice pleuralne strane su prave, dok je lice valve ravno sa balgo konveksnim ivicama. Redovi areola na pleuralnoj strani su spiralno uvijeni na desno, broj areola po redu je 18-20 u 10 μm . Areole su okruglog do kvadratnog oblika. Spine su locirane na kraju svakog rebra koje se nalazi između dva reda areola. Udubljenje oblika slova U (*ringleiste*) je jasno vidljivo na pleuralnoj strani.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Cocconeis pseudothumensis Reichardt 1982 (Prilog 2, Tab. 15, Sl. 20-22)

Referenca: Hofmann i sar. (2013, pl. 20, figs 1-4)

Opis (LM): Valve su široko-eliptične sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 11,4-12,6 μm , a širina 8,0-8,6 μm . Osovinsko polje je široko, eliptično-lanceolatno. Poprečne pruge su radijalne na valvi bez rafe, 10-12/10 μm . Svaka poprečna pruga je obično sastavljena od 3 areole, okruglog do transferzalno eliptičnog oblika.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Craticula fumantii Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito 2003 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 3-4)

Referenca: Lange-Bertalot i sar. 2003 (pl. 8, figs 1-8; pl. 9, figs 1-10)

Opis (LM): Valve su lanceolatne, postepeno se sužavaju ka blago izvučenim krajevima. Dužina valve je 53,0 μm , a širina 13,2 μm . Osovinsko polje je usko, centralna zona odsustvuje, a rafa je filiformna. Poprečne pruge su blago radijalne, konvergente ka krajevima, 15/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Decussata hexagona (Torka) Lange-Bertalot 2000 (Prilog 2, Tab. 42, Sl. 9, 10)

Basionim: *Navicula hexagona* Torka

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 108, figs 14-17)

Opis (LM): Valve su linearne do linearno-eliptične, sa uskim do klinastim i tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 30,2-32,7 μm , a širina 10,2-10,3 μm . Rafa je filiformna, osovinsko polje usko, linearno, a centralna zona eliptična u odnosu na uzdužnu osu. Poprečne pruge su paralelne do slabo radijalne, 26-27/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7 i 9).

Encyonema procerum Krammer 1997 (Prilog 2, Tab. 54, Sl. 5, 6)

Referenca: Krammer (1997, pl. 32, figs 9-19)

Opis (LM): Valve su izrazito dorzoventralno zakrivljene, polulanceolatne. Dorzalna ivica valve je konveksna, a ventralna je prava do blago konveksna. Krajevi valve su usko zaobljeni, ponekad blago savijeni ka ventralnoj ivici. Dužina valve je 24,2-26,3 μm , a širina 6,0-3,4 μm . Rafa je prava sa proksimalnim krajevima savijenim ka dorzalnoj ivici, osovinsko polje je usko, a centralna zona odsustvuje. Broj poprečnih pruga na dorzalnoj strani je 13-15/10 μm , a na ventralnoj 13-16/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Encyonema subminutum Krammer & Lange-Bertalot (Prilog 2, Tab. 54, Sl. 7, 8)

Referenca: Krammer (1997, pl. 19, figs 17-24; pl. 25, figs 28-34)

Opis (LM): Valve su dorzoventralno zakrivljene, polulanceolatne. Dorzalna ivica valve je konveksna, ventralna je prava sa ispupčenjem u sredini. Kod jedinki većih dimenzija krajevi valve nisu izvučeni, dok su kod manjih špicasto zaobljeni. Dužina valve je 18,1-26,4 μm , a širina 4,7-6,5 μm . Osovinsko polje je usko, linearno, postavljeno bliže ventralnoj ivici i skoro paralelno sa njom. Centralna zona je slabo vidljiva ili odsustvuje. Rafa je filiformna, blago zakrivljena ka ventralnoj ivici. Broj poprečnih pruga na dorzalnoj ivici je 14-17/10 μm , a na ventralnoj 14-16/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Encyonopsis hustedtii Bahls 2013 (Prilog 2, Tab. 56, Sl. 30)

Referenca: Bahls (2013, figs 129-133)

Opis (LM): Valve su linearne do linearno-lanceolatne, manje-više simetrične duž apikalne ose, sa kapitatnim krajevima. Dužina valve je 17,0 μm , a širina 3,7 μm . Osovinsko polje je usko, a centralna zona je okrugla i varijabilna u veličini. Rafa je

filiformna. Proksimalni krajevi rafe su blago prošireni i savijeni dorzalno. Distalni krajevi su oblika zareza i savijeni su ka ventralnoj ivici. Poprečne pruge su radijalne, 21/10 μm . Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Fallacia sublucidula (Hustedt) D.G.Mann 1990 (Prilog 2, Tab. 37, Sl. 12, 13, 15-17)

Basionim: *Navicula sublucidula* Hustedt

Referenca: Krammer i Lange-Bertalot (1986, pl. 66, figs 40-42)

Opis (LM): Valve su eliptične sa zaobljenim krajevima. Dužina valve je 8,3-10,1 μm , a širina 3,8-4,4 μm . Osovinsko polje je usko, centralna zona odsustvuje, a rafa je filiformna.

Poprečne pruge su slabo radijalne do paralelne, 24-28/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Fistulifera pelliculosa (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot 1997 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 23, 24; Tab. 37, Sl. 14)

Basionim: *Frustulia pelliculosa* Brébisson ex Kützing

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 110, figs 1-11; pl. 112, fig. 1)

Opis (LM): Valve su široko eliptične sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 11,0 μm , a širina 4,5 μm . Rafa je filiformna, a centralna zona odsustvuje. Krajevi rafe, kao i poprečne pruge, nisu uočljivi na svetlosnom mikroskopu.

Opis (SEM): Spoljašnji izgled valve: Proksimalni i distalni krajevi rafe blago su prošireni. U centralnoj zoni jasno se vidi izolovana stigma oblika proreza (*fistula*) karakteristična za ovaj rod. Poprečne pruge su radijalne, c. 55/10 μm , izgrađene od jednog niza kružnih areola, c. 100/10 μm . U centralnom delu valve uočavaju se naizmenično raspoređene duže i kraće poprečne pruge.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Fragilaria pararumpens Lange-Bertalot, G.Hofmann & Werum 2013 (Prilog 2, Tab. 13, Sl. 19-23)

Referenca: Hofmann i sar. (2013, pl. 8, figs 4-10)

Opis (LM): Valve su uske, lanceolatne, sužavaju se od sredine ka krajevima, koji su subkapitatni. U centralnom delu, valve su manje ili više ispupčene. Dužina valve je 23,1-29,1 μm , a širina 4,1-4,6 μm . Osovinsko polje je linearno, usko, a hijalinska zona je prazna

ili sa “lažnim” prugama, skoro kvadratnog oblika. Poprečne pruge su naizmenične, 17-19/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina, Raška i Studenica (Tabela 7-9).

Fragilaria radians (Kützing) D.M. Williams & Round 1987 (Prilog 2, Tab. 13, Sl. 3, 4)

Basionim: *Synedra radians* Kützing

Referenca: Hofmann i sar. (2013, pl. 7, figs 21-25)

Opis (LM): Valve su linearne, sužavaju se od sredine ka krajevima, koji su subkapitatni. U centralnom delu valve su ispupčene. Dužina valve je 31,8-45,0 μm , a širina 3,4-4,2 μm . Osovinsko polje je veoma usko, a centralna zona je skoro kružna do pravougaona po uzdužnoj osi sa “lažnim” prugama. Poprečne pruge su relativno grube, naizmenične, 10-11/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina i Raška (Tabela 6-8).

Geissleria gereckeii Cantonati & Lange-Bertalot 2009 (Prilog 2, Tab. 39, Sl. 13-23; Tab. 40, Sl. 1-6)

Referenca: Cantonati i Lange-Bertalot (2009, figs 1, 2)

Opis (LM): Valve su linearno-eliptične do eliptične sa izvučenim subkapitatnim krajevima. Dužina valve je 9,9-18,5 μm , a širina 5,0-7,1 μm . Osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona je mala, oivičena naizmenično raspoređenim kraćim i dužim poprečnim prugama. Rafe je filiformna, prava. Jedna izolovana stigma prisutna je u centralnom delu valve. Poprečne pruge radijalne, 13-18/10 μm .

Opis (SEM): Spoljašnja strana: Proksimalni krajevi rafe blago su zakrivljeni u jednu stranu, dok su distalni krajevi kukasto savijeni (Prilog 2, Tab. 40, Sl. 1-4). Poprečne pruge su izgrađene od jednog niza areola, oblika preseka, 55-60/10 μm (Prilog 2, Tab. 40, Sl. 1-4). Ka krajevima valvi uočavaju se tri reda izduženijih areola (*anulus*) (Prilog 2, Tab. 40, Sl. 1-3). U svakom redu se nalazi od 3 do 6 areola. Unutrašnja strana: Distalni krajevi rafe su malo zakrivljeni i završavaju se malom heliktoglosom koja ima oblik areola (Prilog 2, Tab. 40, Sl. 5). Proksimalni krajevi rafe su pravi (Prilog 2, Tab. 40, Sl. 6). Anulusi su izgrađeni od bradavičastih tvorevina (Prilog 2, Tab. 40, Sl. 5).

Rasprostranjenje u Srbiji: Raška (Tabela 8).

Gomphonema angustius Reichardt 2009 (Prilog 2, Tab. 68, Sl. 5-9)

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 163, figs 32-51; pl. 165, figs 1-32; pl. 166, figs 1-8; pl. 167, fig. 5)

Opis (LM): Valve su blago heteropolarne, klavatne do eliptično-lanceolatne sa najvećom širinom valve u središnjem delu. Gornji kraj je rostratan do subkapitatan, a donji rostratan i zaobljen. Dužina valve je 13,2-26,9 μm , a širina 3,5-5,6 μm . Centralna zona je velika, proširena na strani sa koje se nalazi izolovana stigma. Izolovana stigma je prisutna u središnjem delu, u nivou skraćene centralne poprečne pruge. Rafa je blago lateralna i undulatna sa blago proširenim proksimalnim krajem. Poprečne pruge su radijalne, 12-16/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Gomphonema angustivalva Reichardt 1997 (Prilog 2, Tab. 65, Sl. 38-51)

Referenca: Reichardt (1997, pl. 6, figs 1-29)

Opis (LM): Valve su blago heteropolarne, linearne do linearno-lanceolatne sa usko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 9,0-28,1 μm , a širina 2,6-4,5 μm . Osovinsko polje je veoma usko, linearno, centralna zona je velika, izdužena po transverzalnoj osi. Poprečne pruge u centralnom delu su udaljene jedna od druge. Jedna izolovana stigma je prisutna u središnjem delu valve, u nivou skraćene centralne poprečne pruge. Rafa je filiformna sa blago proširenim proksimalnim krajem zakrivljenim ka izolovanoj stigmati. Poprečne pruge su radijalne na sredini, paralelne do blago radijalne ka krajevima, 14-19/10 μm

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Gomphonema lagenula Kützing 1844 (Prilog 2, Tab. 64, Sl. 1-10; Tab. 70, Sl. 7)

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 102, figs 39-47)

Opis (LM): Valve su blago heteropolarne do skoro izopolarne, lanceolatne do eliptično-lanceolatne, sa najvećom širinom valve u centralnom delu. Gornji i donji krajevi su kapitatan kod jedinki većih i srednjih dimenzija, do rostratan kod jedinki manjih dimenzija. Dužina valve je 18,9-35,0 μm , a širina 6,9-9,9 μm . Rafa je blago lateralna, centralna zona je mala, izdužena po transverzalnoj osi i šira na suprotnoj strani od izolovane stigme. Jedna izolovna stigma je prisutna na centralnoj zoni valve, na kraju

blago skraćene poprečne pruge. Poprečne pruge su paralelene na sredini valve, a izrazito radijalne ka krajevima, 11-14/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Gomphonema parvuliforme Levkov, Mitic-Kopanja & E.Reichardt 2016 (Prilog 2, Tab. 66, Sl. 1-12, Tab. 70, Sl. 4)

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 105, figs 1-34; pl. 107, figs 2, 3, 7)

Opis (LM): Valve su heteropolarne, široko klavatne do eliptične sa najvećom širinom valve u gornjoj polovini. I gornji i donji krajevi valve su rostratni do subkapitatni, ponekad blago zakrivljeni. Dužina valve je 21,4-48,7 μm , a širina 6,5-10,9 μm . Osovinsko polje je veoma usko, linearno. Centralna zona je mala, pravougaona, proširena sa strane suprotno od izolovane stigme i oivičena sa obe strane sa po jednom skraćenom poprečnom prugom. Jedna izolovna stigma je prisutna u centralnoj zoni, na kraju skraćene poprečne pruge. Rafa je lateralna i slabo undulatna, sa blago proširenim proksimalnim krajevima. Poprečne pruge su paralelne u sredini do gornjeg kraja valve, a radijane ka donjem kraju valve, 12-15/10 μm . Areole nisu vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Raška i Studenica (Tabela 8, 9).

Gomphonema procerum Reichardt & Lange-Bertalot 1991 (Prilog 2, Tab. 66, Sl. 17)

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 98, fig. 27)

Opis (LM): Valve su usko lanceolatne, blago ispupčene u centru. Krajevi su tupo zaobljeni, a gornji kraj je malo širi od donjeg. Dužina valve je 39,8 μm , a širina 6,4 μm . Osovinsko polje je linearno, centralna zona je oivičena skraćenim poprečnim prugama sa obe strane. Jedna izolovana stigma je prisutna blizu centralnog čvora. Rafa je filiformna i blago zakrivljena. Poprečne pruge su radijalne, 11/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Gomphonema ristovskae Levkov & Tofilovska 2016 (Prilog 2, Tab. 66, Sl. 18, 19)

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 48, figs 29-41; pl. 49, figs 3, 5; pl. 111, figs 4-6; pl. 114, figs 1-47)

Opis (LM): Valve su blago heteropolarne do izopolarne, lanceolatne do rombično-lanceolatne. Krajevi su nenaglašeni do blago izvučeni i špicasto zaobljeni. Dužina valve

je 29,6-31,0 μm , a širina 5,7-6,0 μm . Osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona je varijabilne veličine, pravougaona, šira ka strani suprotno od izolovane stigme i oivičena sa obe strane sa po jednom skraćenom poprečnom prugom. Jedna izolovna stigma je prisutna u centralnoj zoni, na kraju skraćene poprečne pruge. Rafa je blago lateralna i undulatna, sa blago proširenim proksimalnim krajevima. Poprečne pruge su radijalne do paralelne u sredini valve, ka gornjem kraju radijalne, 13-14/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Studenica (Tabela 9).

Gomphonema rosenstockianum Lange-Bertalot & Reichardt (Prilog 2, Tab. 68, Sl. 27)

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 168, figs 27-38)

Opis (LM): Valve su blago heteropolarne, eliptično-lanceolatne do eliptične, sa najvećom širinom valve u centralnom delu. Gornji i donji krajevi valve su zaobljeni. Dužina valve je 26,4 μm , a širina 7,0 μm . Osovinsko polje je veoma usko, linearno. Centralna zona je velika, trapezoidno proširena naspram izolovane stigme. Poprečne pruge u središnjem delu valve su udaljene jedna od druge. Jedna izolovana stigma je prisutna u središnjem delu, u nivou skraćene centralne poprečne pruge. Rafa je blago lateralna i undulatna, sa proširenim proksimalnim krajevima. Poprečne pruge su izrazito radijalne, 12/10 μm . Areole nisu vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Gomphonema saprophilum (Lange-Bertalot i Reichardt) Abraca, Jahn, Zimmermann i Enke 2014 (Prilog 2, Tab. 64, Sl. 30-34)

Basionim: *Gomphonema parvulum* f. *saprophilum* Lange-Bertalot & Reichardt

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 104, figs 25-33)

Opis (LM): Valve su heteropolarne, lanceolatne kod jedinki većih dimenzija, do široko klavatne kod jedinki manjih dimenzija, sa najvećom širinom valve u gornjoj polovini. Gornji i donji krajevi valve su usko zaobljeni. Dužina valve je 11,7-34,0 μm , a širina 5,4-8,0 μm . Rafa je lateralna, osovinsko polje je usko, linearno, a centralna zona je varijabilna u veličini, pravougaona, šira suprotno od izolovane stigme, sa po jednom skraćenom prugom na obe strane. Jedna izolovna stigma je prisutna u središnjem delu, na kraju blago skraćene poprečne pruge. Poprečne pruge su paralelne na sredini valve do gornjeg kraja valve, a radijalne ka donjem kraju, 9-16/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Gomphonema vulgare (Kützing) Rabenhorst 1864 (Prilog 2, Tab. 67, Sl. 27-34)

Basionim: *Sphenella vulgaris* Kützing

Referenca: Van Heurck (1880, pl. 25, fig. 21)

Opis (LM): Valve su heteropolarne, lanceolatne do klavatne sa gornjim i donjim krajem usko zaobljenim do zaobljenim. Dužina valve je 23,7-41,0 μm , a širina 6,0-8,9 μm . Osovinsko polje je veoma usko, linearno. Centralna zona je velika, kružnog do oblika leptir mašne. Rafa je blago lateralna, sa blago proširenim proksimalnim krajevima. Poprečne pruge su radijalne u sredini, ka krajevima paralelene do blago konvergentne, 11-12/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina i Studenica (Tabela 6,7, 9).

Gomphonema zellense Reichardt 1999 (Prilog 2, Tab. 68, Sl. 1-4)

Referenca: Levkov i sar. (2016, pl. 53, figs 1-17; pl. 54, figs 1-8)

Opis (LM): Valve su heteropolarne, široko klavatne sa donjim krajevima široko zaobljenim i gornjim usko zaobljenim. Dužina valve je 41,6-61,4 μm , a širina 9,8-11,5 μm . Osovinsko polje je usko i linearno. Centralna zona je velika, pravougaona, šira suprotno od izolovane stigme. Jedna izolovana stigma se nalazi u blizini blago skraćene centrale poprečne pruge. Rafa je lateralna sa blago proširenim proksimalnim krajevima kružnog oblika, zakrivljenim ka izolovanoj stigmati. Poprečne pruge su paralelne do blago radijalne u sredini i ka gornjem kraju valve, a ka donjem kraju radijalne, 8-10/10 μm . Areole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 22-26/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Humidophila irata (Krasske) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová 2014 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 33)

Basionim: *Navicula irata* Krasske

Referenca: Werum i Lange-Bertalot (2004, pl. 62, figs 39, 40)

Opis (LM): Valve su linearne, u sredini blago konveksne, sa blago klinastim i tupo zaobljenim vrhovima. Dužina valve je 16,9 μm , a širina 2,8 μm . Rafa je filiformna,

osovinsko polje je linearno, a centralna zona je eliptična do skoro kružna. Poprečne pruge su teško vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Humidophila paracontenta (Lange-Bertalot & Werum) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová 2014 (Prilog 2, Tab. 36, Sl. 31)

Basionim: *Diadesmis paracontenta* Lange-Bertalot & Werum

Referenca: Werum i Lange-Bertalot (2004, pl. 59, figs 1-11; pl. 62, figs 15-17)

Opis (LM): Valve su linearne, dvostruko undulatne sa ispupčenjem u sredini i proširenim krajevima. Dužina valve je 10,2 μm , a širina 2,4 μm . Rafe je prava, osovinsko polje je široko i linearno, a centralna zona je velika. Poprečne pruge nisu vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Kurtkammeria recta (Krammer) L.Bahls 2015 (Prilog 2, Tab. 52, Sl. 11)

Basionim: *Encyonopsis recta* Krammer

Referenca: Krammer (1997a, pl. 165, figs 12-14; pl. 166, figs 4-12)

Opis (LM): Valve su dorzoventralne, lanceolatne, sa špicasto zaobljenim do subrostratnim krajevima. Dorzalna i ventralna ivica valve su konveksne. Dužina valve je 32,0 μm , a širina 5,7 μm . Osovinsko polje je srednje širine, a centralna zona odsustvuje ili je slabo naglašena skraćenim središnjim poprečnim prugama. Broj poprečnih pruga je 15/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Luticola frequentissima Levkov, Metzeltin & Pavlov 2013 (Prilog 2, Tab. 38, Sl. 14, 15)

Referenca: Levkov i sar. (2013, pl. 8, figs 25-38; pl. 9, figs 1-7; pl. 11, figs 5, 6)

Opis (LM): Valve su manje-više asimetrične, rombo-lanceolatne do eliptične sa zaobljenim krajevima. Dužina valve je 11,6-12,6 μm , a širina 6,0-6,2 μm . Osovinsko polje je usko, linearno, slabo prošireno blizu centralne zone. Centralna zona je široka, blago asimetrična, u obliku leptir mašne. Centralna zona je sa obe ivice valve oivičena sa 3-4 izolovane okrugle areole. U centralnoj zoni je jasno vidljiva jedna izolovna stigma. Rafe je prava do blago zakrivljena. Proksimalni krajevi rafe su kratki, kukasto savijeni ka

stigmi. Distalni karjevi rafe su dugi, kukasto savijeni na istu stranu kao i proksimalni krajevi. Poprečne pruge su punktirane i izrazito radijalne duž cele valve, 24/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Luticola imbricata (W.Bock) Levkov, Metzeltin & Pavlov 2013 (Prilog 2, Tab. 38, Sl. 13)

Basionim: *Navicula imbricata* W.Bock

Referenca: Levkov i sar. (2013, pl. 4, figs 23-33)

Opis (LM): Valve su linearno-lanceolatne do eliptično-lanceolatne (kod jedinki manjih dimenzija) sa usko zaobljenim i nenaglašenim krajevima. Dužina valve je 15,5 μm , a širina 5,7 μm . Osovinsko polje je usko, linearno, a centralna zona je široka u obliku leptir mašne. Centralna zona je sa obe ivice valve oivičena sa 3 izolovane okrugle areole. Jasno vidljiva jedna izolovna stigma je locirana između centra i ivice valve. Rafa je prava, sa kratkim proksimalnim završecima, zakrivljenim na starnu suprotno od izolovne stigme. Distalni krajevi rafe su kukasto savijeni prvo ka istoj strani kao i proksimalni krajevi, a zatim ka suprotnoj strani. Poprečne pruge su fino punktirane i izrazito radijalne, 20/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Luticola pseudoimbricata Levkov, Metzeltin & A.Pavlov 2013 (Prilog 2, Tab. 38, Sl. 12)

Referenca: Levkov i sar. (2013, pl. 7, figs 26-43; pl. 13, figs 13-31; pl. 16, figs 1-7)

Opis (LM): Valve su eliptično-lanceolatne do eliptične, sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 13,6 μm , a širina 5,5 μm . Osovinsko polje je usko, linearno, blago prošireno u blizini centra. Centralna zona je pravougaona do blago asimetrična ili klinastog oblika do oblika leptir mašne, sa obe ivice valve oivičena sa 2-3 izolovane okrugle areole. Jasno vidljiva jedna izolovna stigma je locirana blizu ivice valve. Rafa je prava sa proksimalnim krajevima zakrivljenim ka suprotnoj strani od izolovne stigme. Distalni krajevi rafe su kratki, savijeni ka strani sa stigmom. Poprečne pruge su punktirane, blago radijalne na sredini valve, a izrazito radijalne ka krajevima, 20/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

***Muelleria* sp.** (Prilog 2, Tab. 41, Sl. 18)

Opis (LM): Valva je linearna, ispupčena u sredini sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 23,3 μm , a širina 6,0 μm . Osovinsko polje je usko, linearno, a centralna zona je eliptična. Rafa je filiformna, prava, proksimalni krajevi su zakrivljeni ka jednoj strani valve. Poprečne pruge u sredini su jasno međusobno razdvojene, radijalne, ka krajevima paralelne, 25/10 μm .

Napomena: Samo jedna jedinka je zabeležena u reci Studenici. Ovde je prikazana kao informacija zbog daljih istraživanja ovog roda.

Navicula catalanogermanica Lange-Bertalot & G.Hofmann (Prilog 2, Tab. 26, Sl. 36-43)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 26, figs 16-24)

Opis (LM): Valve su eliptično-lanceolatne kod jedinki malih dimenzija do široko lanceolatne kod jedinki velikih dimenzija. Krajevi su tupo zaobljeni, klinastog oblika. Dužina valve je 20,2-31,9 μm , a širina 7,0-8,3 μm . Osovinsko polje je linearno do usko lanceolatno. Centralna zona je varijabilna, veoma mala do velika, rombičnog do pravougaonog oblika. Rafa je filiformna do blago lateralna. Poprečne pruge su radijalne u sredini, zatim paralelne, a pri krajevima balgo konvergentne, 11-13/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina, Raška i Studenica (Tabela 6-9).

Navicula grimmei* var. *rostellata Hustedt 1937 (Prilog 2, Tab. 29, Sl. 22)

Referenca: Hustedt (1937, pl. 236; pl. 17, fig. 13)

Opis (LM): Valve su lanceolatne sa kapitatnim do rostratnim krajevima. Dužina valve je 15,7 μm , a širina 4,7 μm . Osovinsko polje je široko, a centralna zona je blago asimetrična, oblika leptir mašne. Rafa je filiformna, sa pravim krajevima. Poprečne pruge su radijalne, ka krajevima blago konvergentne, 20/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Navicula jakovljevicii Hustedt (Prilog 2, Tab. 25, Sl. 1-7)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 6, figs 8-11; pl. 71, fig. 6)

Opis (LM): Valve su lanceolatne do eliptično-lanceolatne sa nenaglašenim, široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 36,1-70,1 μm , a širina 8,5-11,5 μm . Osovinsko

polje je usko, linearno, a centralna zona je mala, blago asimetrična i kružnog oblika. Rafa je blago lateralna, manje-više izrazito zakrivljena. Poprečne pruge su radijalne, paralelne do blago konvergentne na krajevima, 15-16/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Raška i Studenica (Tabela 8, 9).

Navicula libonensis Schoeman 1970 (Prilog 2, Tab. 29, Sl. 14)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 43, figs 7-14)

Opis (LM): Valve su lanceolatne sa tupo zaobljenim krajevima, ređe blago izvučenim. Dužina valve je 27,5 μm , a širina 5,8 μm . Rafa je filiformna do slabo lateralna, osovinsko polje je usko, linearno, malo se širi ka centralnoj zoni. Centralna zona je varijabilna, širi se poprečno u obliku pravougaonika. Poprečne pruge su radijalne, konvergentne ka vrhovima, 13/10 μm . Lineole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 23-30/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Navicula moenofranconica Lange-Bertalot 1993 (Prilog 2, Tab. 24, Sl. 27)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 12, figs. 15-21)

Opis (LM): Valve su eliptično-lanceolatne, postepeno se sužavaju ka klinastim, tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 26,6 μm , a širina 6,9 μm . Osovinsko polje je usko, linearno do blago lanceolatno. Centralna zona je skoro simetrična, velika, transverzalno eliptična. Poprečne pruge su radijalne u sredini, paralelne ka krajevima, 14/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Navicula moskalii Metzeltin, Witkowski & Lange-Bertalot 1996 (Prilog 2, Tab. 26, Sl. 13-35; Tab. 33, Sl. 1-5)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 14, figs 1-14; pl. 64, fig. 8)

Opis (LM): Valve su široko lanceolatne, sa manje više izvučenim i tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 16,2-31,7 μm , a širina 5,8-8,5 μm . Rafa je filiformna, prava, proksimalni krajevi su blago savijeni ka sekundarnoj strani valve, u obliku kapljice. Osovinsko polje je linearno, a centralna zona je uočljiva, širi se po uzdužnoj osi, pravougaonog do eliptičnog oblika. Poprečne pruge su radijalne, obično zakrivljene, paralelne do konvergentne ka krajevima, 13-16/10 μm . Lineole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 29-34/10 μm .

Opis (SEM): Sternum je izdignut, sa prekidom u centralnom delu valve (Prilog 2, Tab. 33, Sl. 1, 3). Kod iskošenih valvi sternum je slabije vidljiv (Prilog 2, Tab. 33, Sl. 5). Centralne pore su proširene u obliku kapljice, a centralna zona je skoro asimetrična (Prilog 2, Tab. 33, Sl. 2). Terminalni završeci rafe su blago zakrivljeni, sa jasno vidljivim redom terminalnih pora (Prilog 2, Tab. 33, Sl. 4).

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina, Raška i Studenici (Tabela 6-9).

Navicula oppugnata Hustedt 1945 (Prilog 2, Tab. 24, Sl. 20-22)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 4, figs 1-7)

Opis (LM): Valve su lanceolatne do linearno-lanceolatne, sa obično tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 33,8-37,9 μm , a širina 7,9-8,7 μm . Rafa je lateralna, osovinsko polje je usko, linearno, a centralna zona je transvezalno eliptična. Poprečne pruge su radijalne, paralelne do slabo konvergentne ka krajevima, kod centralne zone obično se naizmenično smenjuju duža i kraća poprečna pruga, 10-11/10 μm . Lineole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 23-29/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Navicula praeterita Hustedt 1945 (Prilog 2, Tab. 24, Sl. 23-26)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 10, figs 1-7; pl. 66, fig. 2; pl. 72, fig. 1)

Opis (LM): Valve su lanceolatne sa rostratno-kapitatnim krajevima. Dužina valve je 27,9-37,8 μm , a širina 6,5-7,3 μm . Osovinsko polje je veoma usko, a centralna zona je mala, lanceolatna, ponekad asimetrična. Rafa je filiformna sa krajevima usmerenim ka jednoj strani. Poprečne pruge su radijalne, paralelne ka krajevima, 14-15/10 μm . Lineole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 26-29/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Studenica (Tabela 9).

Navicula splendidula Van Landingham 1975 (Prilog 2, Tab. 24, Sl. 1-19; Tab. 34, Sl. 1-6)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 6, figs 1-7; pl. 65, fig. 4; pl. 69, fig. 1)

Opis (LM): Valve su usko do široko lanceolatne, sa široko izvučenim i tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 23,2-45,9 μm , a širina 6,3-9,0 μm . Rafa je filiformna sa proksimalnim krajevima blago savijenim u jednu stranu. Osovinsko polje je usko,

varijabilno, a centralna zona je mala. Poprečne pruge su radijalne u sredini, a paralelne ka krajevima, 14-17/10 μm . Lineole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 25-29/10 μm . Opis (SEM): Proksimalni krajevi rafe su savijeni ka sekundarnoj strani valve, oblika kapljice (Prilog 2, Tab. 34, Sl. 1-5). U centru proksimalnih završetaka rafe jasno je vidljiva silikatna struktura oblika jezika (Prilog 2, Tab. 34, Sl. 2, 4). Distalni završeci rafe iz terminalnih pora zalaze u pojas valve (Prilog 2, Tab. 34, Sl. 6). Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina i Studenica (Tabela 6, 7, 9).

Navicula stankovicii Hustedt 1945 (Prilog 2, Tab. 28, Sl. 8)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 24, 1-7; pl. 28, fig. 4)

Opis (LM): Valve su lanceolatne do linearno-lanceolatne, sa špicasto zaobljenim krajevima. Dužina valve je 32,8 μm , a širina 7,7 μm . Rafa je lateralna, a osovinsko polje je usko, linearno, blago prošireno u centru. Centralna zona odsustvuje ili je lanceolatna zbog nejednako skraćenih poprečnih pruga. Poprečne pruge su radijalne, paralelne do slabo konvergentne na krajevima, 15/10 μm . Lineole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 29/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Navicula wiesneri Lange-Bertalot 1993 (Prilog 2, Tab. 29, Sl. 15)

Referenca: Lange-Bertalot (2001, pl. 23, figs 1-13)

Opis (LM): Valve su eliptične do eliptično-lanceolatne, sa tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 21,9-24,4 μm , a širina 4,4-5,9 μm . Rafa je filiformna, osovinsko polje je usko, a centralna zona je mala i varijabilna. Poprečne pruge su radijalne, konvergentne ka krajevima, 12-14/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Nitzschia draveillensis Coste & Ricard 1980 (Prilog 2, Tab. 73, Sl. 9)

Referenca: Krammer & Lange-Bertalot (1988, pl. 85, figs 5, 6)

Opis (LM): Valve su vretenastog oblika i naglo se sužavaju ka krajevima. Dužina valve je 64,4 μm , a širina 2,2 μm . Fibule su tačkaste, a centralni par nije međusobno udaljeniji od drugih fibula, 21/10 μm . Poprečne pruge su teško vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Nitzschia palea var. *debilis* (Kützing) Grunow 1880 (Prilog 2, Tab. 75, Sl. 19-22)

Basionim: *Synedra debilis* Kützing

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 113, figs 17-20)

Opis (LM): Valve su linearno-lanceolatne, uže u odnosu na *Nitzschia palea*. Dužina valve je 16,5-27,9 μm , a širina 2,4-3,7 μm . Krajevi se klinasto sužavaju i zaobljeni su. Centralni par fibula je jednako razdvojen kao i ostale fibule, 12-17/10 μm . Poprečne pruge su teško vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Nitzschia palea var. *tenuirostris* sensu Lange-Bertalot 1976 (Prilog 2, Tab. 75, Sl. 15-18)

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 113, figs 10-16)

Opis (LM): Valve su linearno-lanceolatne, sa izduženim i izvučenim krajevima. Dužina valve je 31,4-39,5 μm , a širina 3,2-4,6 μm . Centralni par fibula je jednako razdvojen, 15-16/10 μm . Poprečne pruge su teško vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Nitzschia solgensis Cleve-Euler 1952 (Prilog 2, Tab. 76, Sl. 46, 47)

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 119, figs 21-25)

Opis (LM): Valve su lanceolatne sa krajevima blago izvučenim do subkapitatnim. Dužina valve je 10,0-12,6 μm , a širina 3,2-3,2 μm . Fibule su nepravilno udaljene jedna od druge, protežu se do sredine valve, gde se spajaju u jedno ili nekoliko transapikalnih rebara, 8-10/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Nitzschia soratensis E. Morales & Vis 2007 (Prilog 2, Tab. 76, Sl. 18-32)

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 114, figs 21-27)

Opis (LM): Valve su eliptične do linearno-lanceolatne sa zaobljenim krajevima. Dužina valve je 6,9-16,3 μm , a širina 2,5-3,5 μm . Centralni par fibula je međusobno udaljeniji od drugih, razmak manje-više jasno vidljiv, 9-16/10 μm . Poprečne pruge su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 23-29/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina i Studenica (Tabela 6, 7, 9).

Nitzschia suchlandtii Hustedt 1943 (Prilog 2, Tab. 75, Sl. 42, 43)

Referenca: Krammer i Lange-Bertalot (1988, pl. 66, figs 12-16)

Opis (LM): Valve su linearno-lanceolatne do linearne sa krajevima koji se klinasto sužavaju na vrhu blago su špicasto zaobljeni. Dužina valve je 22,7-33,5 μm , a širina 3,5-3,6 μm . Centralni par fibula je jednako razdvojen, 11-16/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Placoneis hambergii (Hustedt) K.Bruder 2007 (Prilog 2, Tab. 38, Sl. 17, 18)

Basionim: *Navicula hambergii* Hustedt

Referenca: Krammer i Lange-Bertalot (1986, pl. 50, figs 9-13)

Opis (LM): Valve su eliptično-lanceolatne sa blago izvučenim i tupo zaobljenim krajevima. Dužina valve je 14,9-19,0 μm , a širina 6,7-7,6 μm . Rafa je filiformna, osovinsko polje je usko, a centralna zona odsustvuje. Poprečne pruge su radijalne, 16-17/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Planothidium biporum (Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot 1999 (Prilog 2, Tab. 21, Sl. 12-15)

Basionim: *Achnanthes biporoma* M.H.Hohn & Hellerman

Referenca: Wetzel i sar. (2013, figs 1-18, 37-50)

Opis (LM):. Valve su lanceolatne sa kapitatnim do subkapitatnim krajevima. Dužina valve je 16,4 μm , a širina 5,2 μm . Valva bez rafe: osovinsko polje je usko, linerno, ponekad blago prošireno u centralnom delu. Centralno polje se jednostrano širi u hijalinski zonu oblika velike potkovice, sa vidljivim udubljenjem, jer "kapuljača" delimično prekriva otvor udubljenja. Poprečne pruge su blago radijalne, 15/10 μm . Valva sa rafom: osovinsko polje je usko, linerno, prošireno u blizini centralne zone. Centralna zona je kružna, ponekad skoro pravougaona, oivičena sa obe strane skraćenim poprečnim prugama. Rafa je prava, sa proširenim proksimlanim krajevima oblika kapljice. Distalni krajevi su savijeni ka jednoj strani valve.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

***Planothidium* sp.** (Prilog 2, Tab. 21, Sl. 53, 54)

Opis (LM): Valva je eliptična do eliptično-lanceolatna sa izvučenim rostratnim do subkapitatnim vrhovima. Dužina valve je 16,9 µm, a širina 6,3 µm. Valva sa rafom: osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona je pravougaona, oivičena sa jedne strane skraćenom poprečnom prugom, a sa druge se uočava prazna fascija. Rafa je filiformna, prava. Valva bez rafe: osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona se jednostrano širi u hijalinsku zonu. Poprečne pruge su radijalne, 15/10 µm.

Napomena: Samo jedna jedinka je zabeležena u reci Rači. Ovde je prikazana kao informacija zbog daljih istraživanja ovog roda.

Psammothidium bioretii (H.Germain) Bukhtiyarova & Round 1996 (Prilog 2, Tab. 21, Sl. 1-9)

Basionim: *Achnanthes bioretii* H.Germain

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 27, figs 14-18)

Opis (LM): Valve su eliptične sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 13,4-17,5 µm, a širina 6,9-8,6 µm. Valva sa rafom: rafa je filiformna, blago sigmoidna. Osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona je velika, oivičena nepravilno skraćenim poprečnim prugama. Kod valve bez rafe osovinsko polje i centralna zona su iste kao kod valve sa rafom. Broj poprečnih pruga je 24-27/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Psammothidium grischunum (Wuthrich) L.Bukhtiyarova & Round 1996 (Prilog 2, Tab. 20, Sl. 90, 91)

Basionym: *Achnanthes grishuna* Wuthrich

Reference: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 27, figs 35-39)

Opis (LM): Valve su eliptične do skoro linearno-eliptične, sa široko zaobljenim krajevima. Dužina valve je 13,0-13,6 µm, a širina 4,7-4,9 µm. Valva sa rafom: rafa je filiformna. Osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona je obično široka i nepravilno pravaougonaog oblika. Valva bez rafe: osovinsko polje i centralna zona su više varijabilni, obično sa manje-više širokom lanceolatnom zonom. Poprečne pruge su radijalne, na valvi sa rafom je 24/10 µm, na valvi bez rafe 24/10 µm.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Reimeria ovata (Hustedt) Levkov & Ector 2010 (Prilog 2, Tab. 57, Sl. 1-3)

Basionim: *Cymbella sinuata* var. *ovata* Hustedt

Referenca: Levkov i Ector (2010, figs 14-20, 48-53)

Opis (LM): Valve su blago asimetrične u pravcu longitudinalne ose, bubrežaste do eliptične kod jedinki malih dimenzija. Dorzalna i ventralna ivica valve su konveksne, obično ventralna slabo ispupčena u centralnom delu. Vrhovi valvi su zaobljeni i blago skraćeni, nisu odvojeni od ostalog dela valve. Dužina valve je 12,6-15,3 μm , a širina 4,4-4,8 μm . Osovinsko polje je usko, linearno. Centralna zona je šira ka ventralnoj ivici valve, ka dorzalnoj je mala i okružena skraćenim poprečnim prugama. Jedna izolovana stigma je prisutna u centralnoj zoni bliže dorzalnoj strani, ponekad i u centru valve. Rafe je linearna, filiformna do blago lateralna. Proksimalni krajevi rafe su blago savijeni ka ventralnoj strani, dok su distalni krajevi dorzalno savijeni. Poprečne pruge su paralelne do blago radijalne, 11-12/10 μm . Areole nisu vidljive na svetlosnom mikroskopu.

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Reimeria uniseriata (Gregory) S.E.Sala, J.M.Guerrero i M.E.Ferrario 1993 (Prilog 2, Tab. 57, Sl. 15-26, 28)

Basionym: *Cymbella sinuata* Gregory

Reference: Sala i sar. (1993, figs 2-10)

Opis (LM): Valve su blago asimetrične u pravcu longitudinalne ose. Dužina valve je 16,7-22,9 μm , a širina 4,6-6,4 μm . Osovinsko polje je pravo, a centralna zona je jednostrano proširena ka ventralnoj ivici valve. Rafe je prava, a proksimalni i distalni krajevi su ventralno savijeni. Jedna izolovana stigma je u blizini proksimalnih krajeva rafe. Poprečne pruge su izgrađene od jednog niza areola, 9-12/10 μm . Areole su vidljive na svetlosnom mikroskopu, 20-24/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rača, Rasina, Raška i Studenica (Tabela 6-9).

Sellaphora absoluta (Hustedt) Wetzel, Ector, Van de Vijver, Compère & D.G.Mann 2015 (Prilog 2, Tab. 35, Sl. 18)

Basionim: *Navicula absoluta* Hustedt

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 43, figs 47-51)

Opis (LM): Valve su eliptično-lanceolatne, sa tupo zaobljenim krajevima, rostratnim do subkapitatnim. Dužina valve je 17,0 μm , a širina 4,6 μm . Rafa je filiformna, a centralna zona je varijabilna, male do srednje veličine i proširena u odnosu na transverzalnu osu. Poprečne pruge su slabo radijalne u centru, konvergentne ka krajevima, 22/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Sellaphora mutatoides Lange-Bertalot i Metzeltin 2002 (Prilog 2, Tab. 35, Sl. 6, 7)

Referenca: Hofmann i sar. (2013, pl. 42, figs 1-4)

Opis (LM): Valve su eliptične sa kratkim rostratnim krajevima. Dužina valve je 23,3 μm , a širina 8,7 μm . Osovinsko polje je veoma usko, linearno. Centralna zona je eliptična do kružna. Poprečne pruge su radijalne, ka krajevima paralelne, 19/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina (Tabela 7).

Stauroneis thermicola (Petersen) Lund 1946 (Prilog 2, Tab. 41, Sl. 17)

Basionim: *Navicula thermicola* Petersen

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 59, figs 15-18)

Opis (LM): Valve su linearne sa paralelnim, blago konveksnim ili konkavnim ivicama. Krajevi valve su izvučeni i subkapitatni, sa kratkom, ali uvek izraženom pseudoseptom. Dužina valve je 15,8 μm , a širina 3,7 μm . Osovinsko polje je usko, blago prošireno ka centru valve. Centralna zona je srednje širine sa linearnom fascijom. Rafa je prava, filiformna. Poprečne pruge su radijalne, u centru međusobno više udaljenije nego u gornjem delu valve, 25/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Studenica (Tabela 9).

Surirella lacrimula J.D.English 2012 (Prilog 2, Tab. 80, Sl. 18-24)

Referenca: English i Potapova (2012, figs 29-38, 39-40, 45-54, 55-60)

Opis (LM): Valve su heteropolarne, ovalne, blago undulatne. Širi kraj valve je široko zaobljen, dok je suprotni kraj zaobljen do usko klinast. Dužina valve je 22,4-27,7 μm , a širina 9,5-11,4 μm . Poprečne pruge su radijalne ka krajevima, a paralelne u sredini. Rafa nije vidljiva pod svetlosnim mikroskopom, već se njeno postojanje zapaža zahvaljujući talasastim ispupčenjima, 7-9/10 μm .

Rasprostranjenje u Srbiji: Rasina i Studenica (Tabela 7, 9).

Surirella terricola Lange-Bertalot i E.Alles 1996 (Prilog 2, Tab. 80, Sl. 16, 17)

Referenca: Lange-Bertalot i sar. (2017, pl. 132, figs 6-10)

Opis (LM): Valve su slabo heteropolarne, linearne do linearno-eliptične. Ivice su skoro paralelne kod jedinki velikih dimenzija, a konveksne kod jedinki srednjih i manjih dimenzija. Jedan kraj valve je uvek širok, a drugi tupo klinast. Dužina valve je 17,6 μm , a širina 7,2 μm . Talasasta ispupčenja su jasno vidljiva na svetlosnom mikroskopu, 8/10 μm

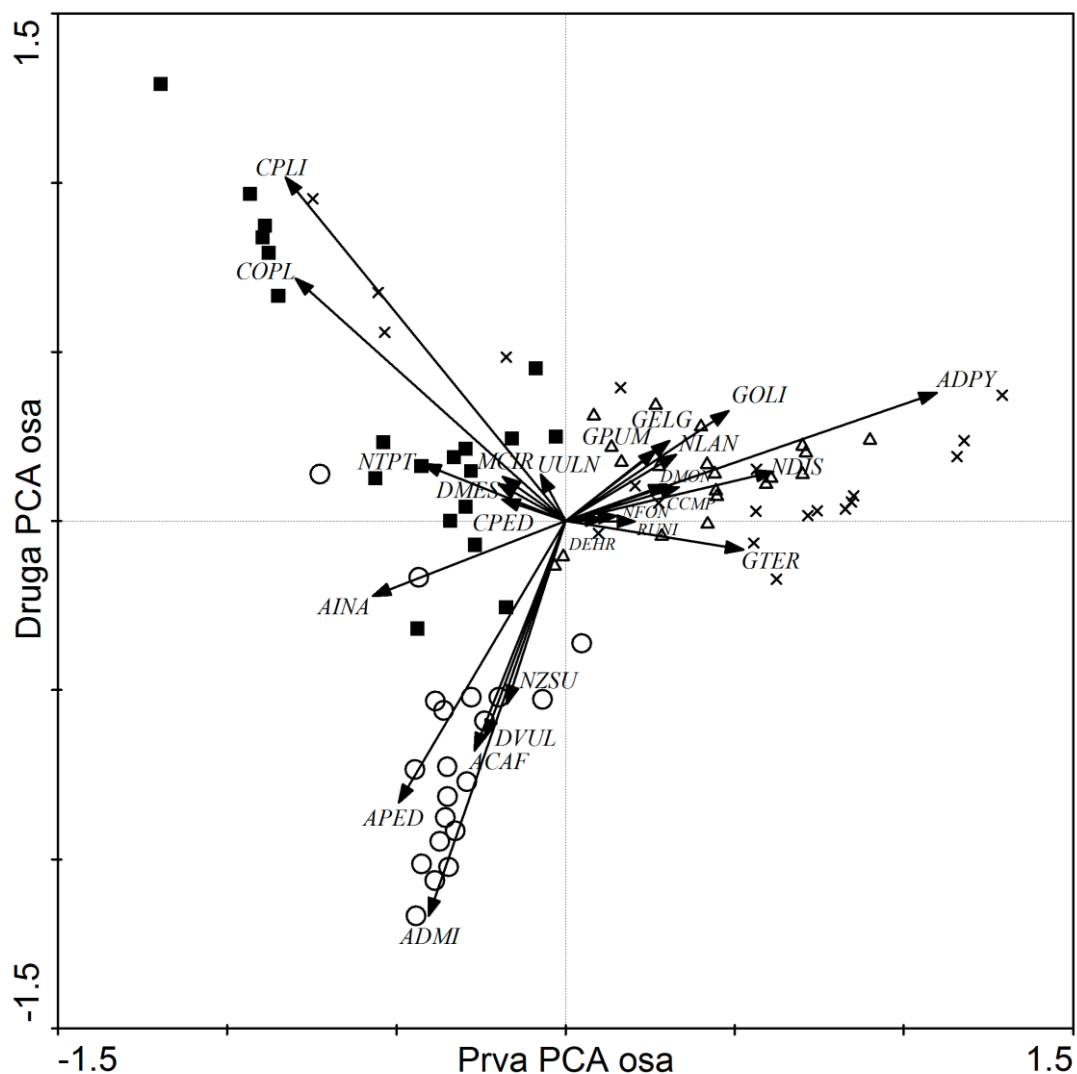
Rasprostranjenje u Srbiji: Rača (Tabela 6).

Svi gore opisani taksoni su zabeleženi u epilitskoj zajednici, u malim, alkalnim, oligo- do mezosaprobim i oligo- do mezotrofnim planinskim rekama sa krečnjačkom podlogom, na nadmorskoj visini između 273 m i 706 m.

4.1.7. Poređenje istraživanih reka na osnovu zastupljenosti dominantnih taksona u epilitskoj zajednici silikatnih algi

Polazeći od ideje da se procentualno učešće (zastupljenost) dominantnih taksona silikatnih algi na kamenu menja duž nekog gradijenta (više ili manje vidljivog ekološkog faktora) i imajući u vidu cilj da se opiše struktura epilitskih zajednica u četiri istraživane reke izabran je jedan metod indirektno gradijentne analize poznat kao metod glavnih komponentata (eng. *Principal Components Analysis* - PCA).

Prve dve PCA ose su objasnile 55,7% varijanse zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi (Prilog 1, Tabela 1). Na osnovu ordinacionog dijagrama moguće je zaključiti da se prema zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi Studenica i Rasina međusobno sličnije, u odnosu na druge dve reke (Grafik 1). Osim toga, Rača i Raška, ne pokazuju veliku sličnost u pogledu epilitske zajednice silikatnih algi. Od taksona koji preovlađuju u Rači izdvajaju se vrste roda *Cocconeis* (*C. lineata* i *C. pseudolineata*), dok su u Raškoj dominantni rod *Achnanthydium* sa vrstama *A. minutissimum* i *A. affine*, kao i *Amphora pediculus*, *Diatoma vulgaris* i *Nitzschia supralitoreae*.



Grafik 1. Ordinacioni grafik sa prve dve PCA ose. Dominantni taksoni su predstavljeni strelicom, uzorci simbolima: ■ - Rača; ○ - Raška; △ - Studenica; × - Rasina; Kodovi taksona u Tabelama 6-9.

4.2. Rezultati fizičko-hemijskih analiza vode istraživanog područja

4.2.1. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Rače

Srednje vrednosti analiziranih parametara ukazuju da je voda reke Rače alkalna, sa umerenom koncentracijom elektrolita i veoma meka, sa prilično sporim do brzim

tokom. Na osnovu vrednosti ukupnog fosfora voda je mezotrofna, odnosno N-oligotrofna na osnovu vrednosti ukupnog azota.

Poređenjem srednjih vrednosti abiotičkih faktora uočava se minimalna varijacija njihovih koncentracija duž istraživanog toka reke. Zapaža se porast koncentracije NH_4^+ i NH_3 na lokalitetu RČ3 i smanjenje koncentracije SO_4^{2-} i PO_4^{3-} u odnosu na lokalitet RČ1 (Tabela 10).

4.2.2. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Rasine

Srednje vrednosti analiziranih parametara ukazuju da je voda reke Rasine alkalna, sa umerenom koncentracijom elektrolita i veoma meka, dok se brzina toka kreće od umerene do brze. Na osnovu vrednosti ukupnog fosfora voda je mezotrofna, odnosno N-oligotrofna na osnovu vrednosti nitrata i amonijaka.

Poređenjem srednjih vrednosti abiotičkih faktora između istraživanih lokaliteta može se uočiti mali stepen variranja (Tabela 11). Nekoliko analiziranih parametara varira nizvodno od lokaliteta RA2, tj. nakon ribnjaka. Najviša vrednost temperature vode zabeležena je na lokalitetu RA3, a porast pH vrednosti, EP i koncentracije NH_3 na RA6. Lokalitete RA3 i RA4 karakteriše povišena koncentracija PO_4^{3-} , od RA4 do RA6 povišena koncentracija NH_4^+ , dok je koncentracija TP povišena na lokalitetima RA5 i RA6.

4.2.3. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživanog dela toka reke Raške

Srednje vrednosti analiziranih parametara ukazuju da je voda reke Raške alkalna, sa umerenom koncentracijom elektrolita i veoma meka, dok se brzina toka kreće od sporog do umerenog. Na osnovu vrednosti ukupnog fosfora voda je mezotrofna, odnosno N-oligotrofna na osnovu vrednosti ukupnog azota.

Poređenjem srednjih vrednosti abiotičkih faktora između istraživanih lokaliteta može se uočiti porast koncentracija TP, PO_4^{3-} , NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- nizvodno od ribnjaka, dok su najviše vrednosti rastvorenog kiseonika zabeležene na lokalitetima uzvodno od ribnjaka (Tabela 12).

4.2.4. Fizičko-hemijske karakteristike vode istraživnog dela toka reke Studenice

Srednje vrednosti analiziranih parametara ukazuju da je voda reke Studenice alkalna, sa umerenom koncentracijom elektrolita i veoma meka, sa velikom koncentracijom rastvorenog kiseonika, čije su vrednosti duž celog toka veće od 11,5 mg/l. Na osnovu vrednosti ukupnog fosfora voda je mezotrofna, odnosno N-oligotrofna na osnovu vrednosti nitrata i amonijaka. Brzina toka je umerena do brza, sa velikim protokom, jer istraživani deo pripada srednjem toku Studenice.

Poređenjem srednjih vrednosti abiotičkih faktora između istraživanih lokaliteta uočava se porast koncentracije NH_4^+ nakon ribnjaka, dok je najviša vrednost koncentracije NH_3 zabeležena na lokalitetu odmah nakon ribnjaka. Najniža vrednost koncentracije PO_4^{3-} je na lokalitetu ST6, dok kod drugih abiotičkih faktora nije uočena značajnija varijacija u koncentraciji duž istraživnog toka reke (Tabela 13).

Tabela 10. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti abiotičkih faktora sa standardnom devijacijom na ispitivanim lokalitetima reke

Rače (n=36).

Lokaliteti	Parametri	T (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	EP (µS/cm)	TP (µg/l)	PO ₄ ³⁻ (µg P/l)	NH ₄ ⁺ (µg/l)	NH ₃ (µg/l)	Tv (dH)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	brzina (m/s)	protok (m ³ /s)
RČ1	min	5,7	9,5	7,9	272	0	0	0	0	0,99	2,08	1,09	6,60	0,16	0,03
	sr.vr.	11,0±3,1	11,0±1,3	8,23±0,2	342,5±44,7	27,5±26,5 (24,7)	24,6±22,9 (22,7)	199,7±241,5 (96,2)	4,16±4,7 (2,94)	1,13±0,1	2,76±0,7	1,45±0,2	7,45±0,9	0,28±0,1 (0,23)	0,17±0,2 (0,07)
	max	14,5	12,5	8,4	384	74	60	639,9	12,78	1,23	4,1	1,61	9,01	0,49	0,49
RČ2	min	9,1	9,8	8,27	274	0	0	0	0	0,97	2,40	1,00	3,81	0,51	0,07
	sr.vr.	12,1±2,0	10,4±0,4	8,34±0,1	330,7±38,2	26,3±22,2 (22,4)	18,5±15,7 (14,0)	107,6±120,0 (75,8)	4,93±4,7 (3,47)	1,10±0,1	2,96±0,6	1,41±0,2	5,49±1,65 (4,94)	0,57±0,1	0,12±0,1
	max	14,4	10,9	8,51	379	62,0	39,0	335,1	12,11	1,16	4,10	1,54	7,71	0,62	0,16
RČ3	min	9,0	9,8	8,32	272	13,8	6,3	98,0	4,88	0,99	2,29	0,98	3,54	0,30	0,10
	sr.vr.	12,1±2,3	10,1±0,4	8,46±0,1	332,8±39,1	40,9±29,8 (29,4)	23,1±16,3 (18,0)	189,9±115,7 (156,2)	11,33±4,4 (11,79)	1,12±0,1	2,76±0,7	1,50±0,3	5,28±1,7 (4,74)	0,41±0,1	0,11±0,01
	max	14,7	10,7	8,60	381	78,0	49,6	408,5	16,05	1,18	4,10	1,66	7,49	0,48	0,13
RČ4	min	8,2	9,6	8,10	254	14,3	0	0	0	0,97	2,39	1,12	4,54	0,28	0,14
	sr.vr.	12,6±3,4	10,4±0,6	8,36±0,2	332,3±46,1	32,6±22,6 (20,9)	17,7±17,4 (11,6)	128,2±141,7 (75,2)	8,02±9,0 (4,40)	1,11±0,1	2,87±0,9	1,67±0,3	6,10±1,5	0,50±0,2 (0,44)	0,34±0,3 (0,24)
	max	17,3	11,2	8,57	380	68,0	46,0	376,5	21,51	1,16	4,60	1,95	8,31	0,87	0,94
RČ5	min	8,1	9,2	8,19	255	15,1	0,00	0,00	0,00	0,94	1,39	1,03	2,98	0,43	0,22
	sr.vr.	12,7±3,6	10,2±0,7	8,42±0,2	330,3±44,0	44,5±30,1 (32,6)	23,1±22,2 (15,5)	134,7±141,2 (111,4)	10,01±11,1 (8,13)	1,09±0,1	2,69±1,5 (2,16)	1,46±0,3	5,92±2,1 (5,41)	0,51±0,1	0,36±0,2 (0,28)
	max	16,8	11,3	8,68	372	86,5	55,8	403,3	30,84	1,16	5,70	1,92	8,78	0,67	0,68
RČ6	min	7,5	9,2	8,20	247	15,6	7,9	0	0	0,90	1,89	1,49	5,05	0,22	0,10
	sr.vr.	12,6±4,0	10,3±1,0	8,38±0,1	328,7±47,7	47,1±35,7 (39,6)	21,7±21,3 (13,6)	161,1±160,5 (118,2)	9,62±10,4 (5,17)	1,09±0,1	3,18±2,0 (2,51)	2,18±0,44	7,21±1,6	0,47±0,1	0,38±0,3 (0,34)
	max	17,3	11,7	8,54	373	116,0	64,1	456,6	23,59	1,18	7,30	2,65	9,59	0,63	0,85

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30.

Tabela 11. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti abiotičkih faktora sa standardnom devijacijom na ispitivanim lokalitetima reke Rasine (n=36).

Lokaliteti	Parametri	T (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	EP (µS/cm)	TP (µg/l)	PO ₄ ³⁻ (µg P/l)	NH ₄ ⁺ (µg/l)	NH ₃ (µg/l)	Tv (dH)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	brzina (m/s)	protok (m ³ /s)
RA1	min	2,5	9,6	7,32	120	11,7	0	43,4	0,3	0,36	1,58	0,68	6,91	0,17	0,06
	sr.vr.	8,6±4,7 (9,1)	11,3±2,1	7,82±0,4	173,7±45,6	25,2±11,2 (23,5)	15,2±14,8 (12,8)	114,6±65,7 (90,0)	2,24±3,2 (0,85)	0,54±0,2	2,43±0,6	1,09±0,3	8,04±0,9	0,37±0,1 (0,37)	0,52±0,5 (0,33)
	max	13,5	14,4	8,32	230	41,0	34,6	218,7	8,5	0,8	3,34	1,56	9,52	0,54	1,42
RA2	min	3,0	9,5	7,58	124	11,8	0	0	0	0,41	1,89	0,71	7,34	0,21	0,05
	sr.vr.	8,7±4,6 (8,7)	11,2±1,9	7,88±0,3	182,6±52,1	23,6±8,4 (24,3)	11,7±9,3 (13,5)	106,5±80,4 (92,0)	2,45±3,5 (1,34)	0,57±0,2	2,86±1,1 (2,49)	1,08±0,3 (0,99)	8,81±1,4	0,41±0,2 (0,39)	0,61±0,6 (0,45)
	max	14,1	13,8	8,37	244	33,0	22,7	229,5	9,39	0,81	4,9	1,69	11,51	0,63	1,34
RA3	min	4,5	9,2	7,62	130	12,3	0	51,8	0,29	0,41	2,08	0,72	8,02	0,28	0,1
	sr.vr.	10,1±4,4 (10,1)	10,7±1,6	7,91±0,3	193,6±59,3 (180,9)	30,1±13,1 (29,2)	16,6±16,6 (14,6)	123,1±79,4 (94,3)	2,95±3,6 (1,65)	0,58±0,2	2,81±0,8	1,13±0,4 (1,07)	9,14±1,6	0,43±0,1 (0,41)	0,70±0,6 (0,50)
	max	15,1	13,5	8,33	272	52,0	46,0	263,5	9,81	0,8	4,2	1,77	12,05	0,64	1,53
RA4	min	4,9	9,2	7,36	131	11,0	0	21,4	0,13	0,41	2,22	0,77	7,57	0,27	0,08
	sr.vr.	9,9±4,4 (9,8)	10,8±1,6	7,91±0,3	199,7±58,9	27,7±10,8 (28,8)	14,5±12,3 (14,0)	127,8±89,7 (114,6)	2,84±2,8 (2,41)	0,59±0,2	3,28±1,7 (2,47)	1,14±0,3	8,55±0,8	0,43±0,1 (0,42)	0,54±0,5 (0,42)
	max	15,2	13,3	8,26	272	38,4	32,9	228,5	7,54	0,81	6,7	1,5	9,53	0,61	1,14
RA5	min	5,3	8,8	7,76	142	24,3	4,1	57,3	0,44	0,43	2,58	0,86	7,44	0,27	0,09
	sr.vr.	10,3±4,8 (9,6)	10,7±1,5	7,96±0,2	211,3±70,1 (192,1)	43,8±15,1 (43,4)	19,1±11,1 (18,4)	170,3±116,6 (131,4)	3,17±2,2 (2,87)	0,64±0,2 (0,59)	3,03±0,7	1,26±0,3	8,94±1,3	0,47±0,1	0,60±0,5 (0,48)
	max	17,6	12,9	8,17	319	61,6	32,3	329,5	5,86	0,92	4,4	1,61	10,88	0,63	1,37
RA6	min	4,8	8,7	7,91	162,4	11,6	0	89,0	1,64	0,49	1,41	1,15	7,35	0,29	0,17
	sr.vr.	10,2±5,5 (8,7)	10,9±1,6	8,22±0,2	234,9±70,2	32,2±11,9 (34,9)	14,7±8,9 (16,6)	212,7±114,5 (184,2)	7,39±4,9 (6,67)	0,76±0,2 (0,66)	2,09±0,6	1,52±0,4	8,41±1,1	0,51±0,2 (0,56)	0,81±0,5 (0,90)
	max	18,7	12,6	8,41	345	47,1	24,0	371,0	14,93	1,07	3,02	2,06	10,14	0,71	1,52

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30.

Tabela 12. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti abiotičkih faktora sa standardnom devijacijom na ispitivanim lokalitetima reke Raške (n=30).

Lokaliteti	Parametri	T (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	EP (µS/cm)	TP (µg/l)	PO ₄ ³⁻ (µg P/l)	NH ₄ ⁺ (µg/l)	NH ₃ (µg/l)	Tv (dH)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	brzina (m/s)	protok (m ³ /s)
RŠ1	min	10,0	9,9	7,59	315	0	0	0	0	0,67	4,98	1,41	1,43	0,31	0,19
	sr.vr.	11,1±0,9	10,9±0,9	7,85±0,2	372,5±42,2	20,2±11,5 (22,1)	10,0±5,2 (10,9)	35,6±42,7 (23,1)	0,57±0,7 (0,31)	1,06±0,2	6,96±1,0	1,63±0,1	2,14±0,6	0,37±0,1	0,26±0,1 (0,21)
	max	12,2	11,9	8,14	416	35,0	14,6	111,0	1,63	1,24	7,55	1,79	2,72	0,45	0,39
RŠ2	min	9,9	9,9	7,48	321	15,4	10,4	0	0	0,72	6,30	1,22	1,48	0,20	0,08
	sr.vr.	11,3±1,0	11,3±1,3	7,89±0,3	373,0±39,9	28,7±7,6	14,3±2,1	41,6±42,6 (27,2)	0,80±0,9 (0,64)	1,02±0,2	6,88±0,6	1,53±0,2	2,22±0,7 (2,18)	0,28±0,1	0,16±0,1 (0,14)
	max	12,6	12,6	8,23	411	36,3	16,4	119,0	2,35	1,24	7,80	1,67	3,05	0,38	0,32
RŠ3	min	9,9	7,0	7,05	324	16,0	13,2	28,6	0,72	0,70	6,75	1,47	1,50	0,23	0,07
	sr.vr.	11,4±1,1	8,4±1,4	7,70±0,4	378,0±42,6	34,0±6,7 (31,3)	18,4±16,5 (15,6)	247,8±166,9 (247,6)	4,37±5,0 (2,48)	1,04±0,2	7,30±0,4	1,73±0,2	2,33±0,7	0,37±0,1	0,12±0,1
	max	12,7	10,9	8,14	420	58,1	26,9	517,0	14,10	1,24	7,90	1,91	3,0	0,45	0,15
RŠ4	min	9,9	7,5	7,07	327	16,7	13,8	136,0	0,58	0,66	6,75	1,43	1,27	0,23	0,09
	sr.vr.	11,4±1,1	8,4±0,7	7,76±0,4	379,3±40,0	35,8±17,0 (36,6)	20,9±7,0 (19,6)	284,2±112,7 (268,9)	4,80±4,7 (3,44)	1,01±0,2	7,33±0,5	1,61±0,1	2,37±0,8 (2,38)	0,30±0,04	0,15±0,1 (0,11)
	max	13,0	9,3	8,18	418	54,3	32,9	473,8	13,84	1,24	8,30	1,72	3,38	0,34	0,31
RŠ5	min	9,8	8,2	7,18	305	13,5	12,1	111,0	0,51	0,68	6,40	1,34	1,71	0,30	0,10
	sr.vr.	11,6±1,9	9,3±0,7	7,78±0,3	373,5±46,4	51,8±33,7 (49,9)	25,4±16,5 (18,4)	210,7±79,9 (187,3)	3,20±2,1 (2,62)	1,05±0,2	7,18±0,7	1,72±0,3	2,68±1,0 (2,65)	0,37±0,1	0,16±0,04
	max	14,0	10,2	8,02	416	104,2	51,7	343,4	6,27	1,24	7,90	2,16	3,69	0,54	0,22

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30.

Tabela 13. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti abiotičkih faktora sa standardnom devijacijom na ispitivanim lokalitetima reke Studenice (n=36).

Lokaliteti	Parametri	T (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	EP (µS/cm)	TP (µg/l)	PO ₄ ³⁻ (µg P/l)	NH ₄ ⁺ (µg/l)	NH ₃ (µg/l)	Tv (dH)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	brzina (m/s)	protok (m ³ /s)
ST1	min	0,7	9,7	7,69	146	0	0	0	0	0,54	0,93	1,02	9,38	0,31	0,86
	sr.vr.	8,9±6,8 (7,2)	12,1±2,6	8,09±0,4	202,7±41,6	22,2±20,2 (25,5)	10,5±11,9 (9)	117,0±88,6 (113,4)	2,04±2,0 (1,31)	0,61±0,1	2,39±2,2 (1,67)	1,29±0,2	10,78±0,7	0,46±0,1	1,45±0,6 (1,30)
	max	18,8	16,4	8,56	247	53,0	32,0	227,8	4,74	0,72	6,90	1,50	11,50	0,55	2,19
ST2	min	0,8	9,7	7,80	148	0	0	0	0	0,51	0,99	0,95	9,50	0,36	0,82
	sr.vr.	9,1±7,0 (7,3)	11,7±2,5	8,20±0,4	198,1±43,6	21,9±22,8 (19,4)	12,4±13,9 (11)	63,0±74,4 (35,5)	1,84±2,9 (0,70)	0,62±0,1	1,58±0,6 (1,50)	1,18±0,2	10,85±0,7	0,50±0,1	1,54±0,5 (1,48)
	max	19,0	15,6	8,64	254	61,0	37,0	181,7	7,53	0,72	2,21	1,35	11,45	0,61	2,30
ST3	min	1,4	9,2	7,75	147	0	0	102,5	0,71	0,48	1,20	1,02	9,24	0,36	0,67
	sr.vr.	9,8±7,3 (7,6)	11,6±2,4	8,12±0,3	196,1±42,5	30,4±24,3 (29,9)	13,2±10,5 (12,3)	154,9±68,3 (120,6)	7,11±5,0 (7,32)	0,60±0,1	2,51±2,0 (1,94)	1,21±0,1	10,71±0,7	0,49±0,1	1,71±0,9 (1,47)
	max	19,1	14,6	8,56	255	69,0	31,0	274,5	14,21	0,72	6,60	1,37	11,30	0,55	3,32
ST4	min	1,4	9,7	7,87	151	0	0	71,7	1,00	0,48	1,24	0,98	9,46	0,31	0,40
	sr.vr.	9,5±7,0 (7,4)	11,8±2,3	8,20±0,3	198,9±38,2	29,1±28,5 (26,4)	11,9±12,9 (10,6)	157,9±62,6 (153,5)	5,75±5,4 (4,30)	0,60±0,1	2,55±2,0 (1,89)	1,15±0,1	10,91±0,8	0,45±0,1	0,89±0,5 (0,76)
	max	18,6	15,3	8,63	252	73,0	34,0	249,2	16,20	0,72	6,60	1,29	11,74	0,63	1,89
ST5	min	1,6	9,7	7,92	152	0	0	30,3	0,92	0,48	1,14	1,00	9,21	0,35	0,96
	sr.vr.	9,6±7,0 (7,3)	11,7±2,0	8,24±0,3	194,5±43,6	26,0±23,3 (28,2)	11,1±12,3 (8,4)	155,1±90,4 (146,8)	5,97±5,9 (3,46)	0,61±0,1	2,42±2,0 (1,77)	1,26±0,1	10,59±0,8	0,48±0,1	1,32±0,2
	max	18,6	14,6	8,64	255	60,0	32,0	296,1	16,64	0,73	6,40	1,38	11,53	0,62	1,50
ST6	min	2,2	9,4	7,93	156	0	0	22,2	1,09	0,49	1,10	1,06	9,64	0,31	0,82
	sr.vr.	9,6±7,0 (6,9)	11,5±2,1	8,23±0,3	192,7±38,6	18,0±21,2 (11,0)	6,5±8,5 (3,2)	139,5±95,0 (139,8)	3,72±2,4 (3,57)	0,60±0,1	2,39±2,0 (1,72)	1,25±0,1	10,81±0,6	0,48±0,1	1,24±0,3
	max	18,5	14,4	8,72	256	46,8	21,0	244,6	8,07	0,73	6,50	1,34	11,58	0,61	1,54

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30.

4.3. Odnos fizičko-hemijskih osobina vode i zajednice silikatnih algi u ispitivanim rekama primenom metoda multivarijacione analize

Polazeći od planiranih ciljeva, prema kojima je bilo potrebno analizirati odnos parametara kvaliteta vode i taksona silikatnih algi identifikovanih u Studenici, Rači, Rasini i Raški, primenjene su metode multivarijacione analize koje odgovaraju prirodni dobijenih podataka. Prvo, da bi se ispitalo da li je odgovor vrsta linearan duž gradijenta prve ose korišćena je detrendujuća varijanta korespondentne analize (eng. *Detrended Correspondence Analysis* - DCA). Rezultati ove analize pokazali su da je dužina gradijenta na prvoj osi manja od četiri standardne devijacije za skupove podataka u sve četiri reke, što ukazuje na linearan odgovor vrsta u odnosu na ovu osu (Prilog 1, Tabele 2-5.). Na osnovu dobijene dužine gradijenta ($SD < 4$), primenjena je metoda analize redundantnosti (RDA) u sva četiri slučaja.

4.3.1. Reka Rača

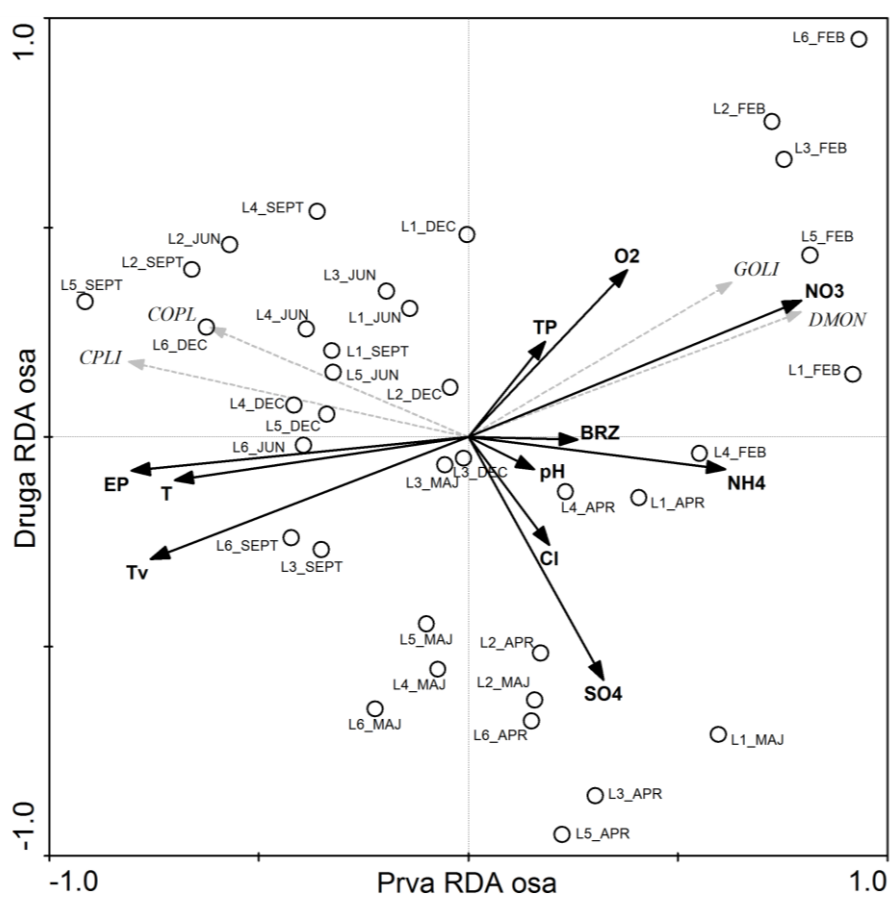
Procenat varijanse procentualnog učešća taksona u epilitskoj zajednici, koji je objašnjen promenom fizičko-hemijskih parametara vode, iznosi 57,2% (Tabela 14). Prve dve RDA ose zajedno objašnjavaju 38,4% promena u zastupljenosti dominantnih taksona, odnosno 67,1% varijanse odnosa silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara vode reke Rače.

Tabela 14. Rezultati analize redundantnosti (RDA) za reku Raču

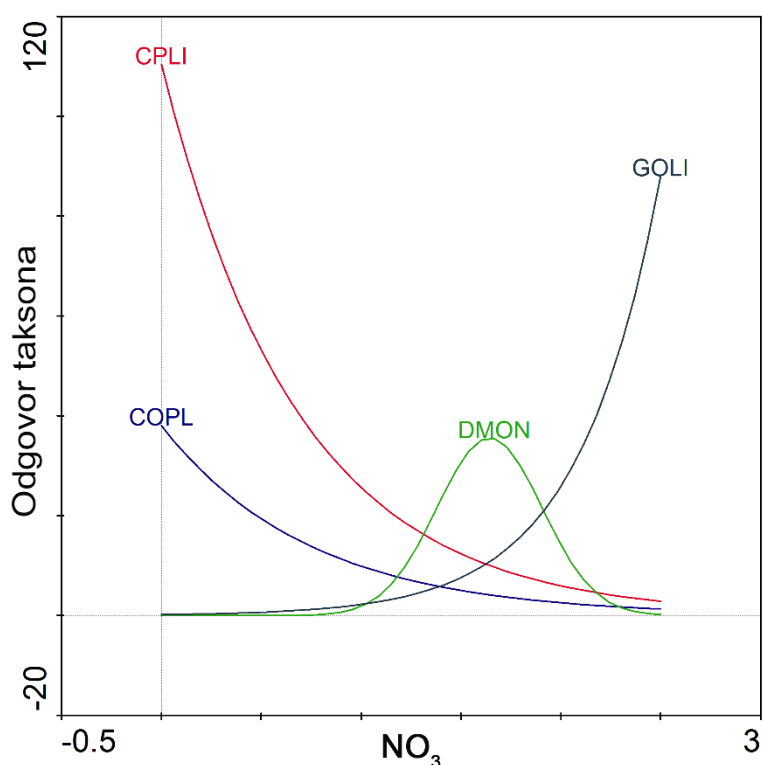
Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,269	0,114	0,074	0,051
Korelacija zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	0,900	0,838	0,754	0,794
Kumulativni % objašnjene varijanse zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi	26,9	38,4	45,8	50,8
Kumulativni % objašnjene varijanse odnosa zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	47,1	67,1	80,0	88,9
Ukupna varijansa	1,000			
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova	1,000			
Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova	0,572			

naglašene vrednosti (**Bold**) se odnose na % objašnjene varijanse prve i druge ose

Imajući u vidu cilj istraživanja, ispitivanje odnosa silikatnih algi i prevashodno nutrijenata u vodi (azotnih i fosfornih jedinjenja), primenom RDA analize je utvrđena najveća međuzavisnost nitrata sa prvom RDA osom ($r=0,79$) (Grafik 2). Iz tog razloga su prikazane samo one vrste silikatnih algi (ukupno četiri) kod kojih prva osa objašnjava najmanje trećinu varijanse zastupljenosti u uzorcima (Grafik 3). Takođe, modeli distribucije ovih vrsta duž gradijenta nitrata se razlikuje. Na primer, za vrstu *Diatoma moniliformis* oblik krive je zvonast, tj. vrsta ima unimodalan odgovor na pomenuti ekološki faktor. Povećana koncentracije nitrata je u vezi sa povećanom relativnom brojnošću vrste *G. olivaceum*, dok su niže koncentracije nitrata povezane sa povećanjem relativne brojnosti dve vrste roda *Cocconeis*, *C. lineta* i *C. pseudolineata* (Grafik 3).



Grafik 2. RDA triplot sa prve dve RDA ose, zavisnim (zastupljenost dominantnih taksona silikatnih algi) i nezavisnim (fizičko-hemijske osobine vode) promenljivim i svim uzorcima u reci Rači. Promenjlive su prikazane strelicama, uzorci simbolom \circ , a kodovi taksona se nalaze u Tabeli 6.



Grafik 3. Modeli distribucije odabranih vrsta silikatnih algi na gradijentu nitrata. Kodovi taksona su u Tabeli 6.

4.3.2. Reka Rasina

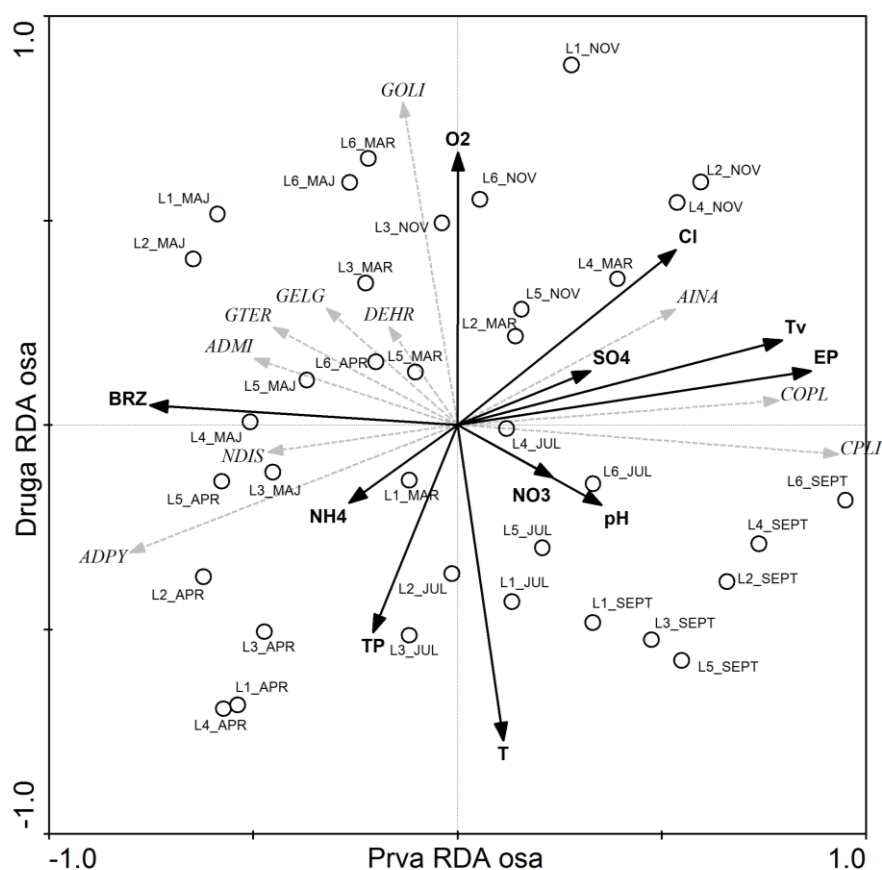
Promene u fizičko-hemijskim osobinama vode u reci Rasini objasnile su 68,1% varijanse u strukturi epilitske zajednice silikatnih algi (Tabela 15). Prva i druga RDA osa objašnjavaju ukupno 57,0% varijanse u zastupljenosti dominantnih taksona, a 83,7% varijanse odnosa silikatnih algi i ispitivanih fizičko-hemijskim parametara vode.

Korelacija između nutrijenata (azotovih i fosfornih jedinjenja) u vodi i ordinationih osa je slaba (npr. koeficijenti korelacije ukupnog fosfora sa prvom i drugom RDA osom iznose redom -0,21 i 0,51. Niske vrednosti korelacionih koeficijenata zabeležene su i za azotova jedinjenja (nitrate i amonijak). Drugi abiotički činiooci su pokazali veću međuzavisnost sa prvom i drugom ordinationom osom, npr. temperatura i rastvoreni kiseonik (Grafik 4), ali kako odnos ovih parametara i zajednice silikatnih algi nije od primarnog značaja za naša istraživanja, modeli distribucije dominantnih taksona na gradijentu ovih fizičkih i hemijskih osobina vode nisu prikazani.

Tabela 15. Rezultati analize redundantnosti (RDA) za reku Rasinu

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,486	0,084	0,062	0,016
Korelacija zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	0,942	0,808	0,688	0,650
Kumulativni % objašnjene varijanse zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi	48,6	57,0	63,2	64,8
Kumulativni % objašnjene varijanse odnosa zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	71,4	83,7	92,8	95,1
Ukupna varijansa	1,000			
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova	1,000			
Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova	0,681			

naglašene vrednosti (**Bold**) se odnose na % objašnjene varijanse prve i druge ose



Grafik 4. RDA triplot sa prve dve RDA ose, zavisnim (zastupljenost dominantnih taksona silikatnih algi) i nezavisnim (fizičko-hemijske osobine vode) promenjivim i svim uzorcima u reci Rasini. Promenjljive su prikazane strelicama, uzorci simbolom \circ , a kodovi taksona su u Tabeli 7.

4.3.3. Reka Raška

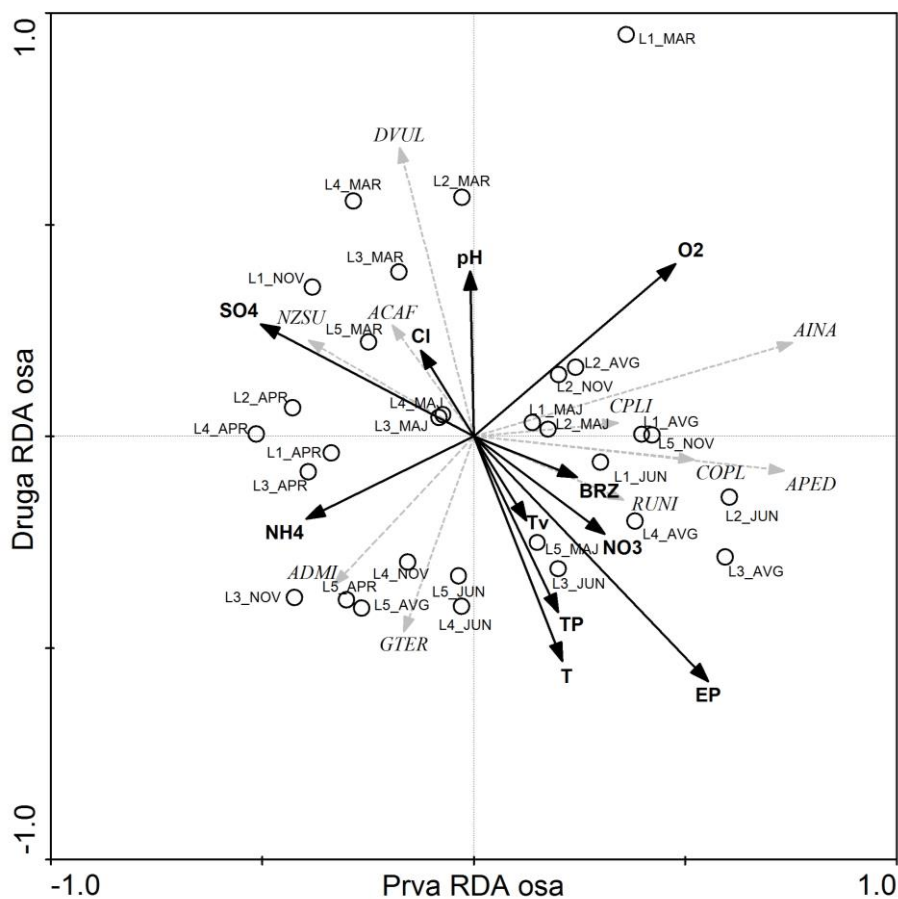
Procenat varijanse u podacima o zastupljenosti taksona u epilitskoj zajednici koji je objašnjen fizičko-hemijskim parametrima vode iznosi 51,0% (Tabela 16). Prve dve RDA ose zajedno objašnjavaju 30,2% promene u zastupljenosti dominantnih taksona, odnosno 59,2% varijanse odnosa silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara vode reke Raške.

Tabela 16. Rezultati analize redundantnosti (RDA) za reku Rašku

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,175	0,127	0,080	0,056
Korelacija zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	0,864	0,802	0,710	0,628
Kumulativni % objašnjene varijanse zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi	17,5	30,2	38,2	43,8
Kumulativni % objašnjene varijanse odnosa zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	34,3	59,2	74,8	85,8
Ukupna varijansa	1,000			
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova	1,000			
Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova	0,510			

naglašene vrednosti (**Bold**) se odnose na % objašnjene varijanse prve i druge ose

Vrsta *Diatoma vulgaris* preovlađuje u uzorcima u martu, dok ostali dominantni taksoni ne pokazuju tako jasnu sezonsku dinamiku (Grafik 5). Kao i u Rasini, korelacija između azotnih i fosfornih jedinjenja u vodi i ordinaционih osa je slaba (na primer: koeficijenti korelacije nitrata sa prvom i drugom RDA osom iznose redom - 0,31 i 0,23). Ni među drugim fizičko-hemijskim faktorima ne može se uočiti snažnija međuzavisnost sa prve dve RDA ose (na primer najveći koeficijent korelacije iznosi $r=0,58$ - odnos elektroprovodljivosti i druge ordinaционe ose).



Grafik 5. RDA triplot sa prve dve RDA ose, zavisnim (zastupljenost dominantnih taksona silikatnih algi) i nezavisnim (fizičko-hemijske osobine vode) promenjivim i svim uzorcima u reci Raški. Promenjive su prikazane strelicama, uzorci simbolom \circ , a kodovi taksona su u Tabeli 8.

4.3.4. Reka Studenica

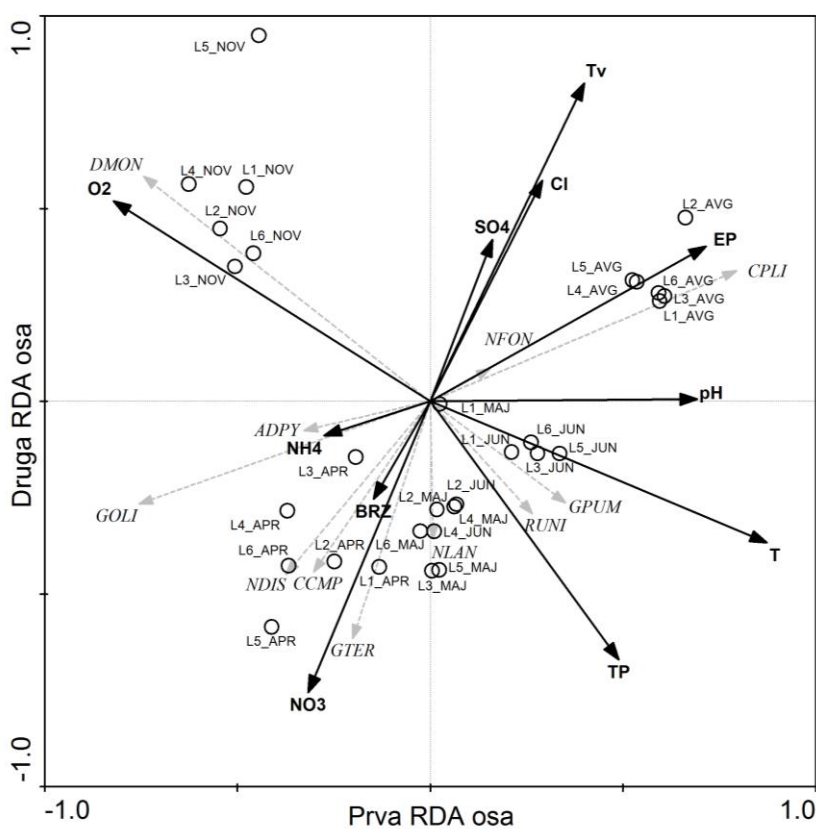
Ispitivani ekološki faktori objašnjavaju 70,3% promena u zajednici silikatnih algi u reci Studenici (Tabela 17). Uz to, prve dve RDA ose objašnjavaju 55,0% promena u zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi u zajednici, odnosno 78,2% promena kada se uzme u obzir samo deo varijanse koji je objašnjen ekološkim faktorima.

Zajednica silikatnih algi reke Studenice pokazuje jasne sezonske razlike u pogledu prisustva dominantnih taksona. Tako, na primer, vrsta *Diatoma moniliformis* preovlađuje u novembarskim uzorcima, *Cocconeis lineata* dominira u avgustu, *Gomphonema pumilum* i *Reimeria uniseriata* u junu, dok u aprilu dominiraju *Nitzschia dissipata* i *Cymbella compacta* (Grafik 6).

Tabela 17. Rezultati analize redundantnosti (RDA) za reku Studenicu

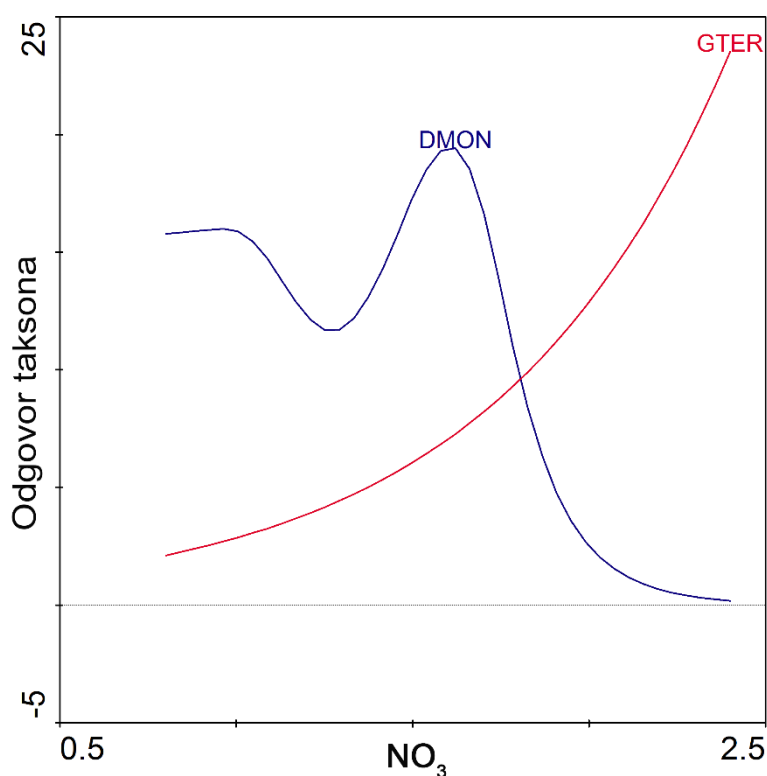
Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,367	0,183	0,068	0,042
Korelacija zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	0,943	0,909	0,818	0,729
Kumulativni % objašnjene varijanse zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi	36,7	55,0	61,8	65,9
Kumulativni % objašnjene varijanse odnosa zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi i fizičko-hemijskih parametara	52,2	78,2	87,9	93,8
Ukupna varijansa				1,000
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova				1,000
Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova				0,703

naglašene vrednosti (**Bold**) se odnose na % objašnjene varijanse prve i druge ose



Grafik 6. RDA triplot sa prve dve RDA ose, zavisnim (zastupljenost dominantnih taksona silikatnih algi) i nezavisnim (fizičke i hemijske osobine vode) promenljivim i svim uzorcima u reci Studenici. Promenjlive su prikazane strelicama, uzorci simbolom ○, a kodovi taksona su u Tabeli 9.

Kada je u pitanju odnos silikatnih algi i nutrijenata u vodi, RDA analiza pokazala je da najjača korelacija postoji između nitrata i druge RDA ose (0,75), dok su vrednosti niže za druga jedinjenja poput TP ili NH_4^+ . S obzirom da je ova promenjiva (nitrati) snažno korelisana sa drugom RDA osom, od svih vrsta koje su bile dominante u uzorcima reke Studenice, samo se za dve vrste može reći da pokazuju snažniju zavisnost sa drugom RDA osom (tj. da druga ordinaciona osa objašnjava najmanje jednu trećinu varijanse učešća tih vrsta u zajednici). Model distribucije vrste *Diatoma moniliformis* duž gradijenta ekološkog faktora (nitrata) se razlikuje od modela dobijenog za vrstu *Gomphonema tergestinum*. Oblik krive kod *D. moniliformis* je zvonast tj. vrsta ima unimodalan odgovor na pomenuti ekološki faktor, dok je povećana koncentracije nitrata povezana sa povećanom relativnom brojnošću *G. tergestinum* (Grafik 7).



Grafik 7. Modeli distribucije odabranih vrsta silikatnih algi na gradijentu nitrata.

Kodovi taksona su u Tabeli 9.

4.4. Procena ekološkog statusa istraživanih reka na osnovu epilitskih zajednica silikatnih algi

4.4.1. Ekološki status reke Rače

Fizičko-hemijski parametri vode

Prema datim granicama ekološkog statusa u odnosu na hemijske i fizičko-hemijske parametre vode (Službeni glasnik 74/2011) voda ispitivanog dela reke Rače (Tip 4) pripada I klasi na osnovu vrednosti pH, koncentracije rastvorenog kiseonika i koncentracije hlorida. Vrednosti koncentracije ortofosfata i jona nitrata ukazuju na II klasu vode, a vrednosti koncentracije amonijum jona na III klasu vode. Izuzetak je lokalitet RČ2, gde vrednosti koncentracije nitrata ukazuju na III klasu (Tabela 18).

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Rače na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra pripada III klasi, tj. da je ekološki status vode umeren.

Tabela 18. Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra vode ispitivanog dela reke Rače.

Lokaliteti Parametri	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6
pH	8,36	8,34	8,54	8,55	8,55	8,50
O ₂ (mg/l)	9,5	9,8	9,8	10,7	9,2	9,2
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,32	0,12	0,21	0,21	0,14	0,21
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,98	3,32	2,97	2,69	2,68	2,61
PO ₄ ³⁻ (mg P/l)	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,02
Cl ⁻ (mg/l)	1,60	1,52	1,65	1,88	1,62	2,44

Vrednosti parametara su određeni kao C80 (80 percentil), osim za rastvoreni kiseonik koji je određen kao C10 (10 percentil).

Dijatomni indeksi

Na osnovu rezultata kvantitativne analize zastupljenosti identifikovanih taksona, uz pomoć softverskog paketa OMNIDIA, izračunati su dijatomni indeksi za svaki od šest lokaliteta tokom šest meseci istraživanja (Tabela 19). Prema graničnim vrednostima kvaliteta vode za dijatomne indekse, datim od strane Prygiel i Coste (2000), ekološki status ispitivnog dela reke Rače varira od slabog do odličnog. Samo vrednosti IBD

indeksa ukazuju na odličan kvalitet vode na svim lokalitetima, dok vrednosti IPS, SLA, IDSE, IDAP, EPI-D, ROTT SI, WAT, SHE ukazuju na dobar kvalitet. Vrednosti IDG, DESCY, Hurl i CEE indeksa pokazuju variranja u kvalitetu vode od odličnog do slabog. Vrednosti trofičkog dijatomnog indeksa Rott TI ukazuju na srednju koncentraciju nutrijenata, tj. na umeren ekološki status na svim lokalitetima, osim na RČ4 gde je koncentracija nutrijenata visoka. Drugi trofički indeks, TDI, ukazuje na srednju koncentraciju nutrijenata, tj. umeren ekološki status. Imajući u vidu da je procenat pokretnih taksona (TDI %) manji od 20% možemo zaključiti da ne postoji značajno organsko zagađenje.

Tabela 19. Ekološki status ispitivanog dela reke Rače prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa ± standardna devijacija

Lokaliteti / Dijatomi indeksi	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6
IBD	18,67±1,07	18,08±1,27	18,18±0,91	17,83±0,75	18,70±0,91	18,42±0,69
IPS	16,82±0,84	16,65±0,79	16,37±0,75	16,65±0,63	16,63±0,35	16,35±0,21
IDG	13,38±0,45	13,50±1,43	12,63±0,62	13,10±0,24	13,52±0,78	13,20±0,64
DESCY	15,98±1,28	16,48±1,30	17,52±1,05	17,17±1,14	16,45±0,77	16,15±0,78
SLA	14,02±0,95	13,80±1,18	14,53±0,55	13,95±0,70	14,12±0,64	13,75±0,37
IDSE	15,38±0,69	15,38±1,08	14,97±1,03	15,03±0,87	15,58±0,49	15,18±0,47
IDAP	14,30±2,20	14,30±1,15	15,02±1,18	14,38±1,07	14,20±0,39	14,02±0,63
EPI-D	15,60±0,76	15,43±0,10	15,57±1,01	15,52±0,52	15,77±0,66	15,22±0,40
Hurl	14,40±2,95	13,17±2,88	13,50±0,59	12,75±1,75	14,08±2,04	13,37±2,17
ROTT TI	9,23±1,31	9,52±0,96	9,28±0,96	8,87±0,38	9,58±0,61	9,02±0,61
ROTT SI	15,02±1,69	14,70±1,28	15,50±0,95	14,78±0,83	15,33±1,17	14,57±0,78
CEE	16,75±1,60	16,93±1,64	17,13±1,11	17,53±0,39	17,75±1,68	17,77±1,54
TDI %	2,96±2,49 (2,64)	1,15±1,36 (0,70)	4,60±3,56 (3,65)	2,24±2,80 (1,5)	1,90±1,18 (1,37)	2,94±3,09 (1,59)
TDI	10,13±1,18	10,50±2,96	9,10±1,31	9,75±0,61	9,53±0,65	9,58±1,45
SHE	15,37±1,07	15,87±1,11	15,47±0,84	15,62±0,41	16,00±0,95	15,67±0,87

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30.

Prema Pravilniku Republike Srbije (Službeni glasnik 74/2011) vrednosti CEE i IPS dijatomnog indeksa ukazuju na odličan ekološki status svih lokaliteta ispitivanog dela reke Rače (Tabela 20). Ovi rezultati se ne poklapaju u potpunosti sa rezultatima datim u Tabeli 19, gde vrednosti IPS indeksa ukazuju na dobar ekološki status na svim istraživanim lokalitetima, dok vrednosti CEE varira između dobrog i odličnog.

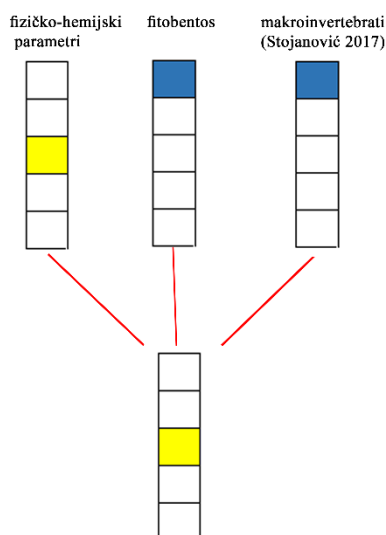
Tabela 20. Ekološki status ispitivanog dela reke Rače prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa \pm standardna devijacija.

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	RČ1	RČ2	RČ3	RČ4	RČ5	RČ6
CEE	16,75 \pm 1,60	16,93 \pm 1,64	17,13 \pm 1,11	17,53 \pm 0,39	17,75 \pm 1,68	17,77 \pm 1,54
IPS	16,82 \pm 0,84	16,65 \pm 0,79	16,37 \pm 0,75	16,65 \pm 0,63	16,63 \pm 0,35	16,35 \pm 0,21

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Rače, na osnovu fitobentosa kao biološkog elementa ocene ekološkog statusa, pripada I klasi, tj. da je ekološki status vode odličan.

Ekološki status ispitivanog dela reke Rače

Kombinovanjem rezultata fitobentosa (Tabela 20), makroinvertebrata (Stojanović 2017) i fizičko-hemijskih rezultata (Tabela 18), kao elemenata kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa vode istraživanog dela reke Rače, utvrđeno je da voda pripada III klasi, tj. ekološki status je umeren (Slika 16).



Slika 16. Konačni ekološki status vode istraživanog dela reke Rače.

4.4.2. Ekološki status reke Rasine

Fizičko-hemijski parametri vode

Prema datim granicama ekološkog statusa u odnosu na hemijske i fizičko-hemijske parametre vode (Službeni glasnik 74/2011) voda ispitivanog dela reke Rasine (Tip 4) pripada I klasi na osnovu vrednosti pH, koncentracije rastvorenog kiseonika i koncentracije hlorida. Vrednosti koncentracije ortofosfata ukazuju na II klasu vode ispitivanog dela reke Rasine. Vrednosti koncentracije nitrata i amonijum jona pokazuju variranje između II i III klase (Tabela 21).

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Rasine na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra pripada III klasi, tj. da je ekološki status vode umeren.

Tabela 21. Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra vode ispitivanog dela reke Rasine.

Lokaliteti Parametri	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6
pH	8,12	8,12	8,11	8,18	8,12	8,41
O ₂ (mg/l)	9,6	9,5	9,2	9,2	8,8	8,7
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,17	0,16	0,17	0,23	0,30	0,32
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,70	3,30	3,07	3,47	3,19	2,38
PO ₄ ³⁻ (mg P/l)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
Cl ⁻ (mg/l)	1,25	1,21	1,32	1,25	1,58	2,04

Vrednosti parametara su određeni kao C80 (80 percentil), osim za rastvoreni kiseonik koji je određen kao C10 (10 percentil).

Dijatomni indeksi

Na osnovu rezultata kvantitativne analize zastupljenosti identifikovanih taksona, uz pomoć softverskog paketa OMNIDIA izračunati su dijatomni indeksi za svaki od šest lokaliteta tokom šest meseci istraživanja (Tabela 22). Prema graničnim vrednostima kvaliteta vode za dijatomne indekse, datim od strane Prygiel i Coste (2000), ekološki status ispitivanog dela reke Rasine varira od lošeg do odličnog. Vrednosti IBD indeksa ukazuju na odličan ekološki status na svim lokalitetima, dok vrednosti IPS i CEE ukazuju na odličan ekološki status na prva četiri lokaliteta. Najveći broj indeksa pokazuje vrednosti koje označavaju dobar ekološki status. Na svih šest lokaliteta vrednosti trofičkog

dijatamnog indeksa Rott TI ukazuju na srednju koncentraciju nutrijenata, tj. na umeren ekološki status. Za razliku od Rott TI indeksa, vrednosti TDI ukazuju na povišenu koncentraciju nutrijenata, tj. slab kvalitet vode. Imajući u vidu da je procenat pokretnih taksona (TDI %) manji od 20% možemo zaključiti da ne postoji značajno organsko zagađenje.

Tabela 22. Ekološki status ispitivanog dela reke Rasine prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa \pm standardna devijacija

Lokaliteti/ Dijatomni indeksi	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6
IBD	19,52 \pm 0,77	19,33 \pm 0,97	19,73 \pm 0,65	19,20 \pm 0,83	19,27 \pm 0,96	19,07 \pm 0,93
IPS	17,15 \pm 0,84	17,07 \pm 0,75	17,35 \pm 0,63	17,03 \pm 0,56	16,68 \pm 0,57	16,52 \pm 0,60
IDG	14,15 \pm 1,28	14,22 \pm 1,46	14,93 \pm 1,11	13,85 \pm 1,12	13,85 \pm 1,23	13,37 \pm 0,92
DESCY	15,92 \pm 0,66	15,88 \pm 0,90	15,98 \pm 0,73	16,32 \pm 0,35	16,68 \pm 1,28	16,68 \pm 0,96
SLA	14,82 \pm 1,28	14,68 \pm 1,33	15,15 \pm 1,47	14,23 \pm 1,05	14,78 \pm 1,08	14,18 \pm 0,63
IDSE	16,07 \pm 0,63	15,73 \pm 0,86	16,48 \pm 0,37	15,87 \pm 0,55	15,72 \pm 0,55	15,17 \pm 0,80
IDAP	14,65 \pm 1,06	14,57 \pm 1,45	15,62 \pm 1,54	15,32 \pm 0,59	15,30 \pm 1,17	15,23 \pm 0,76
EPI-D	16,03 \pm 0,51	15,77 \pm 0,60	16,00 \pm 0,55	15,88 \pm 0,31	15,70 \pm 0,37	15,40 \pm 0,60
Hurl	15,35 \pm 1,84	15,48 \pm 1,49	15,85 \pm 1,21	15,32 \pm 1,13	14,97 \pm 1,74	15,08 \pm 1,96
ROTT TI	10,38 \pm 1,15	9,77 \pm 1,49	11,37 \pm 0,94	10,43 \pm 0,98	10,30 \pm 1,26	9,43 \pm 0,28
ROTT SI	15,60 \pm 0,56	15,22 \pm 0,83	15,60 \pm 0,67	15,47 \pm 0,38	15,72 \pm 0,53	14,75 \pm 0,64
CEE	17,63 \pm 1,16	17,13 \pm 1,00	17,28 \pm 0,99	17,60 \pm 1,11	16,90 \pm 1,08	16,53 \pm 1,07
TDI %	2,52 \pm 1,59 (2,67)	3,55 \pm 2,16 (3,90)	2,73 \pm 1,46 (2,32)	0,98 \pm 0,84 (0,74)	3,63 \pm 5,15 (1,30)	4,19 \pm 4,45 (3,46)
TDI	8,22 \pm 1,30	7,98 \pm 0,89	8,47 \pm 1,43	8,62 \pm 0,80	8,80 \pm 1,08	8,23 \pm 1,15
SHE	15,70 \pm 0,46	15,37 \pm 0,94	15,85 \pm 0,68	16,33 \pm 0,70	15,92 \pm 0,86	15,43 \pm 0,41

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30 .

Prema Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011) vrednosti CEE i IPS dijatamnog indeksa pokazuju odličan ekološki status na svim lokalitetima ispitivanog dela reke Rasine (Tabela 23). Ovi rezultati se ne poklapaju u potpunosti sa rezultatima datim u Tabeli 22, gde vrednosti oba indeksa ukazuju na dobar ekološki status na petom i šestom lokalitetu.

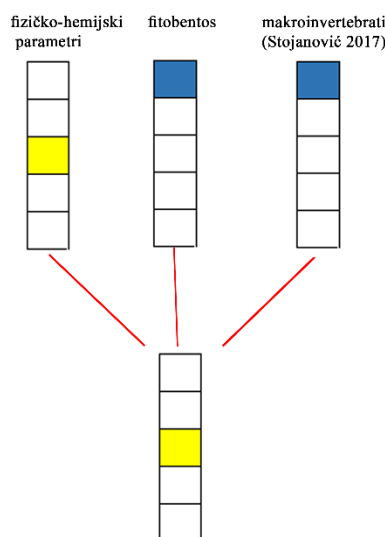
Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Rasine, u odnosu na fitobentos kao biološki element ocene ekološkog statusa, pripada I klasi, tj. da je ekološki status vode odličan.

Tabela 23. Ekološki status ispitivanog dela reke Rasine prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa \pm standardna devijacija.

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6
CEE	17,63 \pm 1,16	17,13 \pm 1,00	17,28 \pm 0,99	17,60 \pm 1,11	16,90 \pm 1,08	16,53 \pm 1,07
IPS	17,15 \pm 0,84	17,07 \pm 0,75	17,35 \pm 0,63	17,03 \pm 0,56	16,68 \pm 0,57	16,52 \pm 0,60

Ekološki status ispitivanog dela reke Rasine

Kombinovanjem rezultata fitobentosa (Tabela 23), makroinvertebrata (Stojanović 2017) i fizičko-hemijskih rezultata (Tabela 21), kao elemenata kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa vode istraživanog dela reke Rasine, utvrđeno je da voda pripada III klasi, tj. ekološki status je umeren (Slika 17).



Slika 17. Konačni ekološki statusi vode istraživanog dela reke Rasine.

4.4.3. Ekološki status reke Raške

Fizičko-hemijski parametri vode

Prema datim granicama ekološkog statusa u odnosu na hemijske i fizičko-hemijske parametre vode (Službeni glasnik 74/2011) voda ispitivanog dela reke Raške (Tip 4) pripada I klasi na osnovu vrednosti pH i koncentracije hlorida. Vrednosti koncentracije rastvorenog kiseonika i ortofosfata variraju između I i II klase, dok

vrednosti koncentracije amonijum jona pokazuju veći opseg variranja, sa najvišim vrednostim na lokalitetima RŠ3 i RŠ4 (III klasa). Koncentracije nitrata duž celog istraživanog dela reke Raške su visoke, što ukazuje na slab ekološki status, tj. IV klasu (Tabela 24).

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Raške na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra pripada IV klasi, tj. da je ekološki status vode slab.

Tabela 24. Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra vode ispitivanog dela reke Raške.

Lokaliteti Parametri	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5
pH	7,97	8,05	7,86	8,05	8,00
O ₂ (mg/l)	9,9	9,9	7,0	7,5	8,2
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,06	0,06	0,31	0,32	0,26
NO ₃ ⁻ (mg/l)	7,50	7,55	7,70	7,55	7,80
PO ₄ ³⁻ (mg P/l)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Cl (mg/l)	1,73	1,65	1,88	1,71	1,93

Vrednosti parametara su određeni kao C80 (80 percentil), osim za rastvoreni kiseonik koji je određen kao C10 (10 percentil).

Dijatomni indeksi

Na osnovu rezultata kvantitativne analize zastupljenosti identifikovanih taksona, uz pomoć softverskog paketa OMNIDIA, izračunati su dijatomni indeksi za svaki od pet lokaliteta tokom šest meseci istraživanja (Tabela 25). Prema graničnim vrednostima kvaliteta vode za dijatomne indekse, datim od strane Prygiel i Coste (2000), ekološki status ispitivnog dela reke Raške varira od lošeg do odličnog. Samo vrednosti IBD indeksa ukazuju na odličan ekološki status na svim lokalitetima, dok vrednosti IPS, DESCY i CEE indeksa ukazuju na odličan ekološki status na samo nekim lokalitetima. Vrednosti najvećeg broja indeksa pokazuju dobar ekološki status. Na svih pet lokaliteta vrednosti trofičkih dijatomnih indeksa Rott TI i TDI ukazuju na srednju koncentraciju nutrijenata, tj. na umeren ekološki status. Imajući u vidu da je procenat pokretnih taksona (TDI %) manji od 20% možemo zaključiti da ne postoji značajno organsko zagađenje.

Tabela 25. Kvalitet vode ispitivanog dela reke Raške prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa \pm standardna devijacija

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5
IBD	17,43 \pm 1,05	17,88 \pm 0,64	17,77 \pm 0,68	18,05 \pm 1,06	18,22 \pm 0,63
IPS	16,17 \pm 1,92	17,22 \pm 0,35	16,72 \pm 0,67	16,22 \pm 1,43	16,92 \pm 0,82
IDG	13,78 \pm 1,08	13,30 \pm 1,35	13,85 \pm 1,06	14,28 \pm 1,03	13,87 \pm 1,59
DESCY	17,42 \pm 1,17	18,03 \pm 0,75	17,72 \pm 0,59	16,98 \pm 0,67	17,03 \pm 1,38
SLA	14,45 \pm 0,70	14,07 \pm 0,51	14,13 \pm 0,88	13,85 \pm 1,58	14,02 \pm 1,18
IDSE	15,58 \pm 0,76	15,55 \pm 0,48	15,50 \pm 1,04	15,48 \pm 0,81	15,80 \pm 0,58
IDAP	16,68 \pm 1,18	16,37 \pm 0,37	16,30 \pm 1,60	16,25 \pm 1,70	16,97 \pm 1,01
EPI-D	16,08 \pm 0,82	16,50 \pm 0,35	16,13 \pm 0,53	15,87 \pm 0,84	16,28 \pm 0,73
Hurl	12,83 \pm 1,53	13,63 \pm 1,17	13,45 \pm 1,03	13,57 \pm 1,80	14,43 \pm 1,29
ROTT TI	9,65 \pm 0,75	9,42 \pm 0,35	9,50 \pm 0,98	10,17 \pm 0,72	10,05 \pm 0,86
ROTT SI	14,60 \pm 0,98	15,13 \pm 0,56	14,57 \pm 0,91	14,57 \pm 0,82	15,25 \pm 0,97
CEE	17,02 \pm 1,35	17,65 \pm 0,47	17,40 \pm 0,69	16,32 \pm 1,29	16,35 \pm 1,02
TDI %	6,59 \pm 8,98 (3,11)	1,54 \pm 1,50 (1,24)	2,20 \pm 1,81 (2,12)	5,39 \pm 5,91 (4,09)	3,06 \pm 0,98 (2,99)
TDI	10,70 \pm 1,45	9,58 \pm 0,99	10,07 \pm 1,30	10,48 \pm 1,34	10,80 \pm 2,09
SHE	15,78 \pm 0,44	16,02 \pm 0,37	15,72 \pm 0,39	15,88 \pm 0,88	16,03 \pm 0,47

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30 .

Prema Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011) vrednosti CEE i IPS dijatomnog indeksa pokazuju odličan ekološki status na svim lokalitetima ispitivanog dela reke Raške (Tabela 26). Ovi rezultati se ne poklapaju u potpunosti sa rezultatima datim u Tabeli 25, gde vrednost IPS indeksa samo na drugom lokalitetu pokazuje odličan ekološki status, a CEE na prva tri lokaliteta.

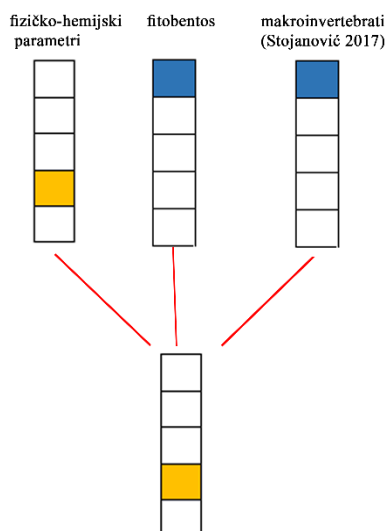
Tabela 26. Ekološki status ispitivanog dela reke Raške prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa \pm standardna devijacija.

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5
CEE	17,02 \pm 1,35	17,65 \pm 0,47	17,40 \pm 0,69	16,32 \pm 1,29	16,35 \pm 1,02
IPS	16,17 \pm 1,92	17,22 \pm 0,35	16,72 \pm 0,67	16,22 \pm 1,43	16,92 \pm 0,82

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Raške, u odnosu na fitobentos kao biološki element ocene ekološkog statusa, pripada I klasi, tj. da je ekološki status vode odličan.

Ekološki status ispitivanog dela reke Raške

Kombinovanjem rezultata fitobentosa (Tabela 26), makroinvertebrata (Stojanović 2017) i fizičko-hemijskih rezultata (Tabela 24), kao elemenata kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa vode istraživanog dela reke Raške utvrđeno je da voda pripada IV klasi, tj. ekološki status je slab (Slika 18).



Slika 18. Konačan ekološki status vode istraživanog dela reke Raške.

*4.4.4. Ekološki status reke Studenice**Fizičko-hemijski parametri vode*

Prema datim granicama ekološkog statusa u odnosu na hemijske i fizičko-hemijske parametre vode (Službeni glasnik 74/2011) voda ispitivanog dela reke Studenice (Tip 4) pripada I klasi na osnovu vrednosti pH, koncentracije rastvorenog kiseonika i koncentracije hlorida. Vrednosti koncentracije nitrata i amonijum jona ukazuju na II klasu vode ispitivanog dela reke, dok vrednosti koncentracije ortofosfata pokazuju variranje između I i II klase (Tabela 27).

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Studenice na osnovu vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra pripada II klasi, tj. da je ekološki status vode dobar.

Tabela 27. Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametra vode ispitivanog dela reke Studenice.

Lokaliteti Parametri	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
pH	8,47	8,61	8,39	8,36	8,39	8,43
O ₂ (mg/l)	9,7	9,7	9,2	9,7	9,7	9,4
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20	0,20
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,95	2,21	2,13	1,98	2,14	2,06
PO ₄ ³⁻ (mg P/l)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Cl ⁻ (mg/l)	1,42	1,34	1,34	1,25	1,37	1,31

Vrednosti parametara su određeni kao C80 (80 percentil), osim za rastvoreni kiseonik koji je određen kao C10 (10 percentil).

Dijatomni indeksi

Na osnovu rezultata kvantitativne analize zastupljenosti identifikovanih taksona, uz pomoć softverskog paketa OMNIDIA, izračunati su dijatomni indeksi za svaki od šest lokaliteta tokom šest meseci istraživanja (Tabela 28).

Tabela 28. Kvalitet vode ispitivanog dela reke Studenice prema srednjim vrednostima dijatomnih indeksa ± standardna devijacija

Lokaliteti / Dijatomni indeksi	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
IBD	19,23±0,93	19,35±0,94	19,05±0,77	19,47±0,82	19,17±1,00	19,52±0,63
IPS	16,48±0,51	16,43±0,36	16,62±0,40	16,23±0,58	16,42±0,62	16,78±0,58
IDG	14,08±0,91	14,15±0,83	13,83±0,47	13,78±1,70	14,13±0,76	13,98±0,72
DESCY	15,83±0,70	16,30±0,67	16,10±0,65	15,28±1,43	16,30±0,49	15,95±0,57
SLA	14,23±0,47	13,70±0,39	13,33±0,51	14,30±0,65	13,40±0,67	13,70±0,60
IDSE	15,32±0,53	15,38±0,97	14,92±0,62	15,57±0,96	15,07±1,06	15,15±0,50
IDAP	14,23±0,70	14,68±1,14	14,48±0,66	13,47±1,72	13,83±1,03	14,22±0,75
EPI-D	15,53±0,23	15,15±0,49	15,27±0,23	15,05±0,78	14,95±0,93	15,55±0,47
Hurl	15,55±1,82	16,08±2,20	16,13±1,77	16,17±1,13	15,50±2,12	16,35±1,69
ROTT TI	9,70±0,79	9,50±0,96	9,27±1,01	9,72±1,88	9,23±1,10	9,75±0,77
ROTT SI	14,98±0,97	14,35±1,16	14,42±0,81	14,52±0,99	14,15±0,97	14,63±1,08
CEE	16,57±1,16	15,65±2,52	16,00±1,30	15,18±0,63	15,53±1,87	15,97±1,52
TDI %	2,10±2,65 (1,11)	0,62±0,74 (0,50)	1,90±1,05 (2,22)	6,76±9,05 (3,25)	1,55±1,13	1,91±1,22
TDI	7,77±1,59	8,10±2,02	7,80±1,89	8,30±2,51 (7,25)	8,48±2,48 (1,23)	7,68±1,11 (2,24)
SHE	15,72±0,45	15,80±0,78	15,98±1,15	15,78±1,22	15,83±0,91	15,92±0,99

Vrednosti u zagradi su medijana, koja je prikazana za one parametre za koje je koeficijent varijacije bio >30.

Prema граниčnim vrednostima kvaliteta vode za dijaminne indekse datim od strane Prygiel i Coste (2000), ekološki status ispitivnog dela reke Studenice varira od lošeg do odličnog. Samo vrednosti IBD indeksa ukazuju na odličan ekološki status na svim lokalitetima, dok vrednosti IPS, IDG, DESCY, SLA, IDSE, IDAP, EPI-D, Hurl, ROTT SI, CEE, SHE ukazuju na dobar ekološki status na svim lokalitetima. Na svih šest lokaliteta vrednosti trofičkog dijaminnog indeksa Rott TI ukazuju na srednju koncentraciju nutrijenata, tj. na umeren ekološki status. Za razliku od Rott TI indeksa, vrednosti TDI ukazuju na povišenu koncentraciju nutrijenata, tj. slab ekološki status. Imajući u vidu da je procenat pokretnih taksona (TDI %) manji od 20% možemo zaključiti da ne postoji značajno organsko zagađenje.

Prema Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011) vrednosti CEE i IPS dijaminnog indeksa pokazuju odličan ekološki status na svim lokalitetima ispitivanog dela reke Studenice (Tabela 29). Ovi rezultati se ne poklapaju u potpunosti sa rezultatima datim u Tabeli 28, gde oba indeksa ukazuju na dobar ekološki status na svim istraživanim lokalitetima.

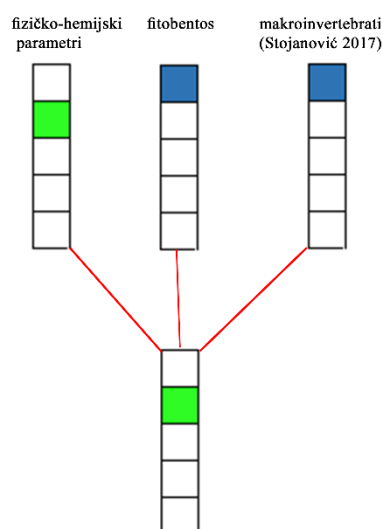
Tabela 29. Ekološki status ispitivanog dela reke Studenice prema srednjim vrednostima dijaminnih indeksa \pm standardna devijacija.

Lokaliteti / Dijaminni indeksi	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
CEE	16,57 \pm 1,16	15,65 \pm 2,52	16,00 \pm 1,30	15,18 \pm 0,63	15,53 \pm 1,87	15,97 \pm 1,52
IPS	16,48 \pm 0,51	16,43 \pm 0,36	16,62 \pm 0,40	16,23 \pm 0,58	16,42 \pm 0,62	16,78 \pm 0,58

Na osnovu Pravilnika (Službeni glasnik 74/2011) može se zaključiti da voda ispitivanog dela reke Studenice, u odnosu na fitobentos kao biološki element ocene ekološkog statusa, pripada I klasi, tj. da je ekološki status vode odličan.

Ekološki status ispitivanog dela reke Studenice

Kombinovanjem rezultata fitobentosa (Tabela 29), makroinvertebrata (Stojanović 2017) i fizičko-hemijskih rezultata (Tabela 27), kao elemenata kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa vode istraživnog dela reke Studenice, utvrđeno je da voda pripada II klasi, tj. ekološki status je dobar (Slika 19).



Slika 19. Konačni ekološki status vode istraživanog dela reke Studenice.

4.5. Predlog preliminarne liste indikatora epilitskih silikatnih algi i odgovarajućeg trofičkog dijamnog indeksa za teritoriju Republike Srbije

4.5.1. Preliminarna lista indikatora epilitskih silikatnih algi

Koristeći podatke Agencije za zaštitu životne sredine o relativnoj brojnosti silikatnih algi i koncentraciji ukupnog fosfora na 65 lokaliteta, izračunate su vrednosti za Optimum i Toleranciju ukupnog fosfora (Tabela 30). Dobijene vrednosti za Optimum ukupnog fosfora su podeljene u šest klasa i svakoj klasi je dodeljena vrednost od 0 do 5: (0) $>0,515$ mg/l; (1) $0,206-0,515$ mg/l; (2) $0,101-0,205$ mg/l; (3) $0,050-0,100$ mg/l; (4) $0,010-0,049$ mg/l; (5) $<0,0099$ mg/l. Vrednosti dobijene za Toleranciju ukupnog fosfora su grupisane u tri klase: (1) $0,007-0,033$ mg/l; (2) $0,034-0,102$ mg/l; (3) $0,103-1,030$ mg/l. U odnosu na gore spomenutu kategorizaciju, svakoj vrsti su dodeljene dve vrednosti: indikatorska vrednost (S) i indikatorska težina (V). Indikatorska vrednost je povezana sa Optimumom i vrsta kojoj je dodeljena vrednost 0 je indikator hipertrofnih uslova, dok vrednost 5 ukazuje na oligotrofne uslove. Indikatorska težina je u vezi sa Tolerancijom, tako da je vrednost 1 dodeljena osetljivim vrstama, 2 umereno osetljivim, a 3 tolerantnim vrstama. U Tabeli 30, predstavljena je preliminarna lista 80 indikatorskih vrsta silikatnih algi za teritoriju Srbije sa vrednostima za Optimum, Toleranciju, indikatorsku vrednost i

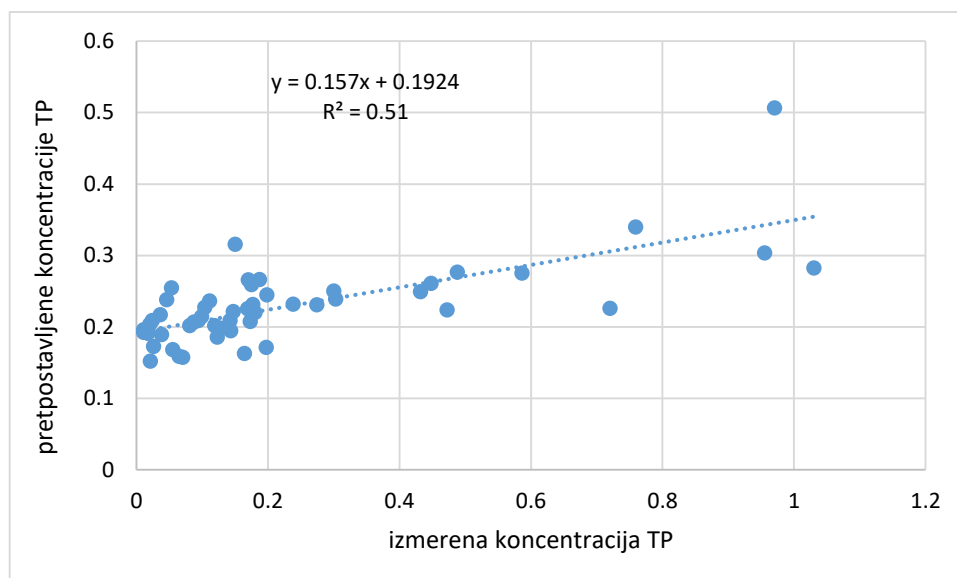
indikatorsku težinu. Tolerantni taksoni i oni karakteristični za vode opterećene neorganskim zagađenjem, čine 81% od svih taksona na listi. Na preliminarnoj listi ne postoji nijedna vrsta koja ukazuje na niži trofički status (indikatorska vrednost 4 i 5).

Tabela 30. Preliminarna lista taksona sa vrednostima za TP Optimum, TP Toleranciju, broj pojavljivanja takosna u uzorcima (n), indikatorska vrednost (S), indikatorska težina (V), indikatorska vrednost za Rott TI indeks (Rott 1999).

Takson	Kod	n	TP Optimum	TP Tolerancija	S	V	Rott TI S
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	ADMI	56	0,177	0,223	2	3	1,2
<i>Amphora ovalis</i>	AOVA	41	0,123	0,155	2	3	3,3
<i>Amphora libyca</i>	ALIB	3	0,104	0,004	2	1	3,5
<i>Amphora pediculus</i>	APED	50	0,244	0,231	1	3	2,8
<i>Aulacoseira granulata</i>	AUGR	7	0,590	0,300	0	3	-
<i>Caloneis amphisbaena</i>	CAMP	3	0,235	0,189	1	3	3,9
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	52	0,170	0,185	2	3	2,6
<i>Cocconeis placentula</i>	CPLA	61	0,152	0,188	2	3	2,6
<i>Craticula cuspidata</i>	CRCU	12	0,306	0,322	1	3	3,8
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CMEN	33	0,281	0,242	1	3	2,8
<i>Cymatopleura elliptica</i>	CELL	8	0,332	0,267	1	3	2,9
<i>Cymatopleura solea</i>	CSOL	19	0,186	0,134	2	3	3,1
<i>Cymbella affinis</i>	CAFF	40	0,097	0,111	3	3	0,7
<i>Cymbella aspera</i>	CASP	6	0,362	0,369	1	3	1,7
<i>Cymbella cistula</i>	CCIS	22	0,169	0,215	2	3	2,3
<i>Cymbella helvetica</i>	CHEL	5	0,112	0,199	2	3	1,4
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	CBNA	6	0,115	0,058	2	2	1,8
<i>Cymbella tumida</i>	CTUM	5	0,085	0,052	3	2	2,5
<i>Diatoma moniliformis</i>	DMON	28	0,206	0,217	1	3	2
<i>Diatoma vulgare</i>	DVUL	52	0,136	0,143	2	3	2
<i>Encyonema caespitosum</i>	ECAE	37	0,130	0,138	2	3	2,1
<i>Encyonema lacustre</i>	ELAC	8	0,115	0,157	2	3	2,3
<i>Encyonema minutum</i>	ENMI	33	0,164	0,195	2	3	2
<i>Encyonema prostratum</i>	EPRO	19	0,130	0,134	2	3	2,3
<i>Fistulifera saprophila</i>	FSAP	14	0,533	0,406	0	3	2,6
<i>Fragilaria capucina</i>	FCAP	14	0,270	0,274	1	3	1,8
<i>Fragilaria crotonensis</i>	FCRO	3	0,157	0,189	2	3	-
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU	6	0,256	0,198	1	3	1,8
<i>Gomphonema acuminatum</i>	GACU	8	0,256	0,298	1	3	2,5
<i>Gomphonema angustatum</i>	GANG	3	0,076	0,041	3	2	-
<i>Gomphonema augur</i>	GAUG	3	0,188	0,038	2	2	3,1
<i>Gomphonema olivaceum</i>	GOLI	58	0,146	0,181	2	3	2,9
<i>Gomphonema parvulum</i>	GPAR	57	0,180	0,192	2	3	3,6
<i>Gomphonema tergestinum</i>	GTER	21	0,059	0,041	3	2	1,4
<i>Gomphonema truncatum</i>	GTRU	11	0,450	0,367	1	3	1,9
<i>Gomphonema ventricosum</i>	GVEN	8	0,190	0,299	2	3	0,5
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	GYAC	5	0,079	0,052	3	2	3,7
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	GYAT	22	0,144	0,139	2	3	2,6
<i>Gyrosigma scalproides</i>	GSCA	8	0,087	0,102	3	2	2,3

<i>Halamphora montana</i>	HLMO	3	0,518	0,280	0	3	2,9
<i>Hannaea arcus</i>	HARC	4	0,397	0,242	1	3	1
<i>Hantzschia amphioxys</i>	HAMP	14	0,368	0,211	1	3	3,6
<i>Hippodonta capitata</i>	HCAP	19	0,122	0,146	2	3	3,4
<i>Melosira varians</i>	MVAR	51	0,134	0,156	2	3	2,9
<i>Meridion circulare</i>	MCIR	18	0,133	0,106	2	3	2,5
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR	35	0,157	0,194	2	3	3,3
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	25	0,271	0,321	1	3	3,5
<i>Navicula lanceolata</i>	NLAN	49	0,265	0,252	1	3	3,5
<i>Navicula menisculus</i>	NMEN	4	0,353	0,265	1	3	2,7
<i>Navicula radiosa</i>	NRAD	3	0,731	0,389	0	3	0,6
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	43	0,225	0,246	1	3	3,1
<i>Navicula veneta</i>	NVEN	27	0,183	0,180	2	3	3,5
<i>Navicula viridula</i>	NVIR	9	0,182	0,039	2	2	3,4
<i>Neidium dubium</i>	NEDU	4	0,121	0,167	2	3	2,3
<i>Nitzschia capitellata</i>	NCPL	21	0,328	0,269	1	3	3,8
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	24	0,206	0,244	2	3	2,4
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	23	0,217	0,204	1	3	1,9
<i>Nitzschia linearis</i>	NLIN	24	0,157	0,186	2	3	3,4
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	19	0,206	0,214	1	3	3,3
<i>Nitzschia recta</i>	NREC	6	0,053	0,083	3	2	3
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	NSIO	20	0,279	0,266	1	3	3,8
<i>Nitzschia vermicularis</i>	NVER	12	0,158	0,083	2	2	2,2
<i>Odontidium hyemalis</i>	ODHY	2	0,503	0,167	1	3	1
<i>Pantocsekiella ocellata</i>	POCL	3	0,141	0,055	2	2	1,5
<i>Pinnularia viridis</i>	PVIR	6	0,187	0,146	2	3	1,3
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	27	0,166	0,226	2	3	3,3
<i>Reimeria sinuate</i>	RSIN	22	0,578	0,402	0	3	2,1
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB	47	0,234	0,248	1	3	2,9
<i>Sellaphora nigri</i>	SNIG	6	0,188	0,103	2	2	-
<i>Sellaphora pupula</i>	SPUP	14	0,383	0,343	1	3	3,7
<i>Sellaphora tridentula</i>	SETR	3	0,058	0,046	3	2	0,6
<i>Staurosirella pinnata</i>	SPIN	4	0,218	0,258	1	3	2,2
<i>Surirella angusta</i>	SANG	16	0,338	0,259	1	3	3,7
<i>Surirella brebissonii</i>	SBRE	30	0,344	0,309	1	3	3,6
<i>Surirella capronii</i>	SUCA	6	0,161	0,022	2	1	2,5
<i>Surirella elegans</i>	SELE	4	0,089	0,078	3	2	2,7
<i>Surirella tenera</i>	SUTE	5	0,153	0,124	2	3	2
<i>Tryblionella levidensis</i>	TLEV	3	0,146	0,046	2	2	3,7
<i>Ulnaria acus</i>	UACU	3	0,121	0,049	2	2	1,8
<i>Ulnaria ulna</i>	ULNA	61	0,285	0,302	1	3	3,5

Kako bi testirali model ponderisanog proseka uradili smo kalibracioni test koristeći podatke dobijene *training* setom i test setom. Korelacioni koeficijent između izmerenih koncentracija ukupnog fosfora i pretpostavljene koncentracije u *training* setu je 0,51 (n=52). Korelacija u test setu je malo niža, $r^2=0,46$ (n=13) (Grafik 8).

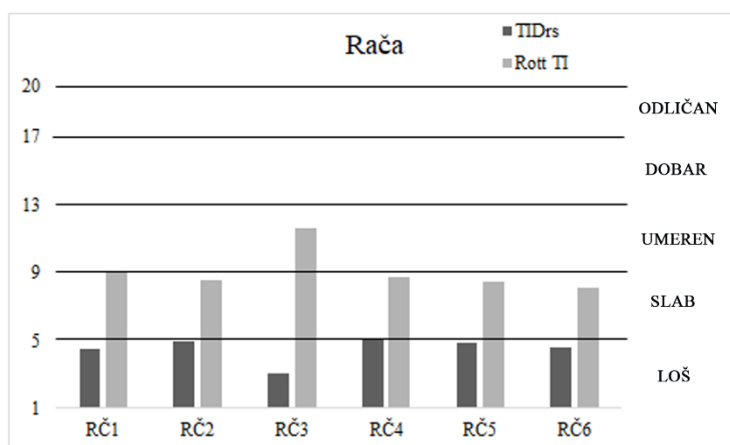


Grafik 8. Odnos između izmerenih koncentracija i pretpostavljenih koncentracija ukupnog fosfora u *training* setu.

4.5.2. Trofički dijametni indeks - TID_{RS}

Nakon formiranja preliminarne liste indikatorskih vrsta predložen je primer trofičkog dijametnog indeksa za Srbiju. Indeks je prilagođen na osnovu formule Zelinka i Marvana (1961), a baziran je na koncentraciji totalnog fosfora. Izračunate su vrednosti TID_{RS} indeksa za Raču, Rasinu, Rašku i Studenicu, za uzorke sakupljene tokom maja meseca 2012. godine. Koristeći vrste sa preliminarne liste, a indikatorske vrednosti iz softvera OMNIDIA, izračunat je i Rott TI indeksa za iste uzorke.

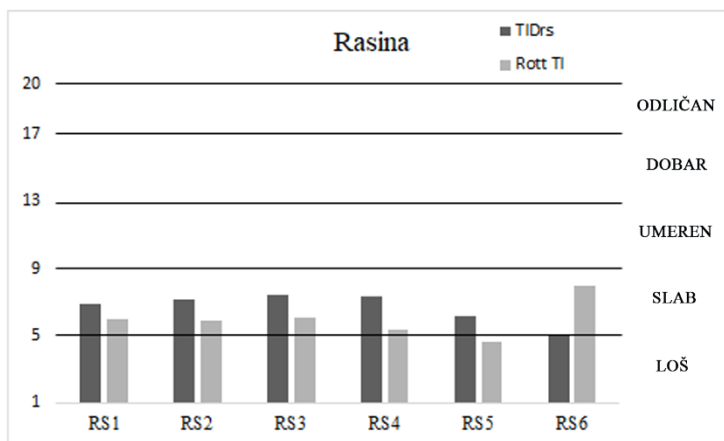
Na Grafiku 9 uočava se da vrednosti TID_{RS} ukazuju na loš ekološki status



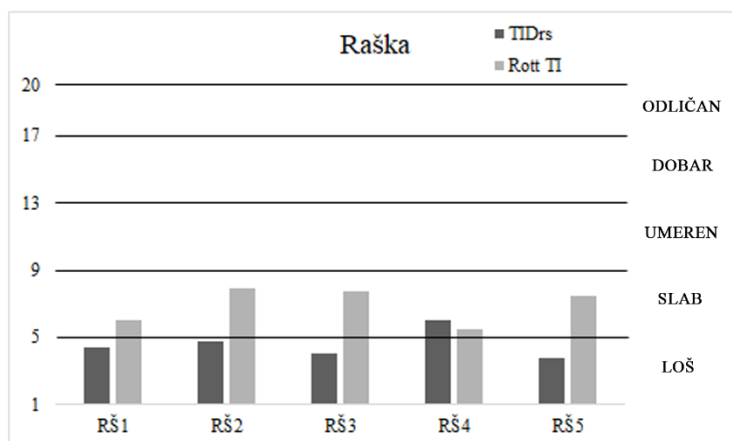
ispitivanog toka reke Rače, dok su vrednosti Rott TI indeksa više i na većini lokaliteta ukazuju na slab ekološki status.

Grafik 9. Vrednosti TID_{RS} i Rott TI indeksa u reci Rači.

Vrednosti oba trofička indeksa na prva četiri lokaliteta ukazuju na slab ekološki status vode u istraživanom toku reke Rasine. Izuzetak je lokalitet RA5, gde je vrednost Rott TI indeksa niža, a na RA6 viša u odnosu na TID_{RS} (Grafik 10).



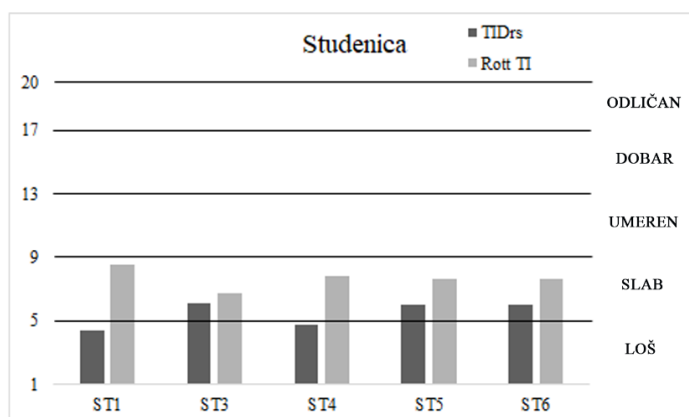
Grafik 10. Vrednosti TID_{RS} i Rott TI indeksa u reci Rasini.



Na svim lokalitetima u maju mesecu u istraživanom toku reke Raške Rott TI indeks ukazuje na slab ekološki status vode, dok TID_{RS} ukazuje na loš ekološki status vode, osim na lokalitetu RŠ4 (Grafik 11).

Grafik 11. Vrednosti TID_{RS} i Rott TI indeksa u reci Raški.

Na Grafiku 12 uočava se da vrednosti TID_{RS} indeksa variraju između lošeg i slabog ekološkog statusa, dok su vrednosti Rott TI indeksa ujednačene i ukazuju na slab ekološki status vode reke Studenice na svim istraživanim lokalitetima.



Grafik 12. Vrednosti TID_{RS} i Rott TI indeksa u reci Studenici.

5. DISKUSIJA

Sastav zajednice epilitskih silikatnih algi koji je utvrđen u istraživanim rekama je poput sastava koji je do sada zabeležen u sličnim staništima u Srbiji (Laušević 1993; Simić 1996; Nikitović i Laušević 1999; Krizmanić 2009; Andrejić i sar. 2012b). Najveći broj taksona je zabeležen u Rasini (251), zatim u Studenici (190), Rači (171), dok je u Raški zabeleženo samo 122 taksona. U odnosu na broj taksona u svim istraživanim rekama dominiraju rodovi *Gomphonema*, *Navicula* i *Nitzschia* (Tabela 6-9). Istraživanja u Srbiji (Andrejić i sar. 2012b; Jakovljević i sar. 2016a, 2016b; Vasiljević i sar. 2017; Ćirić i sar. 2018), kao i u drugim zemljama (Seve i Goldstein 1981; Ní Chatháin i Harrington 2008; Lobo i sar. 2010; Sevindik i Kucuk 2016) su pokazala da su ova tri roda dominantna u epilitskoj zajednici. Prema literaturnim podacima, od istraživanih reka, samo za Rasinu postoje literaturni podaci o silikatnim algama. Tomašević (2000) je u Rasini zabeležila 72 taksona silikatnih algi, uz dominaciju taksona rodova *Navicula* i *Nitzschia*. Četiri godine kasnije, Ržaničanin (2004) je identifikovala 97 taksona, a najveća raznovrsnost je ustanovljena za rodove *Cymbella*, *Navicula* i *Nitzschia*. Oba ova istraživanja su obuhvatala donji deo toka Rasine, u blizini Kruševca. Naši uzorci potiču iz gornjeg toka, što je i verovatan jedan od razloga značajno većeg broja identifikovanih taksona. Drugi razlog je odabir, kao i dostupnost literature za identifikaciju silikatnih algi. Od 2000. godine pa do danas publikovan je veliki broj knjiga i radova sa novim taksonima za nauku, što je posledica užeg poimanja vrste (Lange Bertalot i sar. 2017).

Na osnovu fizičko-hemijskih parametara možemo reći da je voda istraživanih reka alkalna, sa umerenom koncentracijom elektrolita i veoma meka (Tabela 10-13). Na osnovu vrednosti koncentracije ukupnog fosfora voda svih istraživanih reka je mezotrofna, odnosno N-oligotrofna u odnosu na vrednosti ukupnog azota (Dodds i sar. 1998). Povišene koncentracije nitrata i amonijaka, kao i ukupnog fosfora, zabeležene su nizvodno, tj. nakon pastrmskog ribnjaka. Izuzetak je Raška, gde je zabeležena povećana koncentracija nitrata duž celog istraživanog toka. Studenica se izdvaja od ostalih istraživanih reka po visokim koncentracijama rastvorenog kiseonika i to na lokalitetima uzvodno od ribnjaka. Poznavanje fizičko-hemijskih karakteristika vode je neophodno za

bolje razumevanje zajednice silikatnih algi koja naseljava mikrostanista u istraživanim rekama. Manji diverzitet može se javiti kao posledica promena usled nekog hemijskog ili fizičkog “stresa”, dostupnosti podloge, što dovodi do siromašnije zajednice u kojoj dominira nekoliko vrsta koje su eurivalentene u odnosu na dati stresor (Soininen i Heino 2007).

Taksoni koji su zabeleženi u svim sezonama duž ispitivanog toka ovih reka su *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora inariensis*, *A. pediculus* i vrste roda *Cocconeis* (Tabela 6-9). U Rasini i Studenici se uočava konstantno prisustvo vrsta roda *Gomphonema* (*G. elegantissimum*, *G. olivaceum*, *G. pumilum* i *G. tergestinum*), dok u druge dve reke ovi taksoni izostaju na nekim lokalitetima. Studenica se izdvaja od ostalih reka po najvećem broju taksona koji se javljaju u svim sezonama (npr. *Navicula cryptotenella*, *N. lanceolata*, *N. tripunctata*, *Nitzschia dissipata*, *N. linearis*). Ní Chatháin i Harrington (2008) beleže *N. lanceolata* i *N. dissipata* kao česte, ali ne i dominantne taksone u epilitskoj zajednici u reci Deel (Irska), dok Wojtal i Sobczyk (2006) izdvajaju *Achnanthydium pyrenaicum*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis pseudolineata*, *Navicula lanceolata* i *N. tripunctata* kao najčešće taksone u potoku Kobylanka (Poljska).

Poređenjem dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona između istraživanih reka, tokom različitih sezona, ne uočava se njihova pravilna smena. Generalno, primećuje se veća relativna brojnost vrsta roda *Achnanthydium* i *Cocconeis* u svim istraživanim rekama. U Rači tokom proleća dominira *Meridion circulare* i *Diatoma moniliformis*, dok se u hladnijim mesecima pojavljuju *Gomphonema elegantissimum* i *Ulnaria ulna* sa povećanom brojnošću (Slika 11). Vrste roda *Gomphonema* (*G. tergestinum*, *G. elegantissimum* i *G. olivaceum*) u Rasini su dominantne, odnosno kodominantne, u skoro svakoj sezoni, s tim što *D. ehrenbegii* dominira tokom jesenjeg perioda (Slika 12). U Raški u proleće dominira *D. vulgaris* zajedno sa *G. tergestinum* (Slika 13). Kao i u Rasini, u Studenici su vrste roda *Gomphonema* prisutne u svim sezonama sa većom relativnom brojnošću (Slika 14). U Studenici se izdvaja *Cymbella compacta* sa najvećom abudancom u proleće, a *D. moniliformis* u jesenjem periodu. *Navicula lanceolata* je jedino u Studenici zabeležena sa povećanom relativnom brojnošću u letnjem periodu. Istraživanja Ní Chatháin i Harrington (2008) su pokazala da je *Cocconeis placentula* zabeležen u većem broju tokom ranog leta, dok su vrste roda *Gomphonema* više zastupljene u jesenjem periodu. Wojtal i Sobczyk (2006) beleže

povećanu brojnost *Amphora pediculus*, *Navicula lanceolata* i *N. tripunctata* u novembru i ističu da pojavljivanje određenih taksona sa većom relativnom brojnošću može biti u vezi sa sezonskom dinamikom. Yang i saradnici (2015) su uočili, u reci Ganhe (Kina) povećanu brojnost *C. placentula*, a smanjenje brojnosti *A. minutissimum* u zimskom periodu, dok su u prolećnom periodu ustanovili povećanu brojnost *G. olivaceum* i *G. parvulum*. U Rači i Rasini u novembru se može zapaziti dominantnost taksona grupe *C. placentula* u odnosu na *A. minutissimum*. U Raški i Studenici taksoni grupe *C. placentula* prisutni su sa većom abundancom u martu, junu i septembru. U novembru u reci Raški najveću abundancu imaju *A. minutissimum*, *Amphora pediculus* i *A. inariensis*. Tomašević (2000) u leto i Ržaničanin (2004) u proleće su zabeležile u Rasini *Cyclotella meneghiniana*, kao jednu od dominantnih silikatnih algi u zajednici. To je planktonska alga, koja se često može javiti i u bentosu, i čija se brojnost objašnjava dubljim rečnim koritom donjeg toka Rasine sa mirnijom vodom, što omogućava razvoj planktonske zajednice, koja utiče i iz akumulacije „Ćelije” u donji tok reke Rasine. Iz ovog razloga nije merodavno porediti rezultate ova dva istraživanja sa našim rezultatima. Zapaža se da sezonska dinamika, gledano kroz variranja u temperaturi vode, ne predstavlja ključni faktor koji utiče na abundancu određenog taksona. Na osnovu dostupne literature i zaključaka različitih grupa istraživača, kao i na osnovu rezultata ovog istraživanja, možemo uvideti da jedan faktor ne može precizno objasniti strukturu zajednice, te da variriranja vrednosti više različitih ekoloških parametara najverovatnije dominantno utiču na njeno formiranje.

Iako nije uočena pravilna smena dominantnih taksona između različitih sezona, PCA analiza je pokazala generalno razdvajanje između reka u odnosu na dominantne taksona (Grafik 1). U reci Raški preovlađuju *Achnanthes minutissimum*, *Amphora pediculus* i *Diatoma vulgare*. *A. minutissimum* je široko rasprostranjen i zabeležen u različitim tipovima staništa, kiselim, baznim, oligo- do hipertrofnim vodama (Van Dam i sar. 1994; Wojtal i Sobczyk 2006; Potapova i Hamilton 2007). Različita istraživanja u svetu (Vilbaste i Truu 2003, Potapova i Hamilton 2007, Wojtal i sar. 2011) i Srbiji (Tomašević 2000; Andrejić i sar. 2012; Jakovljević i sar. 2016a, 2016b; Vasiljević i sar. 2017) su pokazala da je *A. minutissimum* dominantan takson u vodama sa krečnjačkom podlogom i dobar indikator visokog nivoa rastvorenog kiseonika (Wojtal i Sobczyk 2006). Takođe, osetljiv je na organsko zagađenje i smatra se indikatorom dobrog kvaliteta

vode (Kwandrans i sar. 1998). Na istraživanim lokalitetima reke Raške izmerene su konstanto povišene koncentracije ukupnog fosfora i nitrata, a na lokalitetima nakon ribnjaka, kad je koncentracija rastvorenog kiseonika niža, uočava se pad relativne brojnosti *A. minutissimum*. Ovo je najizraženije na lokalitetima RŠ3 i RŠ4, u martu i maju 2012. godine. *Amphora pediculus* rasprostranjena je u staništima sa širokim trofičkim opsegom, od oligo- do β -mezosaprobnih voda, a odsustvuje iz kiselih staništa sa niskom koncentracijom elektrolita (Lange-Bertalot i sar. 2017). Ovaj takson je u Raški prisutan tokom celog istraživanog perioda, ali najveća abundanca se uočava u avgustu kada je koncentracija nitrata viša, a koncentracija ukupnog fosfora niža u odnosu na ostale sezone. Nasuprot *A. pediculus*, *A. inariensis* kolonizuje oligotrofna staništa koja nisu pod antropogenim uticajem, sa niskom do srednjom koncentracijom elektrolita (Levkov 2009). Noviji nalazi pokazuju da je vrsta zabeležena u različitim vodenim ekosistemima koji su pod umerenim antropogenim uticajem (Lange-Bertalot i sar. 2017). Kosmopolitska vrsta, *D. vulgaris* je često prisutna u epilitskoj i epifitskoj zajednici (Krammer i Lange-Bertalot 2004; Hofmann i sar. 2013). Zabeležena je u eutrofnim vodama, sa pH vrednostima većim od >7 , srednjom do visokom koncentracijom elektrolita i povišenim koncentracijama rastvorenog kiseonika (Van Dam i sar., 1994; Wojtal 2009; Jüttner i sar., 2010; Solak i Wojtal, 2012). Nasuprot *D. vulgaris*, *D. ehrenbegii* je manje zastupljena u vodama bogatim organskim materijama (Lange-Bertalot i sar. 2017), pa je to verovatni razlog njenog odsustva u reci Raški.

Achnanthydum pyrenaicum i vrste roda *Gomphonema* su prema PCA analizi više zastupljeni u reci Studenici i Rasini (Grafik 1). *A. pyrenaicum* je, kao i *A. minutissimum*, čest takson u krečnjačkim, oligo- do mezotrofnim tekućim vodama (Lange-Bertalot i sar. 2017). U obe reke *A. pyrenaicum* je prisutan duž celog ispitivanog toka u svim sezonama. U Studenici je ustanovljena najveća abundanca na lokalitetu ST4 nakon ribnjak, pri povećanim koncentracijama nitrata i ukupnog fosfora u odnosu na druge lokalitete. Najveća abundanca *A. pyrenaicum* u Rasini je zabeležena na prva tri lokaliteta (pre ribnjaka) u prolećnim mesecima. Koncentracije nutrijenata u ovim rekama su znatno niže i konstantne duž toka, za razliku od Raške, gde su izmerene značajno više koncentracije nutrijenata. Iako su *A. pyrenaicum* i *A. minutissimum* široko rasprostranjeni taksoni, nalaženi u vodama sa različitim nivoima trofije, *A. minutissimum* može dominirati i u eu- i hipertrofnim vodama (Lange-Bertalot i sar. 2017), dok to nije slučaj sa *A. pyrenaicum*.

U našoj PCA analizi izdvojile su se neke vrste roda *Gomphonema* (*G. elegantissimum*, *G. pumilum*, *G. olivaceum* i *G. tergestinum*). Nedostatak ekoloških podataka o *G. elegantissimum* je posledica njenog dugogodišnjeg prisustva u grupi *G. pumilum*. Prema literaturnim podacima nalažena je u oligo- do blago eutrofnim vodama (Levkov i sar. 2016, Lange-Bertalot i sar. 2017). *G. pumilum* se smatra najčešćom i najšire rasprostranjenom vrstom roda *Gomphonema*. U Nemačkoj je nalažena u krečnjačkim, oligosaprobnim do β -mesosaprobnim vodama, srednjeg do visokog trofičkog nivoa (Lange-Bertalot i sar. 2017). *G. olivaceum*, kao široko rasprostranjena vrsta, zabeležena je u slatkim vodama različitog tipa, od oligo- do β - i α -mezosaprobnih, uglavnom eutrofnih voda sa srednjom koncentracijom elektrolita (Van Dam i sar. 1994, Levkov i sar. 2016, Lange-Bertalot i sar. 2017). *G. tergestinum*, za razliku od *G. olivaceum*, toleriše samo niske koncentracije organski vezanog azota i prema Van Dam-u i saradnicima (1994) karakteristična je za oligosaprobne i oligo- do mezotrofne vode. *G. tergestinum* i *G. olivaceum* su u Rasini prisutne na gotovo svim lokalitetima. Najveća relativna brojnost *G. tergestinum* (30,56%) utvrđena je na lokalitetu na kom je izmerena najviša koncentracija nitrata (6,70 mg/l). Nasuprot ovome, najviša abundanca *G. olivaceum* (18,98%) je zabeležena pri koncentraciji nitrata od 1,41 mg/l, koja je ujedno i najniža izmerena koncentracija na istraživanim lokalitetima reke Rasine. RDA analiza parametara reke Studenice (Grafik 7) je pokazala međuzavisnost između koncentracije nitrata i relativne brojnosti *G. tergestinum*, tj. da pri višim koncentracijama nitrata relativna brojnost ovog taksona raste. Prema klasifikacija Dodds i saradnika (1998) Studenica pripada N-mezotrofnim vodama, što se poklapa sa podacima datim od strane Van Dam-a i saradnika (1994). Ista analiza (RDA) je pokazala da *D. moniliformis* ima unimodalan odgovor u odnosu na koncentraciju nitrata, tj. da se najveća relativna brojnost ovog taksona očekuje na sredini optimuma variranja ovog parametra. Autekološke osobine *D. moniliformis*, prema Lange-Bertalot-u i saradnicima (2017) nisu dovoljne poznate, dok su istraživanja Stenger-Kovács i saradnika (2007) pokazala da je ovo osetljiva vrsta, karakteristična za vode niskog trofičkog statusa. Najveća brojnost *D. moniliformis* u Studenici je zabeležena u četvrtoj sezoni, kada su koncentracije nitrata bile u opsegu od 1,20 mg/l do 1,70 mg/l.

U reci Rači RDA analiza je takođe pokazala da *D. moniliformis* ima unimodalan odgovor u odnosu na koncentraciju nitrata (Grafik 3). Najveća abundanca je zabeležena

tokom pete sezone, kad je izmerena i najviša koncentracija nitrata u odnosu na ostale sezone (4,10-7,30 mg/l), s tim što se zapaža da sa porastom koncentracije nitrata relativna brojnost taksona opada. Drugi takson koji je pozitivno korelisan sa nitratima je *G. olivaceum*, čija se najveća relativna brojnost očekuje pri povišenim koncentracijama nitrata. Kao što je navedeno u prethodnom pasosu, *G. olivaceum* je karakteristična za mezotrofne vode kakva je i reka Rača. Niže koncentracije nitrata u Rači su korelisane sa povećanom relativnom brojnošću dve vrste roda *Cocconeis* (*C. lineata* i *C. pseudolineata*). Najveća relativna brojnost *C. lineata* (53,6%) je zabeležena na lokalitetu sa najnižom koncentracijom nitrata (1,39 mg/l). Prema Van Dam-u i saradnicima (1994) *C. lineata* je karakterističan za eutrofne vode, što nije u saglasnosti sa našim rezultatima. Ovo odstupanje se može objasniti činjenicom da su *C. lineata* i *C. pseudolineata* do skoro pripadali grupi *C. placentula* (Jahn i sar. 2009), pa njihovo stanište, rasprostranjenje i ekologija još uvek nisu dovoljno poznati (Lange-Bertalot i sar. 2017).

Struktura zajednice epilitskih silikatnih algi u istraživanim rekama odgovara literaturnim podacima sa sličnih staništa, koji ukazuju da je zajednica izgrađena od nekoliko dominantnih taksona i većeg broja taksona koji se pojavljuju sporadično (Van Dam 1982; Kelly i Whitton 1995; Allott i Flower 1997).

Najviše vrednosti indeksa diverziteta u skoro svim istraživanim rekama su utvrđene u prolećnom periodu (april, maj), dok su najniže bile tokom leta (Slika 15). Uočeno je da se sa vrednošću indeksa diverziteta iznad 3 u zajednici povećava raznovrsnost kodominantnih taksona, pri čemu je njihova abudanca ujednačena. Istraživanja epilitske zajednice silikatnih algi u Turskoj, su pokazala takođe najnižu vrednost indeksa diverziteta u prolećnom periodu (Akar i Şahin 2017; Gümüş i Gönülol 2018).

Do sada je na teritoriji Srbije zabeleženo oko 800 taksona bilateralno simetričnih silikatnih algi (nepublikovana baza podataka, Krizmanić). Diverzitet silikatnih algi u Srbiji je relativno mali u poređenju sa drugim zemljama Evrope, npr. 919 taksona je zabeleženo u samo dva jezera u Makedoniji (Ohridsko i Prespansko jezero) (Levkov i Williams 2012). Najveći broj taksona silikatnih algi u Srbiji je široko rasprostranjen i često nalažen u Evropi, Aziji, Severnoj i Južnoj Americi (Stoermer i sar. 1999, Lange-Bertalot 2001, Metzeltin i sar. 2005, Solak i sar. 2016). U našem istraživanju identifikovano je 69 taksona po prvi put zabeleženih na teritoriji Srbije (Tabela 6-9).

Postoji mogućnost da su neki od ovih taksona široko rasprostranjeni u Srbiji, ali ovi podaci ne postoje zbog nedovoljne istraženosti akvatičnih staništa kod nas. Veliki broj novozabeleženih taksona nije dominantan u zajednici, tako da nemaju veliki značaj u monitoringu, već su značajni sa florističkog aspekta. Razlozi konstantnog povećavanja broja novozabeleženih taksona silikatnih algi u svetu, pa i u Srbiji, su brojni. Viša rezolucija svetlosnih mikroskopa, primena digitalnih kamera sa pratećim softverom i upotreba skening elektronskog mikroskopa (SEM) dovela je do opisivanja velikog broja novih taksona, kao i do izdvajanja taksona iz nekih širih grupa (npr. Hamsher i sar. 2016; Blanco i sar. 2017; Liu i sar. 2018). Trećina identifikovanih taksona u ovoj studiji su taksoni malih dimenzija koji pripadaju rodovima *Achnantheidium*, *Adlafia*, *Fistulifera*, *Humidophila*, *Mayamaea* i *Psammothidium*. Grupa *A. pyrenaicum* obuhvata nekoliko taksona, a među njima je i *Achnantheidium crassum* (Potapova i Ponader 2004), takson koji je prvi put zabeležen u Srbiji u rekama Rasini i Rači. Literaturni podaci ukazuju da je *A. pyrenaicum* prvi put zabeležen na teritoriji Srbije krajem XX veka (Obušković 1984). Kako ne postoje mikrografije iz tog perioda možemo pretpostaviti da su različite vrste grupe *A. pyrenaicum* bile prisutne u uzorcima, ali da njihova identifikacija nije bila moguća usled korišćenja mikroskopa sa nižom rezolucijom. Pouzdano razlikovanje *Fistulifera pelliculosa* od *F. saprophila* je moguće samo uz korišćenje SEM-a. Takođe, SEM je omogućio izdvajanje roda *Humidophila* od roda *Diademsis*, kao i nove taksonomske kombinacije ovog roda, npr. *H. irata*, *H. brekkaensis* (Lowe i sar. 2014). *Reimeria sinuata* je zabeležena u skoro svim slatkim vodama Srbije u periodu od 1984. godine do 2016. godine (npr. Obušković 1984, Nikitović i Laušević 1999, Andrejić i sar. 2012, 2012b, Jakovljević i sar. 2016a, 2016b), iako je pre 15 godina opisan morfološki sličan takson *R. uniseriata* (Sala i sar. 1993). Međutim, *R. uniseriata* do sada nije zabeležena na teritoriji Srbije. Upotreba mikroskopa sa visokom rezolucijom je omogućila da se uoči osnovna razlika između ova dva taksona: poprečne pruge od jednog niza areola nasuprot poprečnim prugama sa dva niza areola kod *R. sinuata*. Prema tome, potrebna su opsežna taksonomska istraživanja silikatnih algi, kako bi se upotpunili podaci o njihovom rasprostranjenju u Srbiji, uz obavezno dokumentovanje njihovog prisustva mikrografijama.

U istraživanim rekama po prvi put su, između ostalih, zabeleženi i *Geissleria gereckeii*, *Navicula splendicula* i *N. moskalii*, taksoni generalno retko zabeleženi u Evropi.

Podaci o ovim taksonima nisu samo novi nalazi o njihovoj distribuciji, već pružaju i informacije o variranju morfoloških karakteristika i njihovoj ekologiji.

Morfološke karakteristike populacije *Geissleria gereckeii*, zabeležene u istraživanim rekama, poklapaju se sa originalnim opisom ovog taksona (Cantonati i Lange-Bertalot 2009). Međutim, populacija zabeležena u Srbiji pokazuje širi raspon dimenzija valvi (dužina 9,9-18,5 μm , širina 5,0-7,1 μm) u odnosu na populaciju zabeleženu na Alpima (dužina 11-16 μm , širina 4,5-5,5 μm). Na Alpima *G. gereckeii* je zabeležena u malim, zasenjenim, oligotrofnim izvorima, na kamenovima pokrivenim lišćem. Naši rezultati su pokazali da ova vrsta naseljava i staništa pod direktnim uticajem sunčeve svetlosti, sa povišenom koncentracijom ukupnog fosfora. Literaturni podaci, kao i naši, pokazuju da *G. gereckeii* toleriše povišene koncentracije sulfata u vodi.

Detaljan opis morfoloških karakteristika *Navicula splendidula* je do sad prikazan samo u „Diatoms of Europe“ (Lange-Bertalot 2001) i „Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe“ (Lange-Bertalot i sar. 2017). Dostupna je samo jedna SEM mikrografija ovog taksona, na kojoj se jasno vidi skoro simetrična centralna zona i na njoj izduženi proksimalni krajevi rafe, oblika kapljice (Lange-Bertalot 2001, p. 69, fig. 1: 374). Na našim SEM mikrografijama (Prilog 2, Tab. 34, Sl. 2, 4) jasno se vidi silikatni jezičak (eng. *silicate tongue*) u centru proksimalnih krajeva rafe. Silikatni jezičak je struktura koja je do sad zabeležena kod nekoliko taksona roda *Navicula*, npr. *N. tipunctata*, *N. concentrica*, *N. jakovljevicii*, što sugerije da ova struktura može predstavljati taksonomski karakter. Razlog odsustva silikatnog jezička na SEM mikrografiji iz literature verovatno je posledica korozije tipskog materijala. *N. splendidula* je zabeležena u oligo-mezotrofnim do eutrofnim, oligo- do β -mezosaprobim vodama, sa srednjom koncentracijom nutrijenata i na krečnjačkoj podlozi. Naši podaci ukazuju da je vrsta tolerantna na povišene koncentracije amonijaka i nitrata. U proteklih nekoliko godina objavljeni su rezultati nekoliko istraživanja, u kojima je samo zabeleženo prisustvo *N. splendidula*, ali bez detalja o njenoj ekologiji (Millie i Lowe 1981; Atici i Obali 2010; Noga i sar. 2014; Bolgovics i sar. 2015).

Podaci o rasprostranjenju i autekološkim karakteristikama *Navicula moskalii* su nedovoljno poznati. Prema Lange-Bertalot-u i saradnicima (2017) *N. moskalii* je manje-više karakteristična za krečnjačke, mezo- do eutrofne tekuće vode i jezera, dok odsustvuje iz staništa sa silikatnom podlogom, siromašnom nutrijentima. Istraživanja Szczepocka i

Rakowska (2015) su pokazala da je *N. moskalii* indikator dobrog ekološkog statusa akvatičnih staništa sa krečnjačkom i silikatnom podlogom, što je u suprotnosti sa prethodnom tvrdnjom. Populacija *N. moskalii* u Srbiji je zabeležena u oligo- do α -mezosaprobnim krečnjačkim vodama, sa malom do srednjom koncentracijom elektrolita, niskom koncentracijom ukupnog fosfora i povišenim koncentracijama amonijaka i nitrata. U našim uzorcima identifikovana je u epilitskoj zajednici, mada prema literaturnim podacima može naseljavati i epipelnu zajednicu (Wojtal 2009; Szczepocka i Rakowska 2015). Nakon što je prvi put zabeležena na arktičkom ostrvu (Bear Island) (Lange-Bertalot 2001), *N. moskalii* je pronađena na još nekoliko lokaliteta u Evropi i Aziji (Szigyártó i sar. 2017; Wojtal 2009; Szczepocka i Rakowska 2015; Kulikovskiy 2009). Prema podacima Lange Bertalot-a (2001) raspon dužine valvi je od 24 μm do 27 μm , a širine 6,8 μm do 8 μm . U tresavi u Rusiji zabeležena je samo jedna jedinka dužine 21,8 μm i širine 6,4 μm (Kulikovskiy 2009). Naša populacija ima širi raspon dimenzija valvi: dužina valve 16,1-31,7 μm , širina 5,8-8,5 μm .

U skladu sa Pravilnicima (Službeni glasnik 96/2010, 67/2011, 74/2011) od 2012. godine na snazi je program monitoringa površinskih voda u Srbiji prema zahtevima Okvirne Direktive o vodama sa 97 stanica na 58 vodotokova (Agencija za zaštitu životne sredine 2015, 2018). Prema Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011) jedan od bioloških elemenata koji se koristi za ocenu ekološkog statusa površinskih voda je fitobentos, kroz izračunavanje dva dijatomna indeksa, IPS i CEE. Agencija za zaštitu životne sredine, pored ova dva obavezna dijatomna indeksa, koristi i EPI-D indeks. Pridržavajući se Pravilnika i uzimajući u obzir fizičko-hemijske parametre vode, fitobentos i makroinvertebrate, procenjeno je da od istraživanih reka Studenica ima dobar ekološki status (Slika 19), Rača i Rasina umeren (Slika 16 i 17), dok Raška (Slika 18) ima slab ekološki status. Ako bi za procenu ekološkog statusa u obzir uzeli samo dijatomne indekse, kvalitet vode svih istraživanih reka bi bio odličan. Fizičko-hemijski parametri koji su uticali na procenu ekološkog statusa vode u svim istraživanim rekama su amonijak, nitrati i fosfor. Zapaža se da rezultati dijatomnih indeksa ukazuju na isti kvalitet vode, iako između istraživanih reka postoji razlika u zajednici silikatnih algi, kao i u dominantnim taksonima, dok rezultati fizičko-hemijskih analiza pokazuju veću osetljivost. Primer reke kod koje se najjasnije primećuje razlika procene ekološkog statusa na osnovu dijatomnih indeksa i fizičko-hemijskih analiza je reka Raška. Voda reke Raške je pokazala najlošiji

kvalitet, tj. slab ekološki status, na šta su uticale koncentracije nitrata, koje su bile znatno više duž celog istraživanog toka reke (Tabela 24). Takođe, u Raški su uočene i niže koncentracije rastvorenog kiseonika na lokalitetima nakon ribnjaka (Tabela 24). Međutim, procena ekološkog statusa samo na osnovu izračunavanja dijaminih indeksa pokazala je da voda reke Raške ima odličan status. Odgovor pojedinih taksona na hemiju vode se može razlikovati u različitim geografskim regionima i samim tim dobijene vrednosti dijaminih indeksa mogu dati nepouzdanu procenu ekološkog statusa kada se primenjuju izvan regiona za koji su prvobitno razvijeni (Jüttner i sar. 2003, 2012). Drugi razlog mogu predstavljati šire granice klasa dijaminih indeksa, pa je moguće rešenje postavljanje strožijih granica klasa ekološkog statusa. Taksoni koji su široko zastupljeni i obično dominantni u rekama, poput *A. minutissimum*, takođe mogu uticati na nepouzdanu vrednost indeksa. Naime, kompleks *A. minutissimum* obuhvata nekoliko vrsta koje imaju različite ekološke osobine (*A. eutrophilum*, *A. saprophilum*), a morfološki ih je teže razlikovati rutinskim monitoringom na svetlosnom mikroskopu (Teittinen i sar. 2015). Bez potpunog razumevanja autekologije svih taksona određenog kompleksa nemoguće je znati da li *A. eutrophilum* i *A. saprophilum* predstavljaju „kvar“ u funkcionisanju određenog indeksa (Kelly 2013).

IPS, kao i CEE dijaminni indeks su razvijeni za procenu kvaliteta vode u odnosu na organsko zagađenje. IPS indeks je formiran 1982. godine (Coste 1982), da bi Descy i Coste (1991), koristeći kao osnovu IPS, razvili CEE indeks. Koristeći podatke o indikatorskim vrednostima taksona obuhvaćenih IPS indeksom i njihovim grupisanjem u grupe i podgrupe, razvijen je CEE indeks sa rasponom vrednosti od 0 do 10, uzimajući u obzir autekološke karakteristike 223 taksona. Ovaj indeks nije našao široku primenu u zemljama Evrope za razliku od IPS indeksa, čija baza podataka obuhvata ekološke karakteristike preko 2000 taksona (Kelly 2013). Ovo je glavni razlog široke primene IPS indeksa za procenu ekološkog statusa različitih reka širom Evrope. Portugal, Belgija, Holandija, Španija, Bugarska, Mađarska, Hrvatska su samo neke od zemlja koje koriste ovaj indeks (Kelly 2013, Habdija i sar. 2008). EPI-D indeks je razvijen za reke Italije (Dell'Uomo 2004), ali je od 2009. godine propisana upotreba pICM indeksa, koji predstavlja srednje vrednosti TI i IPS indeksa (Kelly i sar. 2009). Prema dostupnim literaturnim podacima poznato je da se danas EPI-D koristi za procenu ekološkog statusa jezera u Mađarskoj (Kelly 2013). Naši rezultati, kao i rezultati Agencije za zaštitu životne

sredine (2012) su pokazali da primena CEE indeksa nije adekvatna za procenu ekološkog statusa reka u Srbiji. IPS indeks se može koristiti u ovom obliku, jer obuhvata veliku bazu podataka, ali bi trebalo razmotriti pooštavanje granica klasa. Da bi se precizno odredile granice klasa za svaki tip reka u Srbiji neophodno je odrediti referentna staništa. Za istraživane reke referentna staništa nisu poznata. Ono što je potrebno da bi se upotpunila slika o ekološkom statusu reka u Srbiji je izračunavanje indikatorskih vrednosti vrsta, formiranje indikatorske liste silikatnih algi za Srbiju i uvođenje trofičkog dijetalnog indeksa.

Kao što smo već spomenuli u uvodu, postoje dva načina za izračunavanje indikatorskih vrednosti; SAR i SER metod (Dufrêne i Legendre 1997). Kako SER metodom (metod ponderisanog proseka - *Weighted average method*) pretpostavljamo da tačno određeni parametar utiče na vrste, postoji rizik da te vrste ne odreaguju na promene nekog drugog parametra, jer nisu kalibrisane sa njim. Sa druge strane, SAR metod povezuje vrste sa tačno određenim tipom staništa i u teoriji ovakvim pristupom se prevazilazi greška, koja se može javiti kod prvog modela. Međutim, moraju se uzeti u obzir različiti tipovi staništa, a problem je u pronalaženju referentnih lokaliteta za tip staništa koji je generalno redak (Kelly 2013). Rešenje bi bilo kombinacija dva različita pristupa. Neke zemlje su, npr. Austrija, koristeći metod ponderisanog proseka razvila dva indeksa, trofički (TI: Rott i sar. 1999) i saprobni (SI: Rott i sar. 1997) pretpostavljajući da je Rott TI indeks osetljiv na neorgansko zagađenje, a Rott SI na organsko. Kako iste vrste ulaze u proračun i jednog i drugog indeksa, ali sa različitim indikatorskim vrednostima, pretpostavlja se da će referentna vrsta odreagovati npr. na „organski pritisak“ sredine, a neće na „neorganski pritisak“ sredine (Kelly 2013). Dvanaest članica Evropske Unije se udružilo kako bi se uspostavile granice odličnog/dobrog statusa i dobrog/srednjeg statusa. Poređenjem podataka složile su se da su indeksi Rott TI i IPS, zbog svoje široke upotrebe, adekvatni za primenu u različitim regionima, kao i dobri modeli za kalibraciju drugih indeksa (Kelly i sar. 2009).

Sve prethodno navedeno je razlog pripreme preliminarne liste indikatora za Srbiju, gde je ukupni fosfor uzet kao faktor, čija povećana koncentracija dovodi do eutrofikacije, a u cilju formiranja trofičkog indeksa (Tabela 30). Kako naši rezultati iz četiri istraživane reke nisu bili dovoljni za ovo izračunavanje zbog malog raspona izmerene koncentracije ukupnog fosfora, potrebni podaci (abundance taksona i

koncentracije ukupnog fosfora) su preuzeti od Agencije za zaštitu životne sredine sa 65 lokaliteta širom Srbije. Iako je obuhvaćen veliki broj lokaliteta na rekama različitog tipa, najveći broj zabeleženih vrsta je tolerantan na neorgansko zagađenje. Ako se uzme u obzir i korelacioni koeficijent koji je nizak ($r^2 = 0,51$) mogli bi zaključiti da je metod ponderisanog proseka neadekvatan. Međutim, sagledavajući širu sliku razlozi niske korelacije mogu biti različiti. Po mom mišljenju, jedan od osnovnih problema je taksonomija, tj. neizdvajanje taksona iz kompleksnih grupa koje su definisane tokom proteklih decenija ne samo na osnovu morfologije, već i na osnovu ekologije. *Achnantheidium minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema pumilum*, *G. parvulum*, *Navicula cryptocephala*, *N. cryptotenella*, *Nitzschia frustulum* su samo neki od kompleksnih grupa iz kojih su izdvojeni novi taksoni. Taksoni malih dimenzija, poput pripadnika roda *Fistulifera*, zahtevaju korišćenje skeniranja elektronskog mikroskopa za preciznu identifikaciju, što nije deo rutinskog monitoringa. Osnova svakog monitoringa je što detaljnija taksonomska studija područja na kome se radi monitoring (Wetzel i sar. 2015). Takođe, prilikom uzorkovanja potrebno je voditi računa da se na svakom lokalitetu primene standardizovane metode uzorkovanja (Stenger-Kovacs i sar. 2007). Preporuka je da se uzorci sakupljaju sa istog tipa podloge, sa nezasađenih staništa, sa iste dubine (0,5 m), kao i da se ne uzorkuje dve nedelje nakon obilnijih padavina (Taylor i sar. 2007b).

Poređenjem dobijenih rezultata za TID_{RS} i Rott TI indeks za četiri istraživane reke (Grafik 9-12), zapaža se da, iako u obzir uzimaju isti „stresor“, ekološki status nije isti, tj. da varira između lošeg i slabog. Razlog odstupanja leži u činjenici da iste indikatorske vrste imaju različite indikatorske vrednosti, npr. jedna od dominantnih vrsta *Achnantheidium minutissimum* ima indikatorsku vrednost 2 kod TID_{RS}, dok kod Rott TI indeksa indikatorska vrednost je 1,2 (Tabela 30). Ovo odstupanje je posledica različitog broja uzoraka, različitog taksonomskog pristupa i razlike u fitogeografskim regionima. Zbog ovih razloga preporuka je da svaki region uradi ekološku kalibraciju, kao i interkalibraciju sa drugim zemljama, naročito u regionu, kako bi sa sigurnošću mogli da utvrde ekološki status vodnih tela (Pouličková i sar. 2004).

Kako bi se formirala lista indikatora silikatnih algi za Srbiju, uspostavile adekvatne granice klasa i prilagodio odgovarajući trofički dijametri indeks, neophodna je opsežna studija koja će obuhvatiti sledeće:

- Saradnju naučnoistraživačkih institucija sa Agencijom za zaštitu životne sredine, kao i saradnja sa kolegama iz zemalja regiona;
- Pravljenje detaljnog plana uzorkovanja (izbor lokaliteta, tip podloge, način merenja fizičko-hemijskih parametara, itd.)
- Uzorkovanje na velikom broju lokaliteta, a da se pri tom obuhvate svi tipovi tekućih voda u Srbiji;
- Definisane referentnih staništa;
- Detaljne taksonomske studije, a potom i formiranje priručnika, koji će obuhvatati mikrografije najčešće zabeleženih taksona i opis morfoloških karaktera na osnovu kojih je moguća njihova identifikacija. Cilj ovog priručnika bi bila pomoć pri identifikaciji tokom rutinskog monitoringa.
- Izračunavanje indikatorskih vrednosti prema metodi ponderisanog proseka.
- Određivanje novih granica klasa u odnosu na vrednosti dijetomnih indeksa.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu postavljenih ciljeva i dobijenih rezultata mogu se izneti sledeći zaključci:

- Voda istraživanih reka je na osnovu fizičko-hemijskih parametara alkalna, sa umerenom koncentracijom elektrolita i veoma meka. Na osnovu vrednosti ukupnog fosfora sve reke su mezotrofne, a u odnosu na vrednosti ukupnog azota su N-oligotrofne.
- Najveći broj taksona u epilitskoj zajednici silikatnih algi je identifikovan u Rasini (251), zatim u Studenici (190), Rači (171), dok je u Raški zabeležen najmanji broj taksona (122).
- U odnosu na broj taksona, u svim istraživanim rekama, dominiraju rodovi *Gomphonema*, *Navicula* i *Nitzschia*.
- Od ukupnog broja identifikovanih taksona 69 je po prvi put zabeleženo za teritoriju Srbije.
- *Geissleria gereckeii*, *Navicula splendicula* i *Navicula moskalii*, taksoni prvi put zabeleženi za teritoriju Srbije, su retko nalaženi u Evropi.
- Taksoni koji su zabeleženi u svim sezonama duž ispitivanog toka istraživanih reka su: *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora inariensis* ili *A. pediculus*, *Cocconeis lineata* i *C. pseudolineata*.
- Poređenjem dominantnih, kodominantnih i subdominantnih taksona između istraživanih reka, tokom različitih sezona, ne uočava se njihova pravilna smena. Primećuje se veća relativna brojnost vrsta roda *Achnanthydium* i *Cocconeis* u svim istraživanim rekama.
- Najveće vrednosti indeksa diverziteta (H) u svim istraživanim rekama, osim u Rasini, zabeležene su u prolećnom periodu 2011. i 2012. godine. U Rasini najveća vrednost indeksa diverziteta je zabeležena krajem zimskog perioda (mart 2012. godine). Najniže vrednosti indeksa diverziteta su krajem leta i tokom jesenjeg

perioda. Pri nižim vrednostima indeksa diverziteta uočava se veći broj taksona i obrnuto.

- PCA analiza pokazala je da se prema zastupljenosti dominantnih taksona silikatnih algi Studenica i Rasina međusobno sličnije, u odnosu na druge dve reke. Rača i Raška, ne pokazuju veliku sličnost u pogledu epilitske zajednice silikatnih algi. Od taksona koji preovlađuju u Rači izdvajaju se vrste roda *Cocconeis* (*C. lineata* i *C. pseudolineata*), dok su u Raškoj dominantni rod *Achnantheidium* sa vrstama *A. minutissimum* i *A. affine*, kao i *Amphora pediculus*, *Diatoma vulgare* i *Nitzschia supralitorea*.
- RDA analiza uticaja fizičko-hemijskih parametara na dominantne taksone pokazala je međuzavisnost nitrata sa *Diatoma moniliformis*, *Gomphonema olivaceum* i vrstama roda *Cocconeis* (*C. lineata* i *C. pseudolineata*) u reci Rači, a u Studenici uočena je međuzavisnost nitrata i *D. moniliformis* i *Gomphonema tergestinum*.
- Na osnovu rezultata fitobentosa, makroinvertebrata i fizičko-hemijskih rezultata, a prema Pravilniku (Službeni glasnik 74/2011), utvrđeno je da je ekološki status vode istraživanog toka reke Studenice dobar, Rače i Rasine umeren, a ekološki status reke Raške slab.
- Na osnovu podatka Agencije za zaštitu životne sredine izračunate su indikatorske vrednosti za 80 taksona na osnovu koncentracije ukupnog fosfora, koji je izmeren na 65 lokaliteta i formirana je preliminarna lista indikatora silikatnih algi za Srbiju.
- Predložen je trofički dijamni indeks za Srbiju (TID_{RS}), kao primer indeksa za procenu trofije u tekućim vodama u Srbiji.
- Predlaže se upotreba IPS indeksa, sa strožijim granicama klasa, i trofičkog indeksa po ugledu na TID_{RS}, za procenu ekološkog statusa tekućih površinskih voda Srbije.

7. LITERATURA

- Agencija za zaštitu životne sredine (2012): Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2012. godinu. Republika Srbija, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, Beograd, 448 str.
- Agencija za zaštitu životne sredine (2015): Status površinskih voda Srbije – Analiza i elementi za projektovanje monitoringa. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 232 str.
- Agencija za zaštitu životne sredine (2018): Status površinskih voda Srbije – Razvoj monitoringa u okviru planova upravljanja rečnim slivovima. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 166 str.
- Akar, B., Şahin, B. (2017): Diversity and Ecology of Benthic Diatoms in Karagöl Lake in Karagöl-Sahara National Park (Şavşat, Artvin, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(1), 15-24.
- Allott, T.E.H., Flower, R.J. (1997): Epilithic diatoms in Welsh lakes and streams. ECRC Research Report, No. 35. London. Ensis.
- Andrejić J. (2012): Florističko-ekološka analiza silikatnih algi (Bacillariophyta) reke Nišave i pritoka Jerme i Temske. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 297 str.
- Andrejić, J., Cvijan, M., Krizmanić, J. (2012a): Three new records for diatoms from the Nišava River and its tributary, the Jerma River (Southern Serbia). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 41(3), 17-23.
- Andrejić, J., Krizmanić, J., Cvijan, M. (2012b): Diatom Species Composition of the Nišava River and Its Tributaries Jerma and Temska Rivers (Southern Serbia). *Archives of Biological Sciences*, 64(3), 1127-1140.
- APHA (1998): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20th edition). Washington, DC, USA: American Public Health Association.

- Atici, T., Obali, E.O. (2010): The diatoms of Asartepe Dam Lake (Ankara), with environmental and some physicochemical properties. *Turkish Journal of Botany*, 34(6), 541-548.
- Bahls, L. (2013): *Encyonopsis* (Bacillariophyta, Cymbellaceae) from western North America: 31 species from Alberta, Idaho, Montana, Oregon, South Dakota, and Washington, including 17 species described as new. In: *Northwest Diatoms*, Vol. 5. Helena, Montana, The Montana Diatom Collection, 46 pp.
- Bates, S.S., Bird, C.J., Freitas, A.D., Foxall, R., Gilgan, M., Hanic, L.A., Johnson, G.R., McCulloch, A.W., Odense, P., Pocklington, R., Quilliam, M.A. (1989): Pennate diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(7), 1203-1215.
- Bellinger, E., Sigeo, D. (2010): *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. John Wiley & Sons, Ltd, 271 pp.
- Bere, T., Mangadze, T., Mwedzi, T. (2014): The application and testing of diatom-based indices of stream water quality in Chinhoyi Town, Zimbabwe. *Water S.A.*, 40(3), 503-512.
- Blanco, S., Pla-Rabès, S., Wetzel, C.E., Granados, I. (2017): A New *Psammothidium* Species (Bacillariophyta, Achnanthesiaceae) from Cimera Lake (Gredos Mountain Range), Central Spain. *Cryptogamie, Algologie*, 38(1), 17-30.
- Blaženčić, J. (1986): Pregled razvoja algologije u Srbiji od 1883. do 1983. godine. *Glasnik Instituta za botaniku i Botaničke bašte Univerziteta u Beogradu*, Tom XX, 99-108.
- Blaženčić, J., Martinović-Vitanović, V., Cvijan, M., Filipi-Matutinović, S. (1985): Bibliografija radova o algama i algološkim istraživanjima u SR Srbiji od 1947. do 1980. godine. *Glasnik Instituta za botaniku i Botaničke bašte Univerziteta u Beogradu*, Tom XIX, 233-266.
- Bolgovics, Á., Ács, É., Várbíró, G., Kiss, K.T., Lukács, B.A., Borics, G. (2015): Diatom composition of the rheoplankton in a rhithral river system. *Acta Botanica Croatica*, 74(2), 303-316.

- Bruder, K., Medlin, L.K. (2008): Morphological and molecular investigations of naviculoid diatoms. II. Selected genera and families. *Diatom Research*, 23(2), 283-329.
- Buczko, K., Wojtal, A. (2005): Moss inhabiting siliceous algae from Hungarian peat bogs. *Studia botanica hungarica*, 36, 21-42.
- Cantonati, M., Lange-Bertalot, H. (2009): *Geissleria gereckeii* sp. nov. (Bacillariophyta) from leaf-litter covered stones of very shaded carbonate mountain springs with extremely low discharge. *Phycological Research*, 57: 171-177.
- Cemagref (1982): Etude des methods biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q. E. Lyon, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse-Cemagref, Lyon, France.
- Cocquyt, C. (1998): Diatoms from the northern basin from Lake Tanganyika. In: *Bibliotheca Diatomologica* 39, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 275 pp.
- Coste, M. (1982): Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Report (CEMAGREF) Q. E. Lyon A. F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, France, Bordeaux, 218 pp.
- Coste, M., Ayphassorho, H. (1991): Etude 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, 277 pp. (na francuskom)
- Coste, M., Boutry, S., Tison-Rosebery, J., 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.
- Cox, E.J. (2003): *Placoneis* Mereschkowsky (Bacillariophyta) revisited: resolution of several typification and nomenclatural problems, including the generitype. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, 53-83.
- Cvijan, M. (2002): A review material for the algae flora of Serbia II. Rhodophyta (Red algae). *Archive of Biological Science*, 54(1-2), 1-10.
- Cvijan, M. (2013): *Algologija*. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd, 196 str.

- Cvijan, M., Veljić M. (1993/1994): *Chantransia pygmaea* Kütz. 1845 (Rhodophyta) a new species in flora of Serbia. Bulletin of the Natural History Museum, Beograd, 48, 93-97.
- Cvijan, M., Blaženčić, J., Subakov-Simić, G. (2003): Flora algi Srbije 2 - Rhodophyta. NNK internacional, Beograd.
- Ćirić, M., Nikolić, N., Krizmanić, J., Gavrilović, B., Pantelić, A., Petrović, V.M. (2018): Diatom diversity and ecological status of the Lasovačka and Lenovačka streams near Zaječar: consideration of WFD implementation in Serbia. Archives of Biological Sciences, 70(4), 691-698.
- Dell'Uomo, A. (2004): L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee Guida., APAT - ARPAT - CTN-AIM, Roma, Firenze, 101 pp.
- DeNicola, D.M. (2000): A review of diatoms found in highly acidic environments. Hydrobiologia, 433(1-3), 111-122.
- Descy, J.P. (1979): A new approach to water quality estimation using diatoms. Nova Hedwigia, 64, 305-323.
- Descy, J.P., Coste, M. (1991): A test of methods for assessing water quality based on diatoms. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, 24, 2112-2116.
- Dimitrijević, Lj., Radivojević, A., Golubović, N. (2007): Kvalitet vode reke Rasine nizvodno od akumulacije „Ćelije“. Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“, SASA, 57, 393-398.
- Dodds, W.K., Jones, J.R., Welch, E.B. (1998): Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. Water Research, 32(5), 1455-1462.
- Dufrêne, M., Legendre, P. (1997): Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological monographs, 67(3), 345-366.
- Dukić, D. (1951): Gustina rečne mreže u slivu Ibra i režim Ibra. Zbornik radova SAN, VIII, Geografski institut, 1, 37-84.
- English, J.D., Potapova, M.G. (2012): Ontogenetic and interspecific valve shape variation in the Pinnatae group of the genus *Surirella* and the description of *S. lacrimula* sp. nov. Diatom research, 27(1), 9-27.

- European Parliament (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L327, 1-73 pp.
- Fore, L.S., Grafe, C. (2002): Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). *Freshwater Biology*, 47, 2015-2037.
- Gavrilović, L., Dukić, D. (2002): Reke Srbije. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 222 str.
- Gòmez, N., Licursi, M. (2001): The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35(2), 173-181.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2018): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 11 November 2018.
- Gümüş, F., Gönülođ, A. (2018): Epilithic Diatom-Based Ecological Assessment in Taşmanlı Pond (Sinop, Turkey). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 19(1), 71-76.
- Habdija, I., Kerovec, M., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Primc-Habdija, B. (2008): Ekološko istraživanje površinskih kopnenih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama (Ecological study on superficial fresh waters of Croatia according to Water Framework Directive criteria (Synthesis and Conclusions)). Prirodoslovnomatematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Hamm, C.E. (2005): The evolution of advanced mechanical defenses and potential technological applications of diatom shells. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 5(1), 108-119.
- Hamsher, S., Kopalova, K., Kociolek, J.P., Zidarova, R., Van De Vijver, B. (2016): The genus *Nitzschia* on the South Shetland Islands and James Ross Island. *Fottea*, 16(1), 79-102.
- Harding, W.R., Taylor, J.C. (2011): The South African Diatom Index (SADI) – a preliminary index for indicating water quality in rivers and streams in Southern Africa. WRC Report No. 1707/1/11, Water Research Commission, Pretoria.
- Hayek, J.M., Hulbary, R.L. (1956): A survey of soil diatoms. *Proceedings of the Iowa Academy of Science*, 63(1), 327-338.

Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H. (2013): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Königstein, Koeltz Scientific Books, 908 pp.

<http://ucjeps.berkeley.edu/cgi-bin/porp.cgi.pl?665220>

<http://www.omnidia.fr>

<https://www.compositesworld.com/blog/post/bionic-design-the-future-of-lightweight-structures>

<http://www.plantphysiol.org/content/127/4/1339>

Huet, M. (1962): Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, 24(2), 412-432.

Hustedt, F. (1937): Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition "Tropische Binnengewässer, Band VII". Archiv für Hydrobiologie, Supplement, 15(2), 187-295.

Hürlimann, J., Niederhauser, P. (2002): Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse: Diatomées - niveau R (région). Office Fédéral de l'Environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) Berne, 111 pp.

Jahn, R., Schmid, A.M.M. (2007): Revision of the brackish-freshwater diatom genus *Bacillaria* Gmelin (Bacillariophyta) with the description of a new variety and two new species. European Journal of Phycology, 42(3), 295-312.

Jahn, R., Kusber, W.H., Romero, O.E. (2009): *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Bacillariophyta): Typification and taxonomy. Fottea, 9(2), 275-288.

Jakovljević, O. (2019): Epilitske zajednice silikatnih algi – sezonska dinamika i procena ekološkog statusa odabranih reka istočne i jugoistočne Srbije. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 305 str.

Jakovljević, O., Popović, S., Vidaković, D., Stojanović, K., Krizmanić, J. (2016a): The application of benthic diatoms in water quality assessment (Mlava River, Serbia). Acta Botanica Croatica, 75(2), 199-205.

- Jakovljević, O., Popović, S., Živić, I., Stojanović, K., Krizmanić, J. (2016b): Benthic diatoms of the Vrla River (Serbia) and their application in the water ecological status assessment. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 45(3), 304-315.
- Janković, D. (2009): Reka Studenica: ekološka i hidrofaunistička studija. Posebno izdanje SANU, knjiga 667, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, knjiga 6.
- Janson, S. (2002): Cyanobacteria in symbiosis with diatoms. *Cyanobacteria in symbiosis* Springer, Dordrecht, 10 pp.
- Jevtić, Lj. (1999): Glavni projekt pastrmskog ribnjaka Manastira Rača. Valjevo: dr Ljubiša Jevtić.
- Jurilj, A. (1954): Flora i vegetacija Dijatomeja Ohridskog Jezera. *Prirodoslovnih istraživanja*, 26: 99-190.
- Jurišić, I. (2003): Floristički sastav, dinamika promena struktura zajednica bentosnih algi i kvaliteta vode dela sliva Zapadne Morave kod Čačka. Magistarska teza. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 108 str.
- Jüttner, I., Sharma, S., Dahal, B.M., Ormerod, S.J., Chimonides, P.J., 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.
- Jüttner I, Chimonides P.J., Ormerod, S.J. (2010): Using diatoms as quality indicators for a newly-formed urban lake and its catchment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1-4), 47-65.
- Jüttner, I., Chimonides, P.J., Ormerod, S.J. (2012): Developing a diatom monitoring network in an urban river-basin: initial assessment and site selection. *Hydrobiologia*, 695, 137-151.
- Kale, A., Karthick, B. (2015): The diatoms. *Resonance*, 20(10), 919-930.
- Kelly, M. (2013): Data rich, information poor? Phytobenthos assessment and the Water Framework Directive. *European Journal of Phycology*, 48(4), 437-450.
- Kelly, M.G., Whitton, B.A. (1995): The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7, 433-444.
- Kelly, M.G., Adams, C., Graves, A.C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E.B., Murraybligh, J. (2001): *The Trophic Diatom Index: A User's Manual*. Revised Edition. Environment Agency, Bristol, 135 pp.

-
- Kelly, M., Bennett, C., Coste, M., Delgado, C., Delmas, F., Denys, L., Ector, L., et al. (2009): A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. *Hydrobiologia* 621(1), 169-182.
- Kilroy, C., Larned, S.T., Biggs, B.J.F. (2009): The non-indigenous diatom *Didymosphenia geminata* alters benthic communities in New Zealand rivers. *Freshwater Biology*, 54(9), 1990-2002.
- Kobayasi, H., Nozava, M. (1981): Fine structure of the fresh water centric diatom *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim. *Japanese Journal of Phycology*, 2, 121-128.
- Krammer, K. (1991): Morphology and taxonomy of some taxa in the genus *Aulacoseira* Thwaites (Bacillariophyceae). I. *Aulacoseira distans* and similar taxa. *Nova Hedwigia*, 52(1-2), 89-112.
- 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. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. *Encyonema* part, *Encyonopsis* und *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 the European Inland Waters and Comparable Habitats*. ARG Gantner Verlag K.G., Rugell, 703 pp.
- Krammer, K. (2002): The genus *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 the European Inland waters and comparable habitats*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Rugell, 529 pp.

- Krammer, K., 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., 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., Lange-Bertalot H. (1991): Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.), Sübwasserflora von Mitteleuropa 2/4. G. Fischer Verlag, Stuttgart & Jena, 437 pp.
- Krammer, K., 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.), Sübwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Fischer Verlag, Stuttgart, 598 pp.
- Krizmanić, J., Subakov-Simić, G., Karadžić, V. (2008): Supplementary notes on the distribution of *Hydrurus foetidus* (Vill) Trevisan (Chrysophyta) in Serbia. Archives of Biological Sciences, 60(2), 13-14.
- Krizmanić, J. (2009): Floristička, taksonomska i ekološka istraživanja silikatnih algi sa rafom (Bacillariophyceae, Bacillariophycideae, Bacillariophyta) Srbije. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 595 pp.
- Krizmanić, J., Ilić, M., Vidaković, D., Subakov-Simić, G., Petrović, J., Cvetanović, K. (2015a): Diatoms of the Dojkinci River (Stara Planina Nature Park, Serbia). Acta Botanica Croatica. 74(2): 317-331.
- Krizmanić, J., Ilić, M., Vidaković, D., Subakov-Simić, G., Cvetanović, K., Petrović, J. (2015b): New records and rare taxa of the genus *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) for the diatom flora of Serbia. Botanica Serbica, 39(1), 35-44.
- Krizmanić, J., Subakov Simić, G., Vidaković, D., Marjanović, P. (2015c): Water quality assessment of Vrutci reserovir tributaries based on diatom indices. Proceedings of

- the 7th International Conference "Water & Fish", 10-12 June 2015. Belgrade-Zemun, Serbia, 318-322 pp.
- Krizmanić, J., Jakovljević, O., Vidaković, D., Jovanović, J. (2016): The first record of the genus *Decussata* (Patrick) Lange-Bertalot (Bacillariophyta) in Serbia – description, distribution and ecology 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., Subakov Simić, G. (2018): The application of diatom indices for water quality assessment – case study of Jovac and Ročnjak streams. Proceedings of the 8th International Conference "Water & Fish", 13-15 June 2018. Belgrade-Zemun, Serbia, 186-190 pp.
- Krstić, S., Duma, A., Janevska, B., Levkov, Z., Nikolova, K., Noveska, M. (2002): Diatoms in forensic expertise of drowning - a Macedonian experience. *Forensic science international*, 127(3), 198-203.
- Kulikovskiy, M.S. (2009): Виды рода *Navicula* Bory s. str. (Bacillariophyta) в сфагновых болотах Приволжской возвышенности и Полистово-Ловатском массиве (Россия). *Альгология*, 19(1), 92-102.
- Kulikovskiy, M.S., Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D., Witkowski, A. (2012): Lake Baikal: hotspot of endemic diatoms. I. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica* 23. Gantner Verlag, Ruggell, 608 pp.
- Kulikovskiy, M.S., Lange-Bertalot, H., Kuznetsova, I.V. (2015): Lake Baikal: Hotspot of Endemic Diatoms II. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica* 26. Gantner Verlag, Ruggell, 656 pp.
- Kwandrans, J., Eloranta, P., Kawecka, B., Wojtan, K. (1998): Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. *Journal of Applied Phycology*, 10(2), 193-201.
- Lange, K., Liess, A., Piggott, J.J., Townsend, C.R., Matthaei, C.D. (2011): Light, nutrients and grazing interact to determine stream diatom community composition and functional group structure. *Freshwater Biology*, 56(2), 264-278.
- Lange-Bertalot, H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Archiv für Hydrobiologie Supplementum*, 51, 393-427.

-
- Lange-Bertalot, H. (1979): Pollution tolerance as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64, 285-304.
- Lange-Bertalot, H. (2001): *Navicula* sensu stricto. 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato. *Frustulia*. Vol. 2. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.), *Diatoms of Europe: Diatoms of European Inland Waters and comparable habitats*. Gantner Verlag, Ruggell, 526 pp.
- Lange-Bertalot, H., Steindorf, A. (1996): Rote liste der limnischen kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 28, 633-677.
- Lange-Bertalot, H., Cavacini, P., Tagliaventi, N., Alfinito, S. (2003): Diatoms of Sardinia. Rare and 76 new species in rock pools and other ephemeral waters. In: Lange-Bertalot H. (ed.), *Iconographia Diatomologica* 12. Gantner Verlag, 438 pp.
- Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Werum, M., Cantonati, M. (2017): *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment*. English edition with updated taxonomy and added species. Schmitt-Oberreifenberg, Koeltz Botanical Books, 942 pp.
- Lavoie, I., Campeau, S., Grenier, M., Dillon, P.J. (2006): A diatom-based Index for the biological assessment of eastern Canadian rivers: an application of correspondence analysis (CA). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 1793-1811.
- Lavoie, I., Campeau, S., Zugic-Drakulic, N., Winter, J., 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.
- Laušević, R. (1993): Floristical composition of algae in the Samokovska river. *Archives of Biological Sciences*, 45(3-4), 125-136.
- Laušević, R. (1995): Planktonske silikatne alge (Bacillariophyta) Vlasinskog jezera – ekološka studija. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 121 str.
- Leclercq, L., Lecoq, C. (2008): Présentation de l'indice diatomique de saprobio-entrophisation (IDSE) introduit dans la nouvelle version de Omnidia. 27ème

- Colloque de l'ADLaF Dijon 1–4 Sept.2008. Livre des résumés. F. R. a. L. ECTOR. C23, 50 pp.
- Leclercq, L., Ntislidou, C. (2009): Application de l'indice diatomique de saprobie-eutrophisation (IDSE) pour déterminer l'évolution de l'eutrophisation anthropique du lac Bütgenbach (province de Liège, Belgique) depuis sa construction en 1932. In: Riaux-Gobin, C. (ed.) 28 ème Colloque de l'ADLaF Lab. Arago Banyuls 7–10 Sept. 2009, 50 pp (poster P21).
- Lecoite, C., Coste, M., Prygiel, J. (1993): “Omnidia”: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*, 269/270, 509–513.
- Lenoir, A., Coste, M. (1996): Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board network. In: Whitton, B.A. and Rott, E. (eds.), *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, 29-43 pp.
- Levkov, Z. (2009): *Amphora* sensu lato. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.), *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats 5*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell, 916 pp.
- Levkov, Z., Krstic, S., Metzeltin, D., Nakov, T. (2007): Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.), *Iconographia Diatomologica 16*, Gantner Verlag, 611 pp.
- Levkov, Z., Ector, L. (2010): A comparative study of *Reimeria* species (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia*, 90(3-4), 469-489.
- Levkov, Z., 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., Pavlov, A. (2013): *Luticola* and *Luticolopsis*. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.), *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Volume 7*. Königstein, Koeltz Scientific Books, 698 pp.
- Levkov, Z., Mitic-Kopanja, D., Reichardt, E. (2016): The diatom genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.), *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats 8*. Oberreifenberg, Koeltz Botanical Books, 552 pp.

- Levkov, Z., Williams, D., Nikolovska, D., Tofilovska, S., Čakar, Z. (2017): The use of diatoms in forensic science: advantages and limitations of the diatom test in cases of drowning. In: Williams, M., Hill, T., Boomer, I. and Wilkinson, I.P. (Eds) *The Archaeological and Forensic Applications of Microfossils: A Deeper Understanding of Human History*. The Micropalaeontological Society, Special Publications. Geological Society, London, 261-277 pp.
- Ligowski, R., Godlewski, M., Lukowski, A. (1992): Sea ice diatoms and ice edge planktonic diatoms at the northern limit of the Weddell Sea pack ice. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology*, 5, 9-20 pp.
- Liu, B., Williams, D.M., Liu, Q., (2018): A new species of *Cymbella* (Cymbellaceae, Bacillariophyceae) from China, possessing valves with both uniseriate and biseriate striae. *Phytotaxa*, 344(1), 39-46.
- Lobo, E.A., Bes, D., Tudesque, L., Ector, L. (2004): Water quality assessment of the Pardino River, RS, Brazil, using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators. *Vie et Milieu Life and Environment*, 54, 115-125.
- Lobo, E.A., Wetzel, C.E., Ector, L., Katoh, K., Blanco Lanza, S., Mayama, S. (2010): Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica*, 29(2), 323-340.
- Lowe, R.L., Kociolek, P., Johansen, J.R., Vijver, B.V.D., Lange-Bertalot, H., Kopalová, K. (2014): *Humidophila* gen. nov., a new genus for a group of diatoms (Bacillariophyta) formerly within the genus *Diadsmis*: species from Hawaii, including one new species. *Diatom Research*, 29(4), 351-360.
- Mann, D.G. (1999): The species concept in diatoms. *Phycologia*, 38(6), 437-495.
- Marković, Đ.J. (1980): *Regionalna geografija SFR Jugoslavije*. Građevinska knjiga, Beograd.
- Marković, Z. (1998): *Izvori brdsko-planinskih područja Srbije, ekološka studija makrozoobentosa*. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Medlin, L.K., 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.

- Metzeltin, D., Lange-Beratalot, H., García-Rodríguez, F. (2005): Diatoms of Uruguay compared with other taxa from South America and elsewhere. In: Lange-Beratalot, H. (Ed.), *Iconographia Diatomologica* 15. Koeltz Scientific Books, 736 pp.
- Millie, D.F., Lowe, R.L. (1981) Diatoms new to Ohio and the Laurentian Great Lakes. *Ohio Journal of Science*, 81(5), 195-206.
- Monnier, O., Lange-Bertalot, H., Rimet, I., Hoffmann, L., Ector, L. (2004): *Achnantheidium atomoides* sp. nov., a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg. *Vie et milieu*, 54(2-3), 127-136.
- Newman, M. (1995): Quantitative methods in aquatic ecotoxicology. *Advances in trace substances research*. Boca Raton, FL, Lewis Publishers.
- Ní Chatháin, B., Harrington, T.J. (2008): Benthic diatoms of the River Deel: diversity and community structure. In: *Biology and Environment, Proceedings of the Royal Irish Academy Royal Irish Academy*, 29-42 pp.
- Nikitović, J., Laušević, R. (1999): Benthic algae in the River Vlasina (Serbia, Yugoslavia). *Ekologija*, 34(1-2), 19-26
- Noga, T., Stanek-Tarkowska, J., Pajączek, A., Kochman, N. (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.
- Obušковиć, Lj. (1984): Saprobiološke karakteristike u ekosistemima tekućih voda. Doktorska disertacija, Prirodnomatemički fakultet, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, 116 str.
- Owen, R.B., Renaut, R.W., Jones, B. (2008): Geothermal diatoms: a comparative study of floras in hot spring systems of Iceland, New Zealand, and Kenya. *Hydrobiologia*, 610(1), 175-192.
- Pantle, R., Buck, H. (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse [The biological monitoring of the waters quality and the presentation of the results]. *Gas und Wasserfach*, 96, 604-605. (In German)
- Picińska-Fałtynowicz, J., Błachuta, J., Kotowicz, J., Mazurek, M., Rawa, W. (2006): Wybór typów jednolitych części wód rzecznych i jeziornych do oceny stanu ekologicznego na podstawie fitobentosu wraz z rekomendacją metodyki poboru i analizy prób [Select the types of water bodies river and lake to assess the

- ecological status based on phytobenthos with the recommendation of the methodology of collection and analysis of samples]. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Wrocław, 34 pp. (na poljskom)
- Pielou, E.C. (1975) Ecological Diversity. John Wiley and Sons, New York, 165 pp.
- Popović, S. (2018). Diverzitet aerofitskih cijanobakterija i algi u biofilmu odabranih pećina u Srbiji. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 249 str.
- Potapova, M. (2010): *Achnantheidium latecephalum*. In: Diatoms of North America. Retrieved July 25, 2018, from https://diatoms.org/species/achnantheidium_latecephalum
- Potapova, M.G., Ponader, K.C. (2004): Two common North American diatoms, *Achnantheidium rivulare* sp. nov. and *A. deflexum* (Reimer) Kingston: morphology, ecology and comparison with related species. Diatom Research, 19(1), 33-57.
- Potapova, M., Hamilton, P.B. (2007): Morphological and ecological variation within the *Achnantheidium minutissimum* (Bacillariophyceae) species complex 1. Journal of phycology, 43(3), 561-575.
- Pouličková, A, Duchoslav, M, Dokulil, M. (2004): Littoral diatom assemblages as bioindicators of lake trophic status: A case study from perialpine lakes in Austria. European Journal of Phycology, 39(2), 143-52.
- Predojević, D. (2017): Procena ekološkog statusa reke Zasavice na osnovu alholoških parametara. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 329 str.
- Prygiel, J., Leveque, L., Iserentant, R. (1996): Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. Revue des Sciences de l'Eau, 9, 97-113.
- Prygiel, J., Coste, M. (2000): Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Agences de l'Eau, Ministere de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Cemagref.
- 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-Bertlot, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs*. Gantner Verlag, Ruggell, 203 pp.
- Reichardt, E. (2001): Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. In: Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. and Compere, P. (eds). *Lange-Bertlot-Festschrift, Studies on Diatoms*. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell, 187-224 pp.
- Rey, P.A., Taylor, J.C., Laas, A., Rensburg, L., Vosloo, A. (2004): Determining the possible application value of diatoms as indicators of general water quality: A comparison with SASS 5. *Water S.A.*, 30, 325-332.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P., Pipp, E. (1997): *Indikationslisten für Aufwuchsalgen Teil 1: Saprobielle indikation.*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 73 pp.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Dam, H.V., Orther, K., Binder, N., Pall, K. (1999): *Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fliessgewässern. Teil 2: Trophieindikation.*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien, 2: 248 pp.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. (1990): *The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University press, Cambridge, 747 pp.
- Rue, E., Bruland, K. (2001): Domoic acid binds iron and copper: a possible role for the toxin produced by the marine diatom *Pseudo-nitzschia*. *Marine Chemistry*, 76(1-2), 127-134.
- Ruggiero, M.A., Gordon, D.P., Orrell, T.M., Bailly, N., Bourgoin, T., Brusca, R.C., Cavalier-Smith, T., Guiry, M.D., Kirk, P.M. (2015): A higher level classification of all living organisms. *PloS one*, 10(4), p.e0119248.
- Rumeau, A., Coste, M. (1988): Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique générique. *Bull. Fr. Piscic.*, **309**, 1-69.

- Ržaničanin, A. (2004): Benthic algae of the river Rasina. 33. konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Voda 2004", Zbornik radova, 8. – 11. Jun 2004. Borsko jezero, Srbija, 305-308 str.
- Sala, S.E., Guerrero, J.M., Ferrario, M.E. (1993): Redefinition of *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer and recognition of *Reimeria uniseriata* nov. spec. Diatom Research, 8(2), 439-446.
- Schaarschmidt, J. (1883): Fragmenta Phycologiae Bosniaco-Serbicae. Magyar Növénytani Lapok, 75(7), 33-39.
- Sevindik, T.O., Kucuk, F. (2016): Benthic Diatoms as Indicators of Water Quality in the Acarlar Floodplain Forest (Northern Turkey). Fresenius Environmental Bulletin, 25(10), 4013-4025.
- Seve, M.A.D., Goldstein, M.E. (1981): The structure and composition of epilithic diatom communities of the St. Lawrence and Ottawa rivers in the Montreal area. Canadian Journal of Botany, 59(3), 377-387.
- Shannon, C.E., Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. Univ. Of Illinois Press, Urbana, 144 pp.
- Simić, S. (1996): Alge Trgoviškog Timoka (Srbija, Jugoslavija). Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu. Tom XXX, 107-116.
- Simić, S. (2007): Morphological and ecological characteristics of rare and endangered species *Lemanea fluviatilis* (Linné) C. Ag. (Lemaneaceae, Rhodophyta) on new localities in Serbia. Kragujevac Journal of Science, 29, 97-106.
- Simić, S. (2008): New find of the rare and endangered species *Bangia atropurpurea* (Roth.) C. Agardh (Rodophyta) in Serbia. Archives of Biological Sciences, 60(4), 727-731.
- Simić, S., Ranković, B. (1998a): New data on the distribution, morphology, and ecology of red algae (Rhodophyta) in rivers of Serbia. Archives of Biological Sciences, 50(1), 43-50.
- Simić, S., Ranković, B. (1998b): Contribution to the knowledge of bioindicator properties of red algae (Rhodophyta) in the rivers of Serbia. 27. konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Zaštita voda '98", Zbornik radova, 9–12. Jun 1998. Kotor, Jugoslavija, 399-405 str.

- Simić, S., Pantović, N., Vasiljević, B. (2010): Factors Threatening The Habitats Of Rare Species Of Rhodophyta In Serbia. 4th International Scientific Conference BALWOIS, Book abstract, 25 - 29 May 2010. Ohrid, Republic of Macedonia.
- Simić, S., Đorđević, N. (2017): Morphology, distribution and ecology of the freshwater red algae *Paralemanea* (Batrachospermaceae, Batrachospermales, Rhodophyta) in Serbia. Archives of Biological Sciences, 69(1), 167-174.
- Skvortzow, B.W. (1937): Bottom diatoms from Olhon Gate of Baikal Lake, Siberia. Philippine Journal of Science, 62(3), 293-377.
- Sladecsek, V. (1986): Diatoms as indicators of organic pollution. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 14, 555-566.
- Službeni glasnik Republike Srbije (96/2010): Pravilnik o utvrđivanju vodenih tela površinskih i podzemnih voda. Uprava za zajedničke poslove republičkih organa. Odeljenje za informatičko-dokumentacione i bibliotečke poslove (INDOK).
- Službeni glasnik Republike Srbije (67/2011): Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda. Odeljenje za informatičko-dokumentacione i bibliotečke poslove (INDOK).
- Službeni glasnik Republike Srbije (74/2011): Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda. Uprava za zajedničke poslove republičkih organa. Odeljenje za informatičko-dokumentacione i bibliotečke poslove (INDOK).
- Spaulding, S., Edlund, M. (2008): What are Diatoms?. In Diatoms of the United States. Preuzeto sa <https://diatoms.org/what-are-diatoms>
- SRPS EN 13946 (2015): Kvalitet vode - Uputstvo za rutinsko uzimanje uzoraka i pripremu preparata bentosnih silikatnih algi iz reka i jezera.
- SRPS EN 14407 (2015): Kvalitet vode - Uputstvo za identifikaciju i utvrđivanje brojnosti bentosnih silikatnih algi iz reka i jezera.
- Soininen, J., Heino, J. (2007): Variation in niche parameters along the diversity gradient of unicellular eukaryote assemblages. Protist, 158(2), 181-191.
- Solak, C.N., Wojtal, A.Z. (2012): Diatoms in springs and streams of Türkmen Mt. (Sakarya River Basin) common in Turkish inland waters. Polish Botanical Journal, 57(2), 375-425.

- Solak, C.N., Kulikovskiy, M.S., Kaleli, A., Gönülol, A. (2016): Rare and new records of diatoms in Turkey from Kütahya flowing waters. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 45(4), 564-587.
- Steinberg, C., Schiefele, S. (1988): Biological indication of trophic and pollution of running waters. *Z. Wasser - Abwasser-Forsch*, 21, 227-234.
- Stenger-Kovacs, C., Buczko, K., Hajnal, E., Padisak, J. (2007): Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia*, 589, 141-154.
- Stoermer, E.F., Kreis, R.G., Andresen, N.A. (1999): Checklist of diatoms from the Laurentian Great Lakes. II. *Journal of Great Lakes Research*, 25(3), 515-566.
- 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, 375 str.
- Smol, J.P., Stoermer, E.F. (2010): *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, 469 pp.
- Szczepocka, E., Rakowska, B. (2015): Diatoms in the biological assessment of the ecological state of waters using the Czarna Staszowska River as an example. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 44(2), 254-266.
- Szczepocka, E., Żelazna-Wieczorek, J. (2018): Diatom biomonitoring—scientific foundations, commonly discussed issues and frequently made errors. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 47(3), 313-325.
- Szigyártó, I.L., Buczkó, K., Rákossy, I., May, Z., Urák, I., Zsigmond, A.R. (2017): Contrasting diatom diversity in lentic and lotic habitats of Romanian peat bogs and the relation to environmental variables. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 189(2), 137-151.
- Škunca-Milovanović, S., Feliks, R., Đurović, B., Poček, B. (1990): Drinking water: Standard methods for testing hygienic safety. The Federal Institute for Health Protection NIP "Economic review".
- Taylor, J.C., Vuuren, M.S., Pieterse, A.J.H. (2007a): The application and testing of diatom-based indices in the Vall and Wilge Rivers, South Africa. *Water S.A.*, 33, 51-59.

- Taylor, J.C., Harding, W.R., Archibald, C.G.M. (2007b): A methods manual for the collection, preparation and analysis of diatom samples. WRC Report No TT 281/07. Water Research Commission, Pretoria, 11-23.
- Taylor, J.C., Cocquyt, C. (2015): Diatom research in southern and central Africa: Historical perspectives and current activities. *Bulletin des Séances, new series*, 60.
- Teittinen, A., Taka, M., Ruth, O., Soininen, J. (2015): Variation in stream diatom communities in relation to water quality and catchment variables in a boreal, urbanized region. *Science of The Total Environment*, 530, 279-289.
- Ter Braak, C.J., Smilauer, P. (2002): CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination, version 4.5.
- Tomašević, V. (2000): Silikatne alge sliva Zapadne Morave. Magistarski rad, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 123 str.
- Trbojević, I. (2018): Analiza perifitona sa veštačkih podloga iz Savskog jezera i jezera Vrutci. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 275 str.
- US EPA (1979) EPA methods for chemical analysis of water and wastes. EPA-600/4-79-020, Cincinnati.
- Van Dam, H. (1982): On the use of measures of structure and diversity in applied diatom ecology. *Nova Hedwigia*, 73, 97-115.
- Van Dam, H, Mertens, A., Sinkeldam, J. (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Aquatic Ecology*, 28(1), 117-133.
- Van Heurck, H. (1880): Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. Antwerp: Ducaju & Cie., 10 pls.
- Van de Vijver, B., Beyens, L., Lange-Bertalot, H. (2004): The genus *Stauroneis* in Arctic and Antarctic Regions. In: Lange-Bertalot, H. and Kociolek, P. (eds). *Bibliotheca Diatomologica* 50. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 312 pp.
- Van De Vijver, B., Cox, E.J. (2013): New and interesting small-celled naviculoid diatoms (Bacillariophyceae) from a lava tube cave on Île Amsterdam (TAAF, Southern Indian Ocean). *Cryptogamie, Algologie*, 34(1), 37-48.

- Vasiljević, B. (2017): BENTOSNE SILIKATNE ALGE (BACILLARIOPHYTA) U PROCENI EKOLOŠKOG STATUSA REKA VELIKE MORAVE I SAVE. Doktorska disertacija. Prirodnomatemički fakultet, Kragujevac, Univerzitet u Kragujevcu, 177 str.
- Vasiljević, B., Simić, S.B., Paunović, M., Zuliani, T., Krizmanić, J., Marković, V., 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, 874-883.
- Vidaković, D. (2013): Assessment of the ecological status of Raška River based on epilithic diatoms. Master Thesis, University of Belgrade, Belgrade. (In Serbian)
- Vidaković, D., Krizmanić, J., Šovran, S. (2014): New taxa of the genus *Navicula* (Bacillariophyceae) in the diatom flora of Serbia. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 43(2): 185–190.
- Vidaković, D., Krizmanić, J., Šovran, S., Cvijan, M. (2015): Diatoms from a peat bog on the Pešter plateau (southwestern Serbia): New records for diatom flora of Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 68(1), 107-116.
- Vidaković, D., Krizmanić, J., Subakov-Simić, G., Karadžić, V. (2016): Distribution of invasive species *Actinocyclus normanii* (Hemidiscaceae, Bacillariophyta) in Serbia. *Studia Botanica Hungarica*, 47(2), 201-212.
- Vidaković, D., Cantonati, M., Mogna, M., Jakovljević, O., Šovran, S., Lazović, V., Stojanović, K., Đorđević, J., 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., Krizmanić, J. (2018a): An updated list of Serbian diatom flora – new recorded taxa. *Archives of Biological Sciences*, 70(2): 259-275.
- Vidaković, D., Radovanović, S., Predojević, D., Šovran, S., Živić, I., Stojanović, K. & Krizmanić, J. (2018b): Uncertainty of using habitat fidelity in biomonitoring based on benthic diatoms - the Raška River case study. *Biologia*, 73(9): 831-839.
- Vilbaste, S., Truu, J. (2003): Distribution of benthic diatoms in relation to environmental variables in lowland streams. *Hydrobiologia*, 493(1-3), 81-93.
- Zelinka, M., Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57, 389-407.

- Whitton, B.A., Rott, E., Friedrich, G. (1991): Use of Algae for Monitoring Rivers. *Journal of Applied Phycology*, 3(3), 287-287.
- Watanabe, T., Asai, K., Houki, A. (1990): Numerical simulation of organic pollution in flowing waters. *Encyclopedia of Environmental Control Technology* vol. 4. Hazardous Waste Containment and Treatment. P. N. Cheremisinoff., Gulf Publishing Company Houston, 251-284 pp.
- Werum, M., 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, 417 pp.
- Wetzel, C.E., Van De Vijver, B., Hoffmann, L., Ector, L. (2013): *Planothidium incuriatum* sp. nov. a widely distributed diatom species (Bacillariophyta) and type analysis of *Planothidium biporumum*. *Phytotaxa*, 138(1), 43-57.
- Wetzel, C.E., Ector, L., Van de Vijver, B., Compere, P., Mann, D.G. (2015): Morphology, typification and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (Bacillariophyta). *Fottea/Czech Phycological Society.-Praha, Czech Republic*, 2007, currens, 15(2), 203-234.
- Williams, D.M., Kociolek, J.P. (2011): An overview of diatom classification with some prospects for the future. In: *The Diatom world*. Springer, Dordrecht, 47-91 pp.
- Wojtal, A.Z. (2009): The Diatoms of Kobylanka Stream Near Kraków (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska Upland, S Poland). *Polish Botanical Journal*, 54(2), 129-330.
- Wojtal, A., Sobczyk, Ł. (2006): Composition and structure of epilithic diatom assemblages on stones of different size in a small calcareous stream (S Poland). *Algological Studies*, 119(1), 105-124.
- Wojtal, A.Z., Ector, L., Van de Vijver, B., Morales, A.E., Blanco, S., Piatek, J., Smieja, A. (2011): The *Achnanidium minutissimum* complex (Bacillariophyceae) in southern Poland. *Algological Studies*, 136/137, 211-238.
- Working Group 2A. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), guidance document No. 13, overall approach to the classification of ecological status and ecological potential [Internet].

Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
[2005 May 23]. Available from: <http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library>

Yang, Y., Cao, J.X., Pei, G.F., Liu, G.X. (2015): Using benthic diatom assemblages to assess human impacts on streams across a rural to urban gradient. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(22): 18093-18106.

Prilog 1

PCA I DCA ANALIZA

Tabela 1. PCA analiza odnosa dominantnih taksona epilitske zajednice silikatnih algi i istraživanih reka

Osa	1	2	3	4	
Vrednosti karakterističnih korenova	0,304	0,253	0,133	0,092	
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci silikatnih algi	30,4	55,7	69,0	78,2	
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova					1,000

Tabela 2. DCA analiza_ reka Rača

Osa	1	2	3	4	
Vrednosti karakterističnih korenova	0,510	0,193	0,078	0,055	
Dužina gradijenta	3,085	2,397	1,573	1,247	
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci silikatnih algi	29,7	40,9	45,5	48,7	
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova					1,718

Tabela 3. DCA analiza_ reka Rasina

Osa	1	2	3	4	
Vrednosti karakterističnih korenova	0,498	0,152	0,051	0,026	
Dužina gradijenta	2,928	1,872	1,116	0,846	
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci silikatnih algi	40,2	52,5	56,6	58,7	
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova					1,239

Tabela 4. DCA analiza_reka Raška

Osa	1	2	3	4	
Vrednosti karakterističnih korenova	0,277	0,206	0,056	0,025	
Dužina gradijenta	2,090	1,780	1,448	1,470	
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci silikatnih algi	24,8	43,3	48,3	50,5	
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova					1,115

Tabela 5. DCA analiza_reka Studenica

Osa	1	2	3	4	
Vrednosti karakterističnih korenova	0,561	0,188	0,034	0,018	
Dužina gradijenta	2,915	1,442	1,224	1,447	
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci silikatnih algi	36,7	49,0	51,2	52,4	
Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova					1,529

Prilog 2

MIKROGRAFIJE IDENTIFIKOVANIH TAKSONA EPILITSKIH SILIKATNIH ALGI

TABLA 1

Sl. 1-19 ×1500, Sl. 20, 21 ×600

Slike 1-5. *Melosira varians* C.Agardh

Slike 6-9. *Handmannia glabriuscula* (Grunow) Kociolek & Khursevich

Slika 10. *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee

Slike 11, 12. *Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee

Slike 13-15. *Stephanodiscus hantzschii* Grunow

Slike 16, 17. *Cyclotella meneghiniana* Kützing

Slike 18, 19. *Pantocsekiella ocellata* (Pantocsek) K.T.Kiss & Ács

Slike 20, 21. *Ellerbeckia arenaria* (D.Moore ex Ralfs) R.M.Crawford

Skala = 10 μm

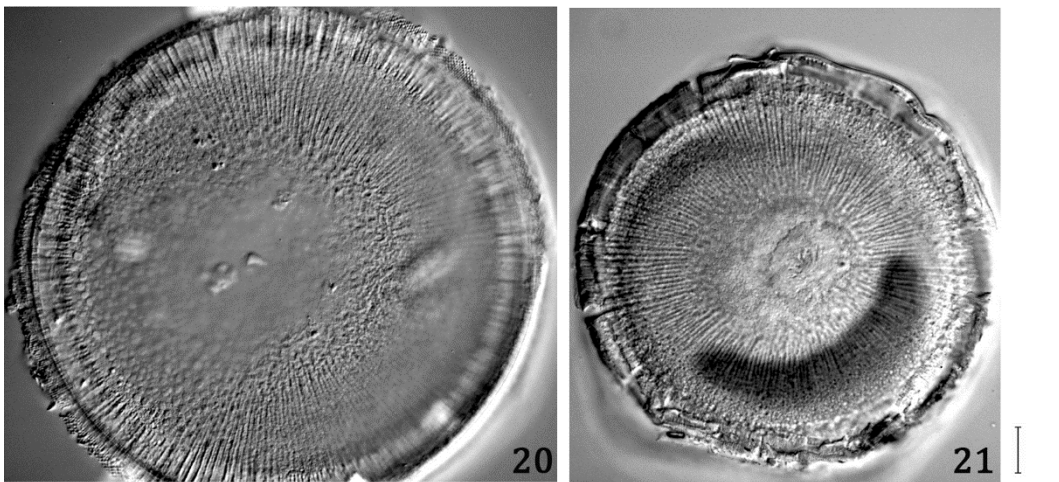
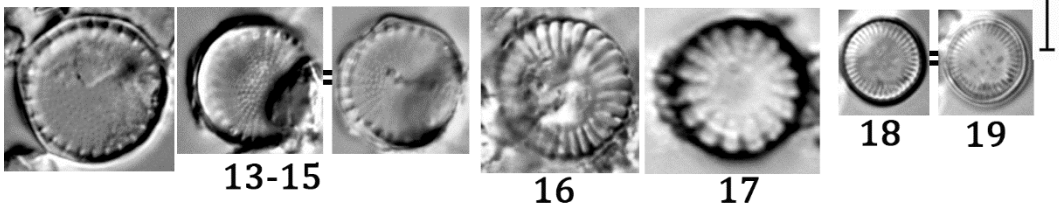
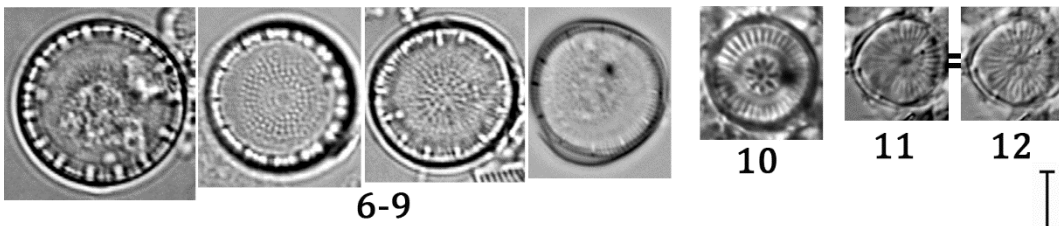
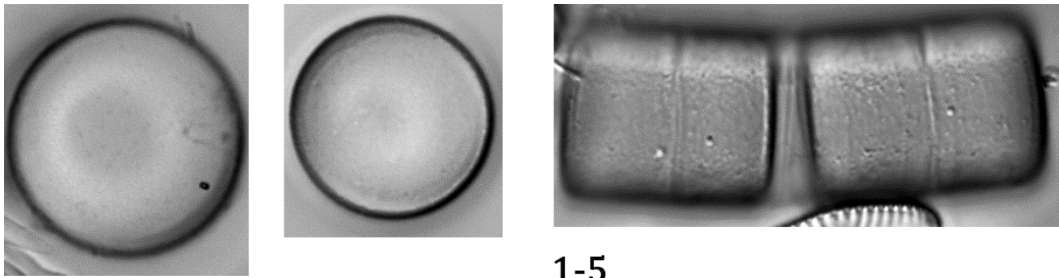


TABLA 2

Slike 1, 2. *Cyclotella meneghiniana* Kützing

Slike 3, 4. *Stephanodiscus hantzschii* Grunow

Slike 5, 6. *Handmannia glabriuscula* (Grunow) Kociolek & Khursevich

Skala na Sl. 1-5 = 5 μm , Sl. 6 = 2 μm

Slika 1. Unutrašnji izgled valve

Slike 2, 3, 5. Spoljašnji izgled valve

Slika 4. Pleuralni izgled

Slika 6. Detaljan izgled rimoportula lokaliziranih periferno

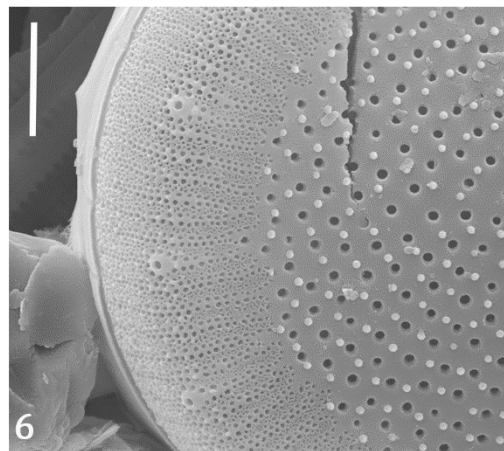
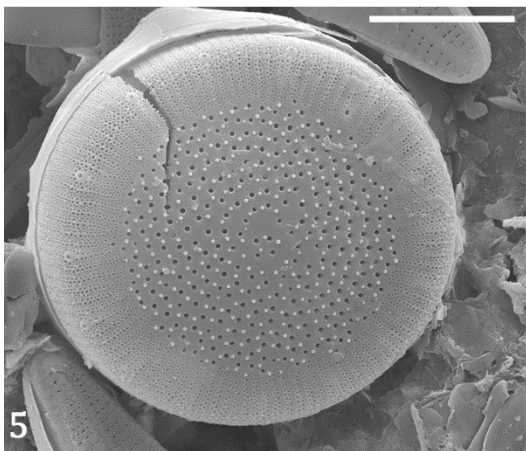
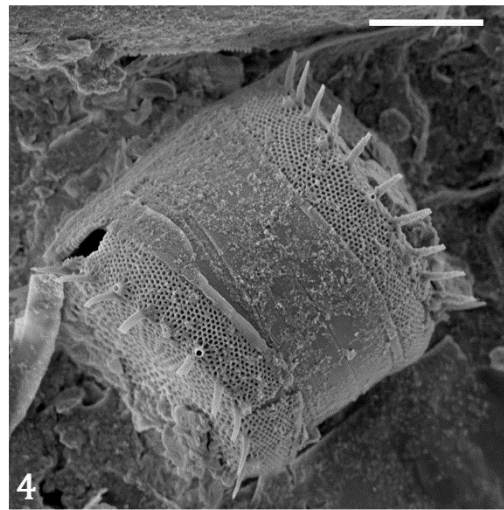
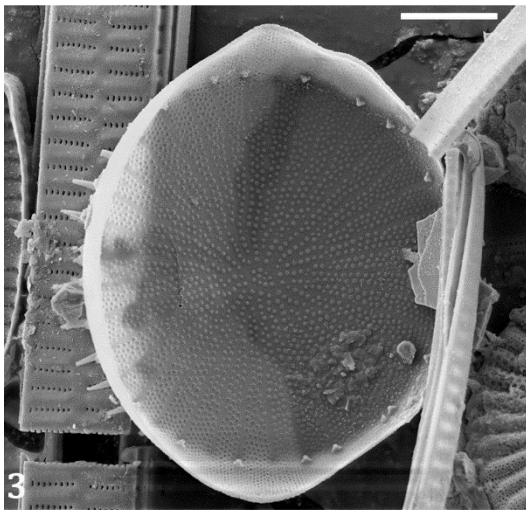
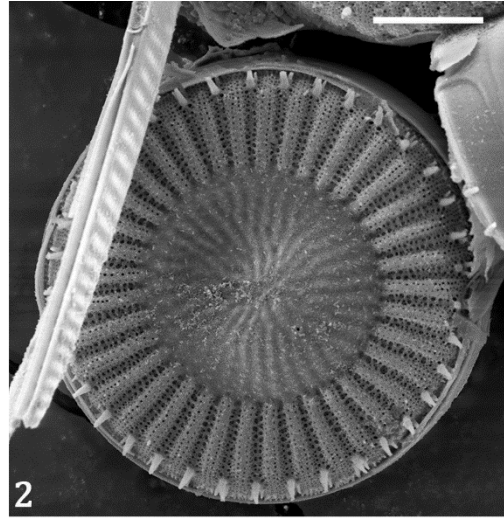
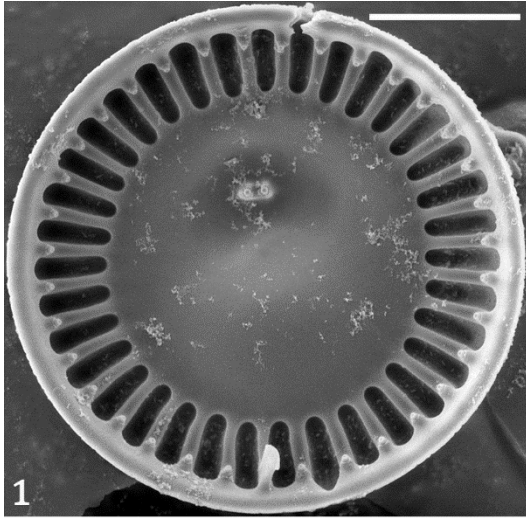


TABLA 3

Sl. 1-12 ×1500

Slike 1-5. *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen

Slika 6. *Aulacoseira alpigena* (Grunow) Krammer

Slike 7-13. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen

Slika 14. *Melosira varians* C.Agardh

Skala na Sl. 1-12 = 10 μm, Sl. 13 = 2 μm, Sl. 14 = 5 μm

Slike 13, 14. Pleuralni izgled

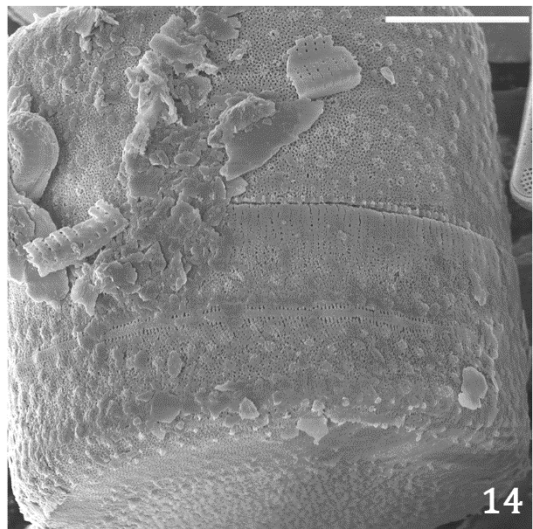
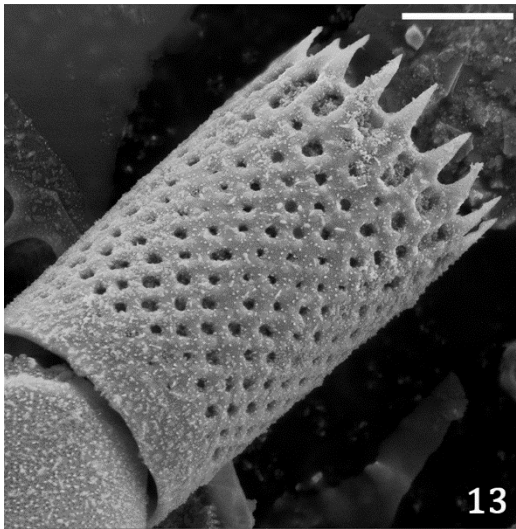
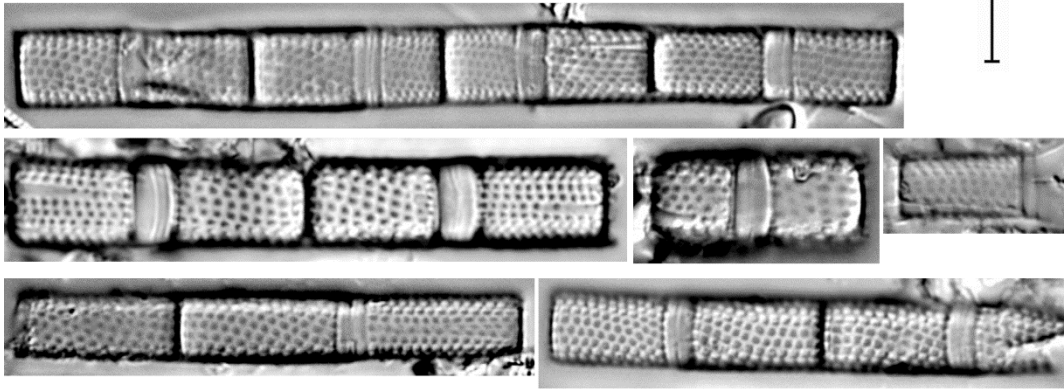
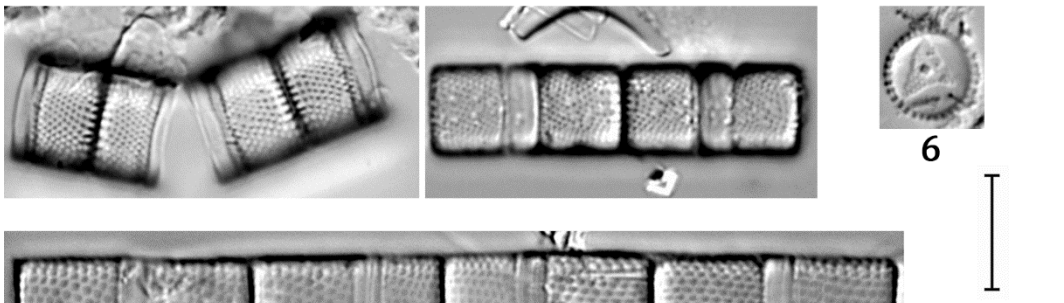
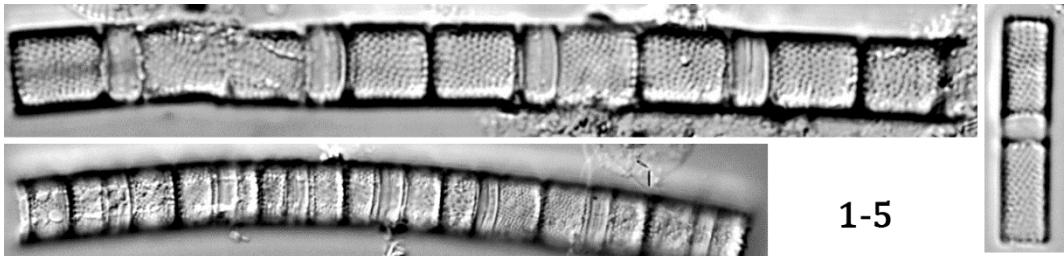


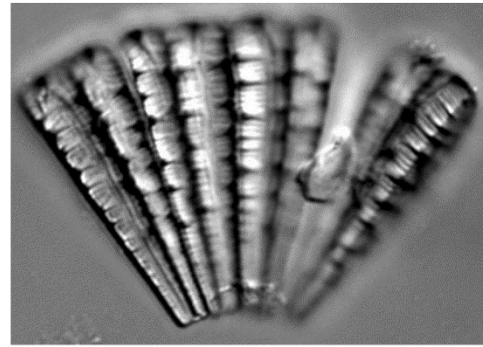
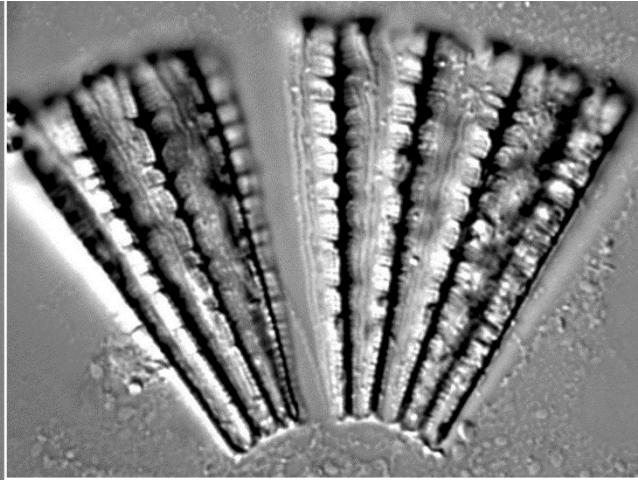
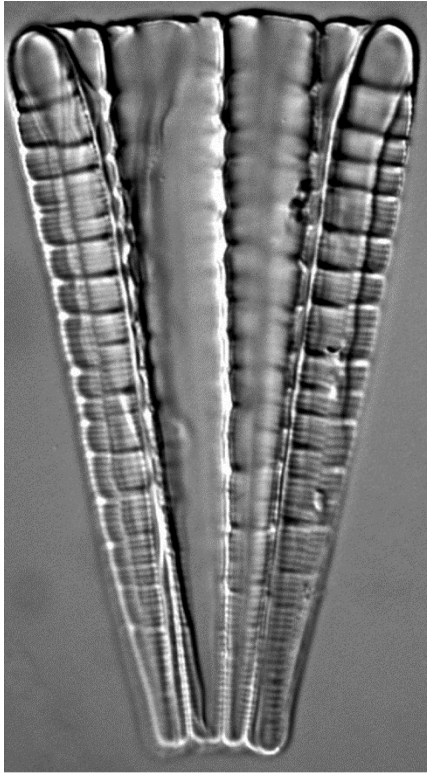
TABLA 4

Sl. 1-12 ×1500

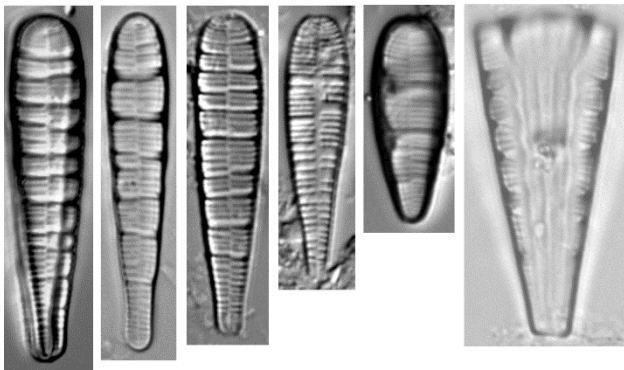
Slike 1-9. *Meridion circulare* (Greville) C.Agardh

Slike 10-12. *Meridion circulare* var. *constrictum* (Ralfs) Van Heurck

Skala na Sl. 1-12 = 10 μm



1-9



10-12

TABLA 5

Sl. 1-14 ×1500

Slike 1-16. *Odonthidium mesodon* (Kützing) Kützing

Skala na Sl. 1-14 = 10 μm, Sl. 15, 16 = 5μm

Slika 15. Pleuralni izgled

Slika 16. Spoljašnji izgled valve

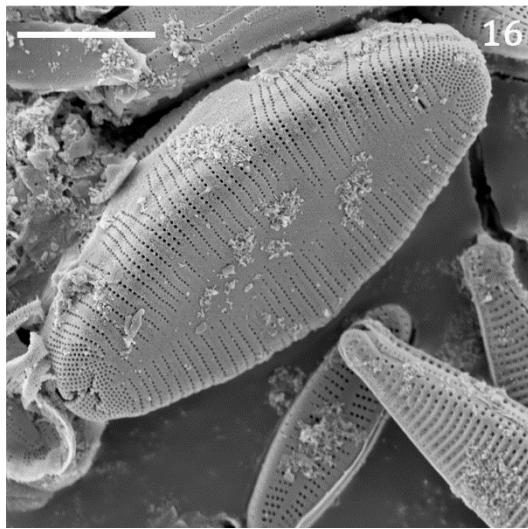
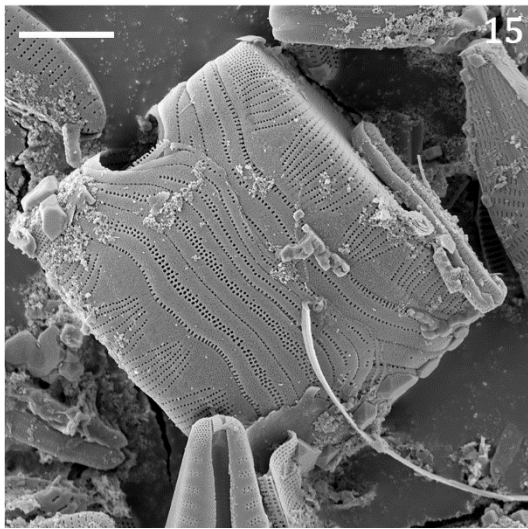
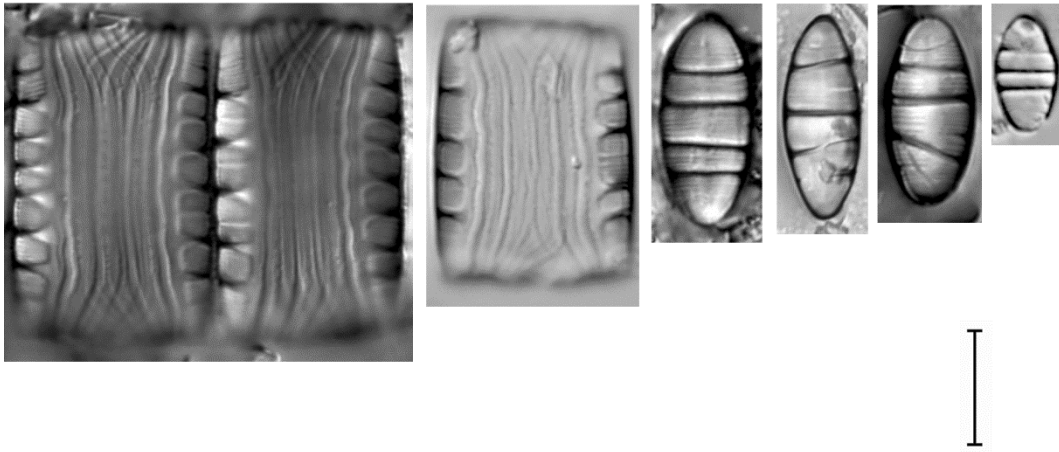
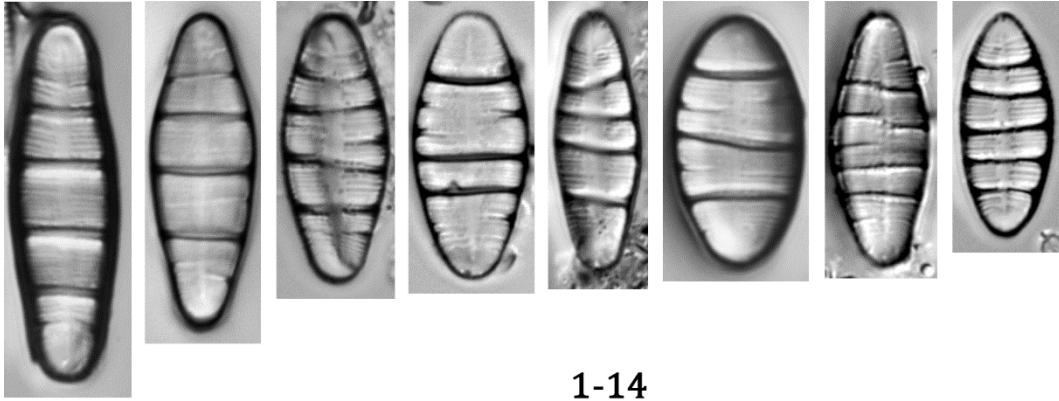


TABLA 6

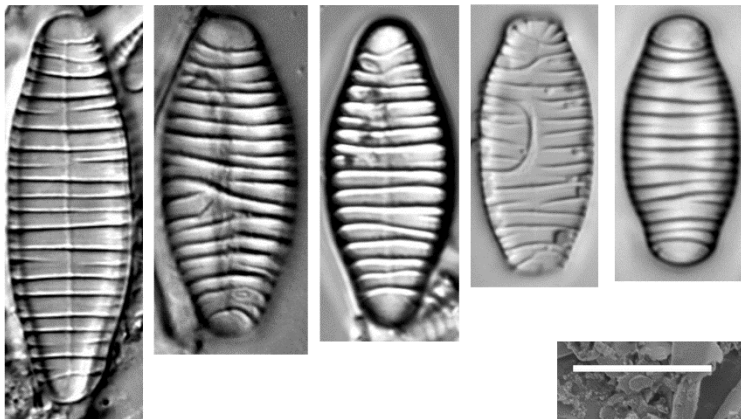
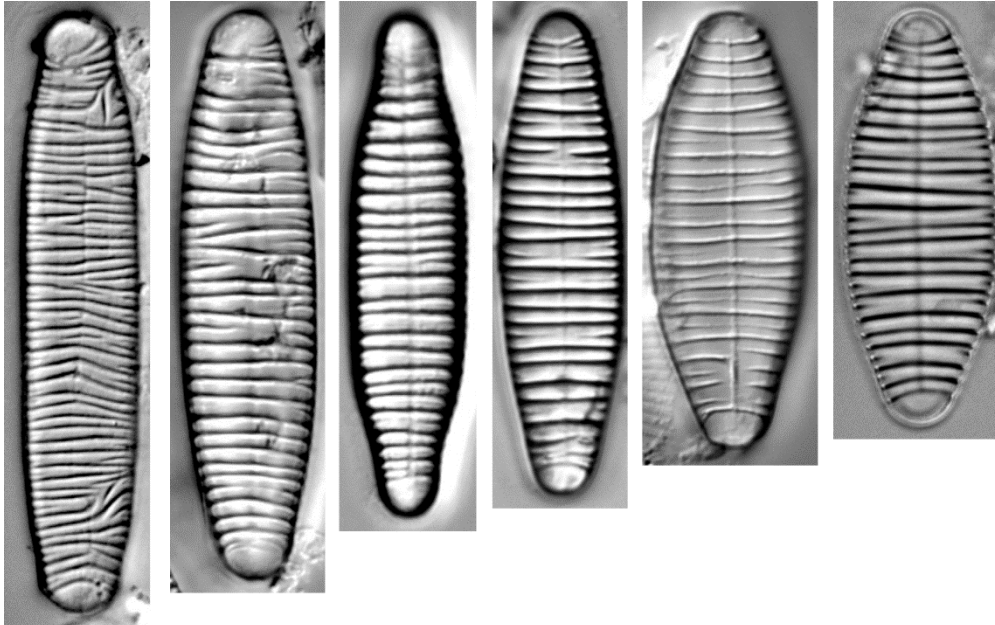
Sl. 1-11 $\times 1500$

Slike 1-13. *Diatoma vulgaris* Bory

Skala = 10 μm

Slika 12. Spoljašnji izgled valve

Slika 13. Unutrašnji izgled valve



1-11

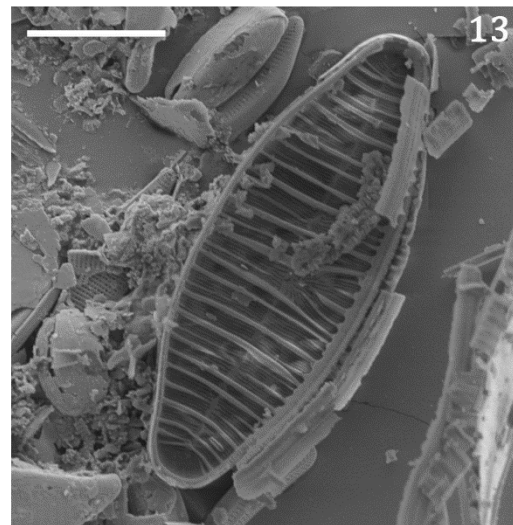
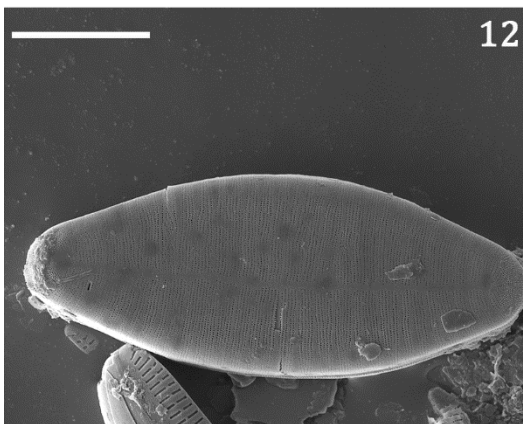


TABLA 7

Sl. 1-19 ×1500

Slike 1-5. *Diatoma ehrenbergii* Kützing

Slike 6-19. *Diatoma ehrenbergii* f. *capitulata* (Grunow) Lange-Bertalot

Skala = 10 μm

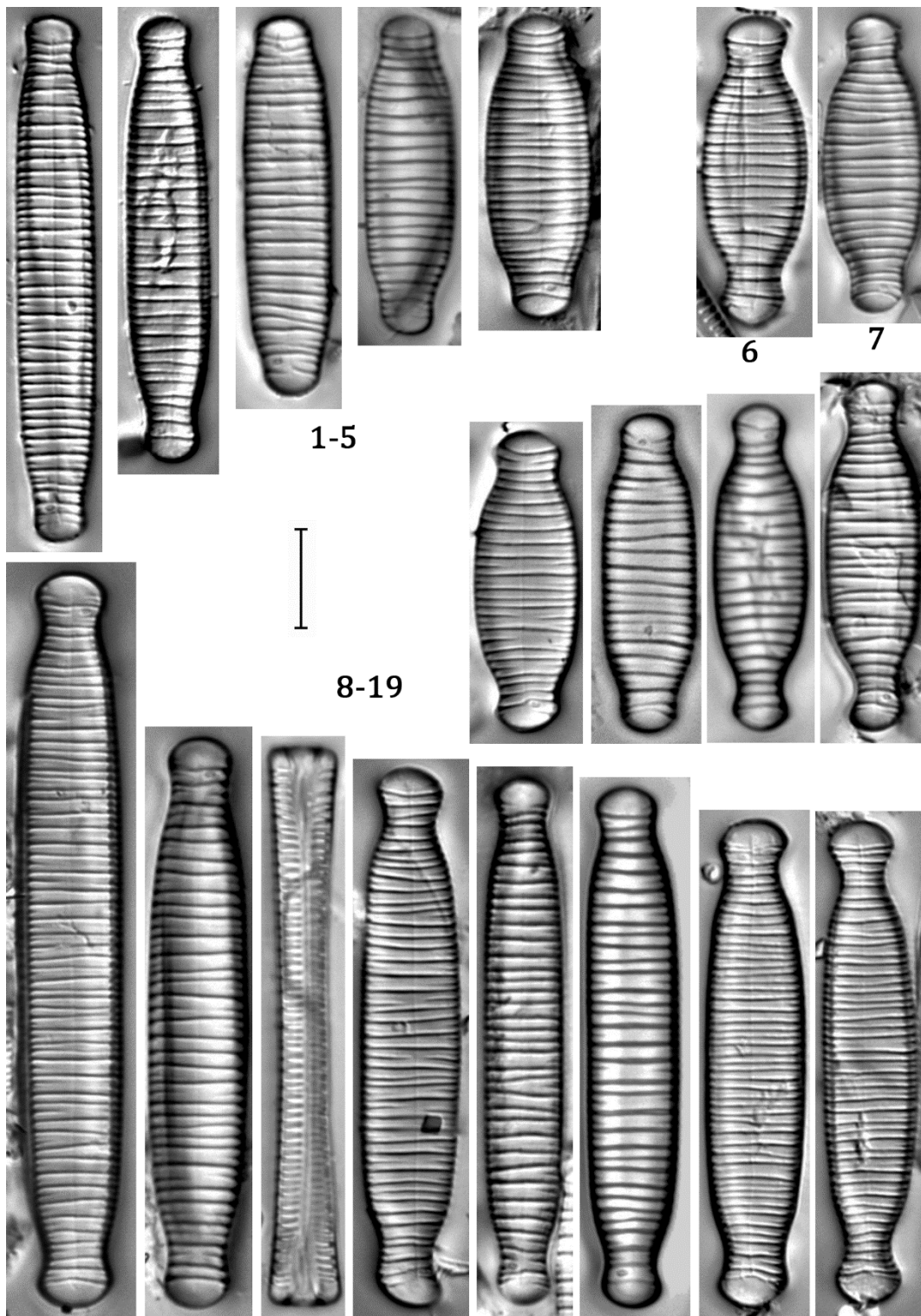


TABLA 8

Slike 1, 2. *Diatoma ehrenbergii* Kützing

Slike 3-5. *Hannaea arcus* (Ehrenberg) R.M.Patrick

Skala na Sl. 1-3 = 10 μm , Sl. 4 = 2 μm , Sl. 5 = 20 μm

Slika 1. Unutrašnji izgled valve

Slike 2, 3, 5. Spoljašnji izgled valve

Slika 4. Detaljan izgled jednog dela valve

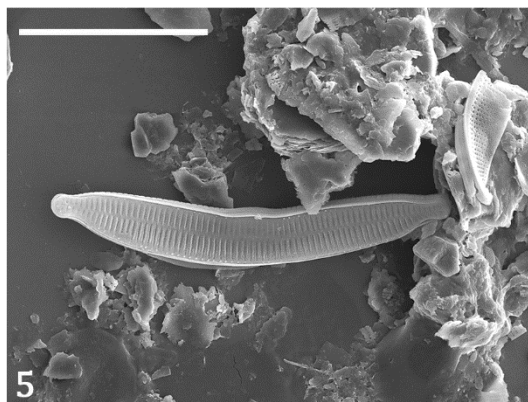
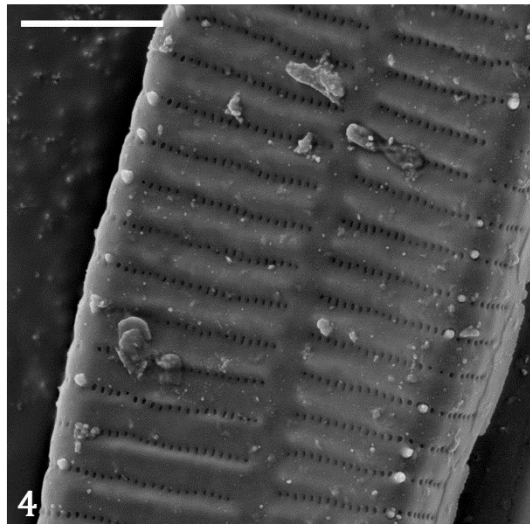
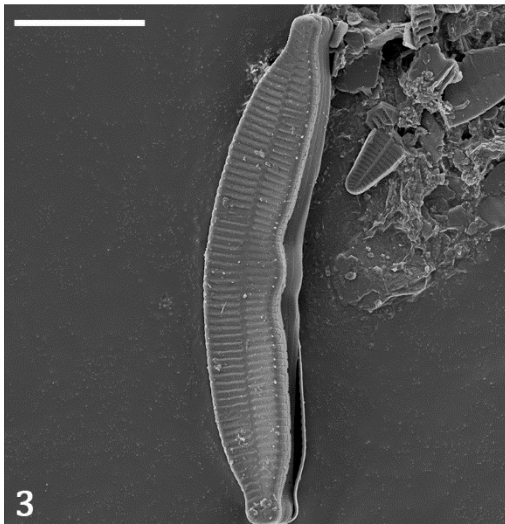
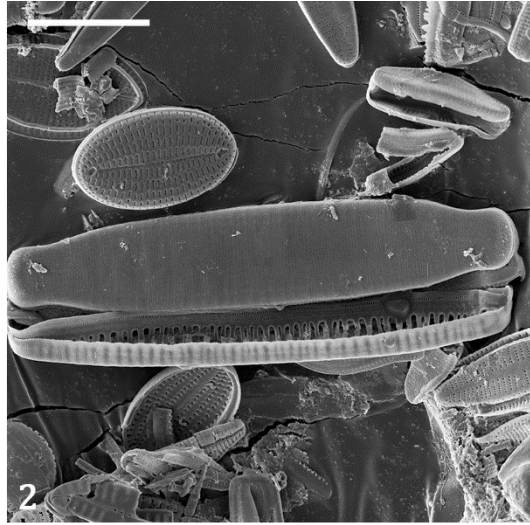
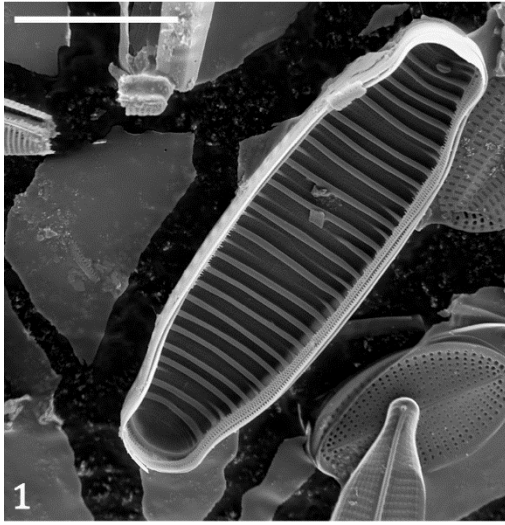


TABLA 9

Sl. 1-43 ×1500

Slike 1-24. *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M.Williams

Slike 25-35. *Diatoma* aff. *moniliformis* (Kützing) D.M.Williams

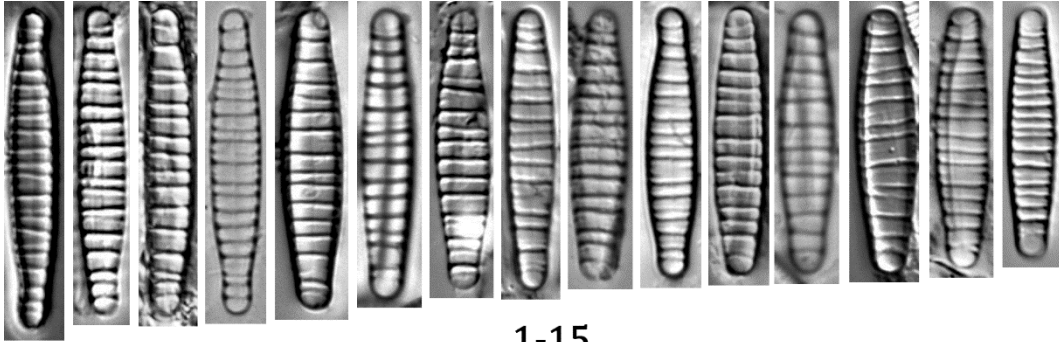
Slike 36, 37. *Staurosirella leptostauron* (Ehrenberg) D.M.Williams & Round

Slike 38, 39. *Pseudostaurosira parasitica* (W.Smith) E.Morales

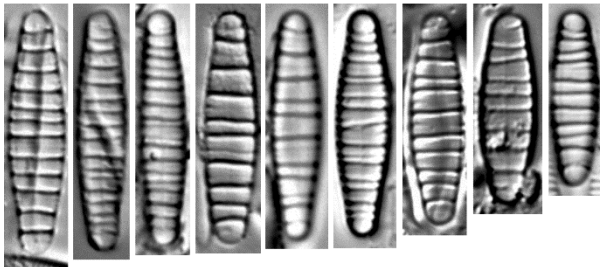
Slike 40-44. *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M.Williams & Round

Skala na Sl. 1-43 = 10 µm, Sl. 44 = 1 µm

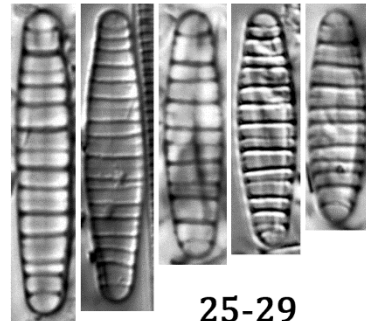
Slika 44. Spoljašnji izgled valve



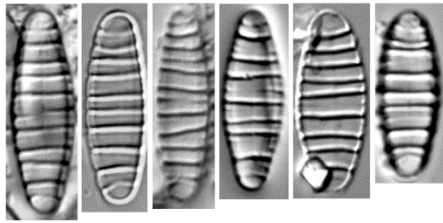
1-15



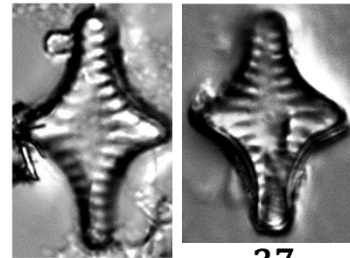
16-24



25-29

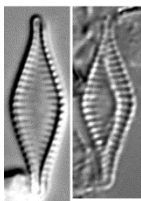


30-35

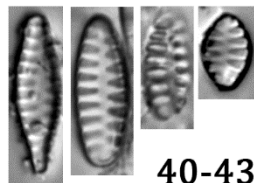


36

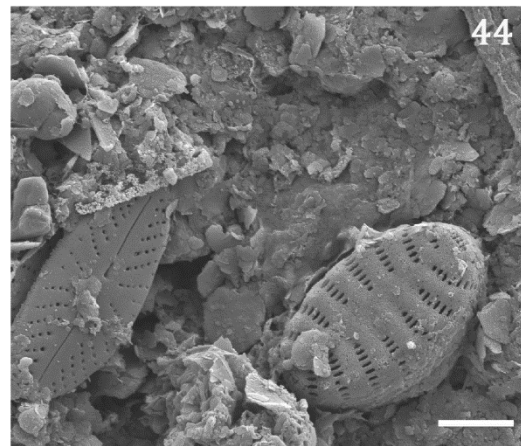
37



38 39



40-43



44

TABLA 10

Slike 1-7. *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M. Williams

Skala na Sl. 1, 4-6 = 2 μm , Sl. 2, 7 = 1 μm , Sl. 3 = 5 μm

Slike 1, 3-5. Spoljašnji izgled valve

Slika 2. Detaljan izgled kraja valve sa rimoportulom sa spoljašnje strane valve

Slika 6. Unutrašnji izgled valve

Slika 7. Detaljan izgled kraja valve sa rimoportulom sa unutrašnje strane valve

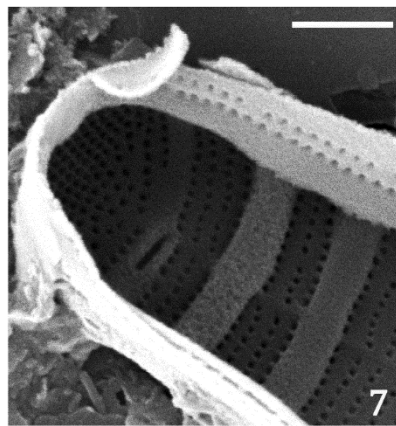
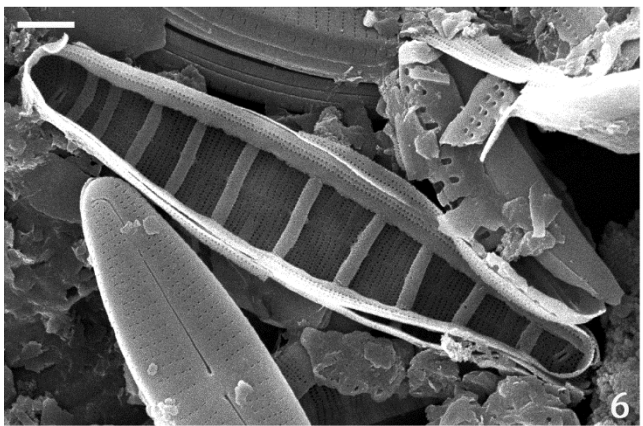
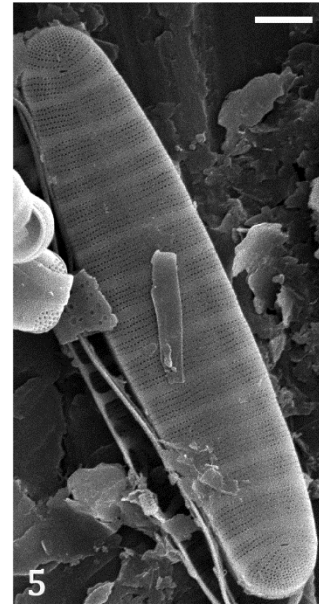
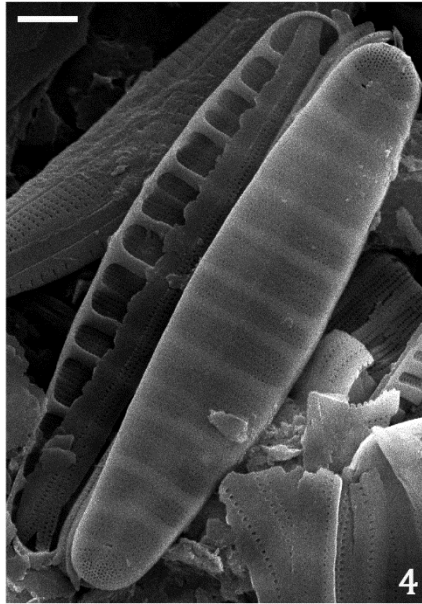
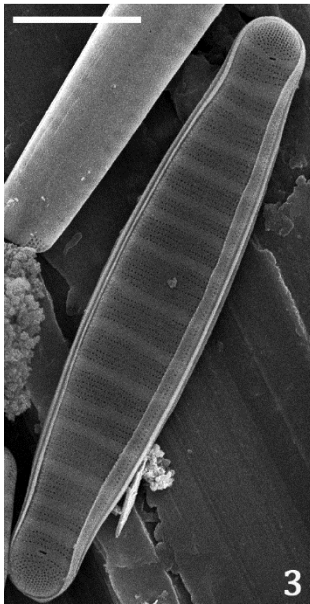
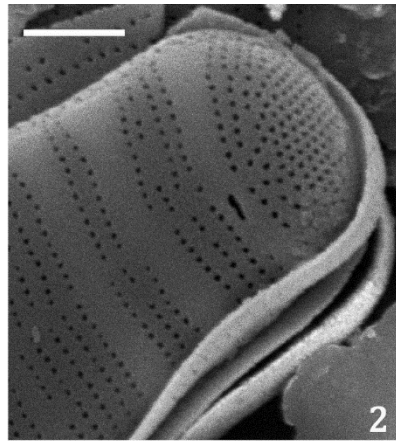
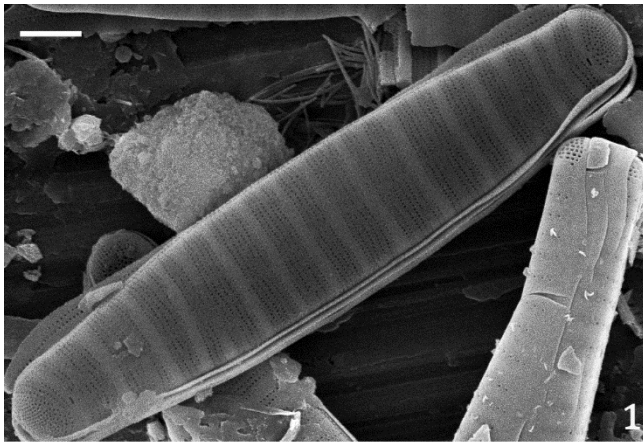


TABLA 11

Sl. 1-3 ×1250, Sl. 4-10 ×1500

Slike 1-10. *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère

Skala = 10 μm

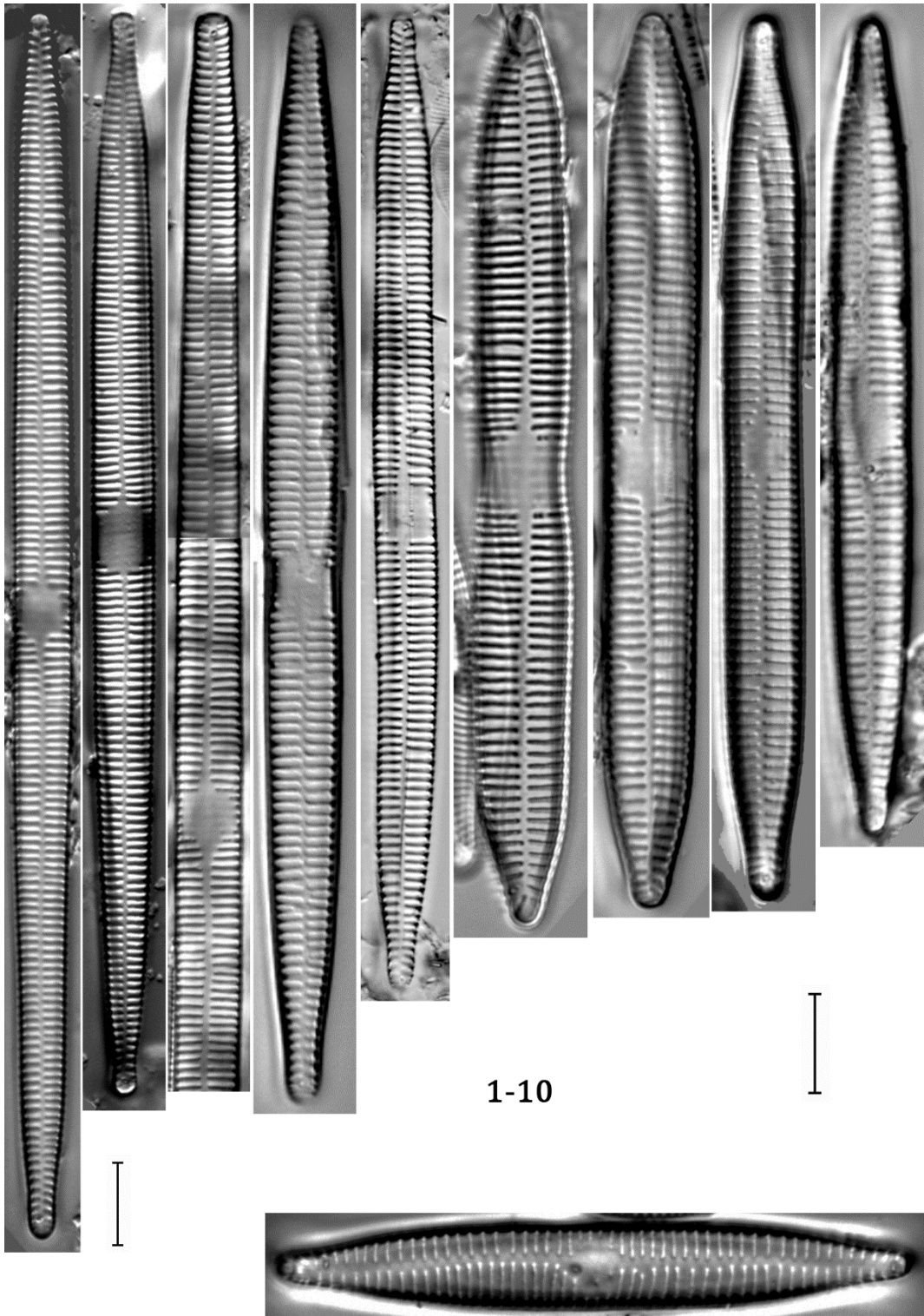


TABLA 12

Sl. 1, 2 ×1250, Sl. 3-5 ×1500

Slike 1, 2. *Ulnaria ulna* var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Aboal

Slika 3. *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal

Slike 4, 5. *Ulnaria capitata* (Ehrenberg) Compère

Slike 6, 7. *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère

Skala na Sl. 1-5, 7 = 10 µm, Sl. 6 5 µm

Slika 6. Detaljan izgled jednog dela valve sa spoljašnje strane

Slika 7. Detaljan izgled centralnog dela valve sa unutrašnje strane

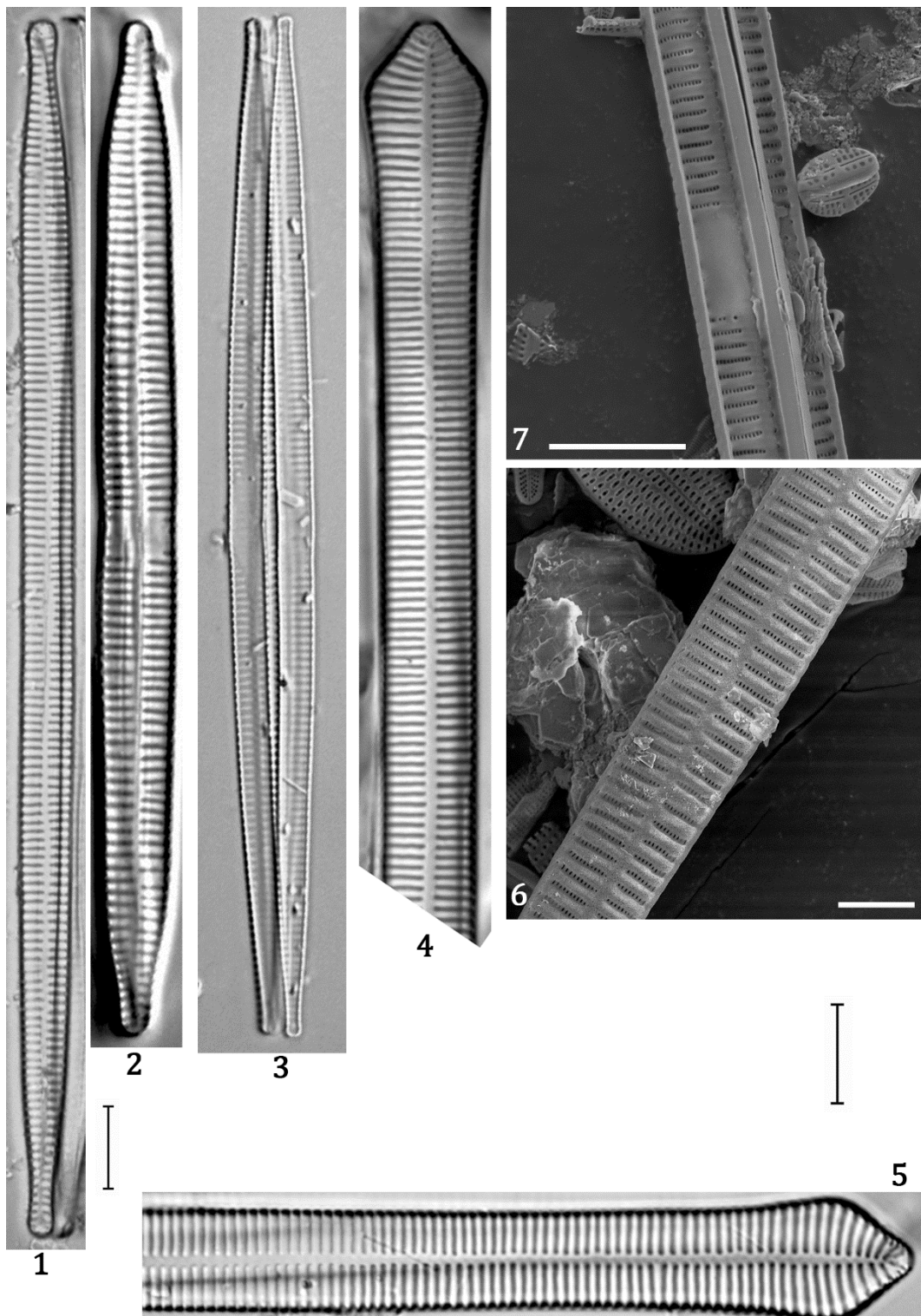


TABLA 13

Sl. 1-44 ×1500

Slika 1. *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams & Round

Slika 2. *Fragilaria* sp. 2

Slike 3, 4. *Fragilaria radians* (C.Agardh) D.M.Williams & Round

Slike 5-9. *Fragilaria capucina* Desmazières

Slike 10-13. *Fragilaria rumpens* (Kützing) G.W.F.Carlson

Slike 14-16. *Fragilaria tenera* (W.Smith) Lange-Bertalot

Slike 17, 18. *Fragilaria gracilis* Østrup

Slike 19-23. *Fragilaria pararumpens* Lange-Bertalot, G.Hofmann & Werum

Slike 24-44. *Fragilaria recapitellata* Lange-Bertalot & Metzeltin

Skala = 10 µm

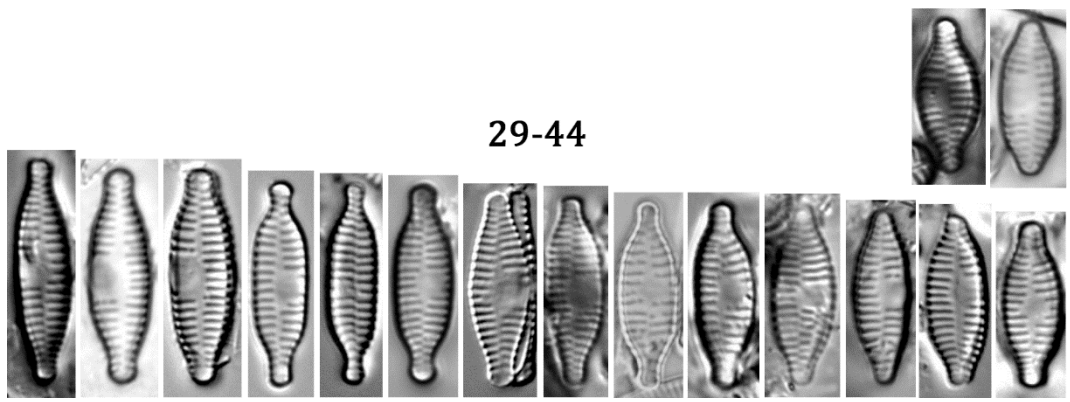
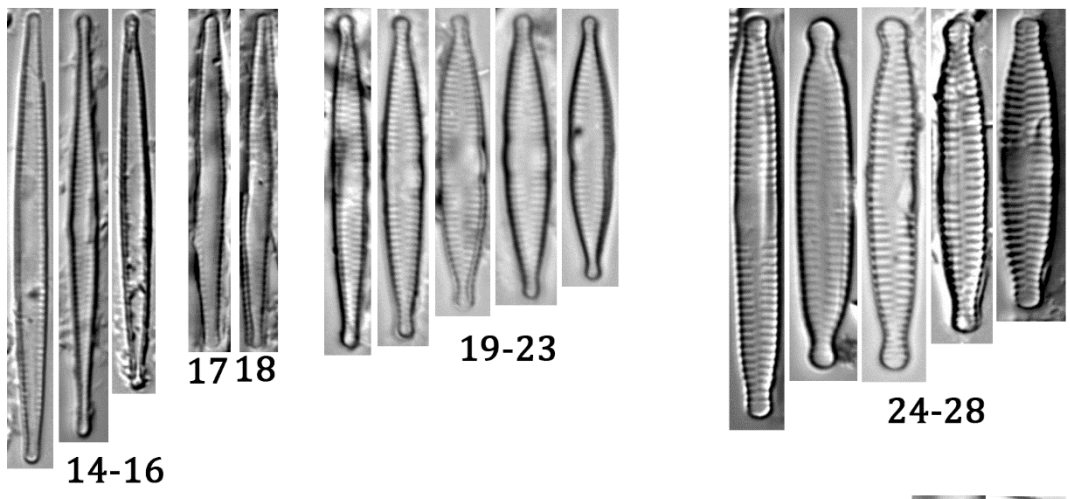
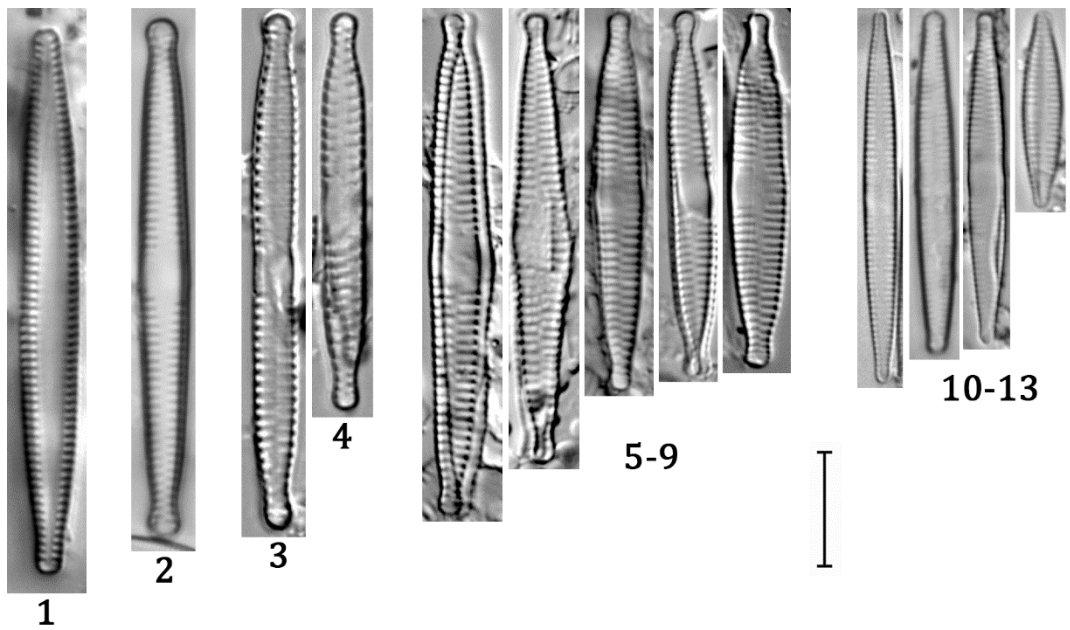


TABLA 14

Sl. 1-26 ×1500

Slike 1-27, 29. *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) J.B.Petersen

Slika 28. **Fragilaria neointermedia* A.Tuji & D.M.Williams

Skala na Sl. 1-26, 28 = 10 μm, Sl. 27, 29 = 5 μm

Slike 27, 29. Spoljašnji izgled valve

Slika 28. Kolonija; pleuralni izgled i unutrašnji izgled valve

*Na svetlosnom mikroskopu teško je razlikovati *F. neointermedia* od *F. vaucheriae*. Osnovna razlika između ova dva taksona je vidljiva na skenirajućem elektronskom mikroskopu. Jedinke *F. vaucheriae* su solitarne, dok su jedinke *F. neointermedia* povezane pomoću izraštaja u koloniju. *F. neointermedia* je zabeležena u reci Raški.

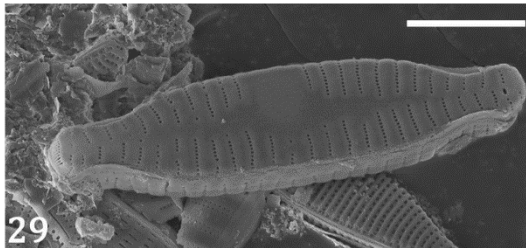
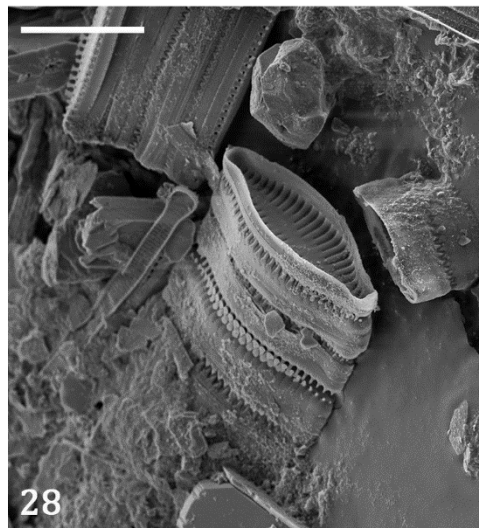
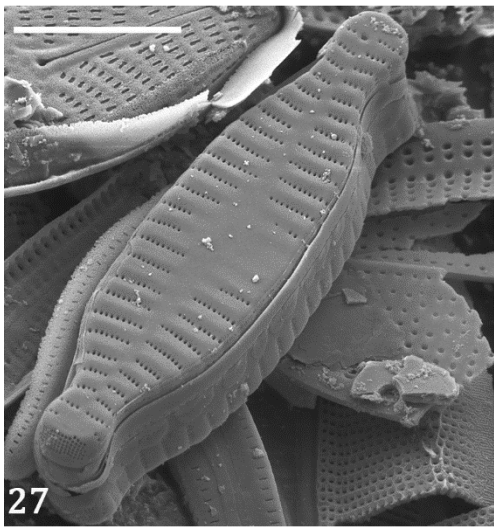
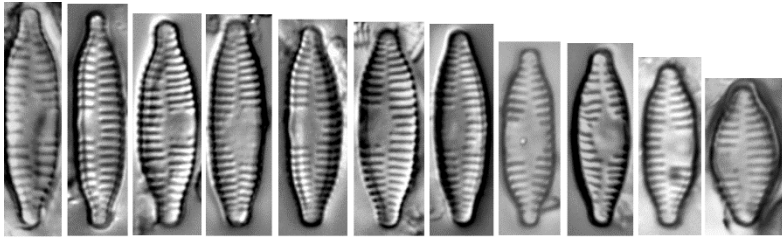
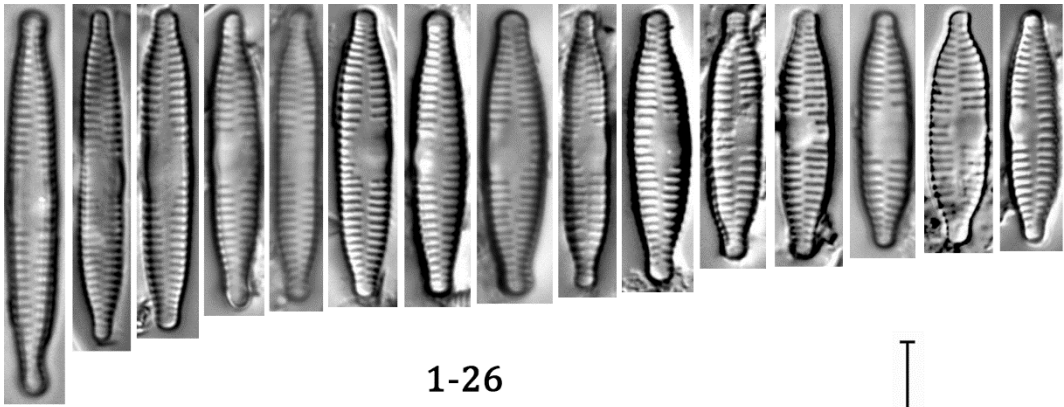


TABLA 15

Sl. 1-31 ×1500

Slika 1. *Eunotia* aff. *minor* (Kützing) Grunow

Slike 2, 3. *Eunotia minor* (Kützing) Grunow

Slika 4. *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt

Slike 5, 6. *Eunotia implicata* Nörpel, Lange-Bertalot & Alles

Slika 7. *Eunotia valida* Hustedt

Slika 8. *Eunotia exigua* (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst

Slike 9-12. *Cocconeis neodiminuta* Krammer

Slike 13-19. *Eucoconeis laevis* (Østrup) Lange-Bertalot

Slike 20-22. *Cocconeis pseudothumensis* E.Reichardt

Slike 23-31. *Cocconeis pediculus* Ehrenberg

Skala = 10 µm

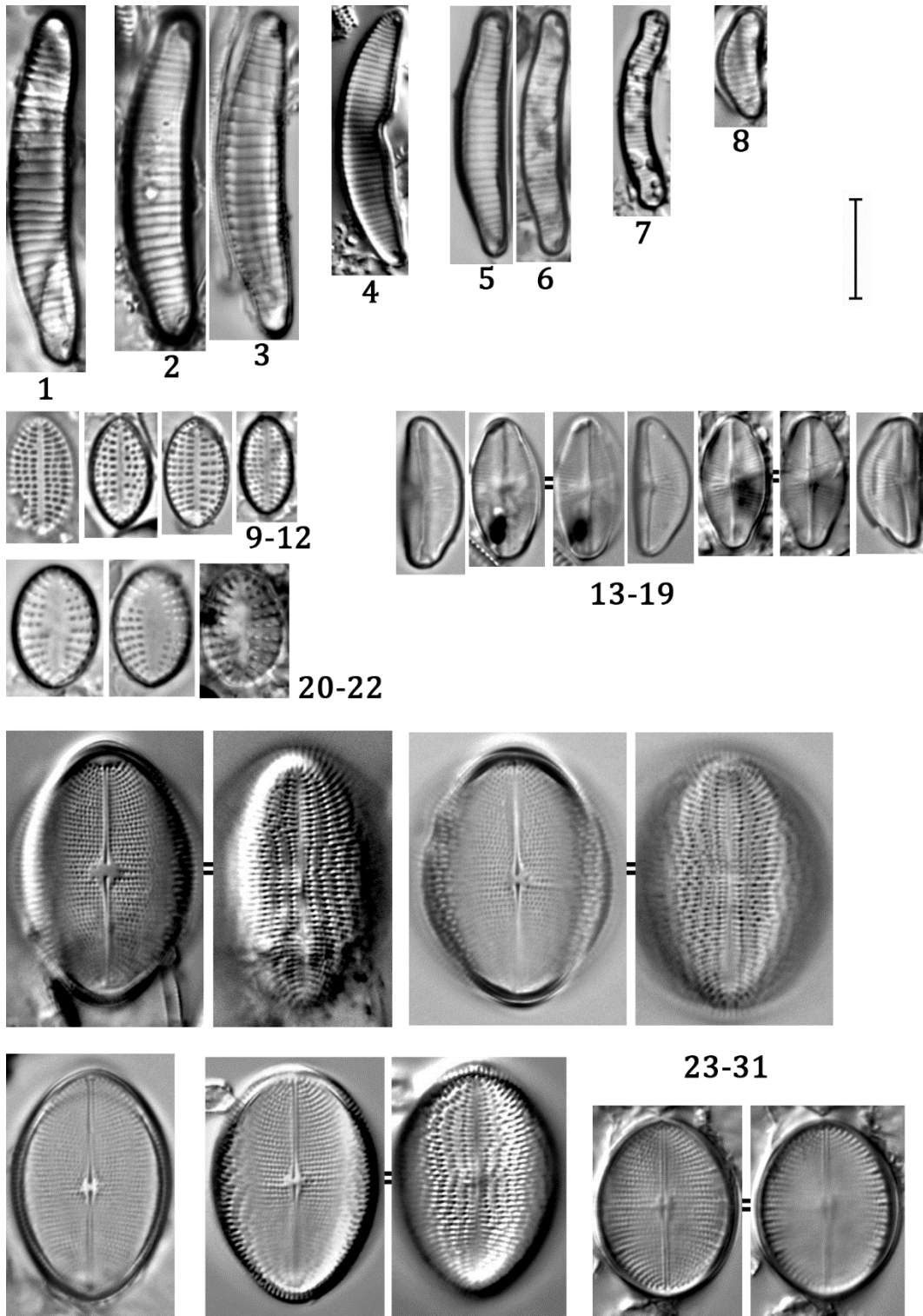


TABLA 16

Sl. 1-24 ×1500

Slike 1, 2. *Cocconeis placentula* Ehrenberg

Slike 3-5. *Cocconeis euglypta* Ehrenberg

Slike 6-24. *Cocconeis lineata* Ehrenberg

Skala = 10 μm

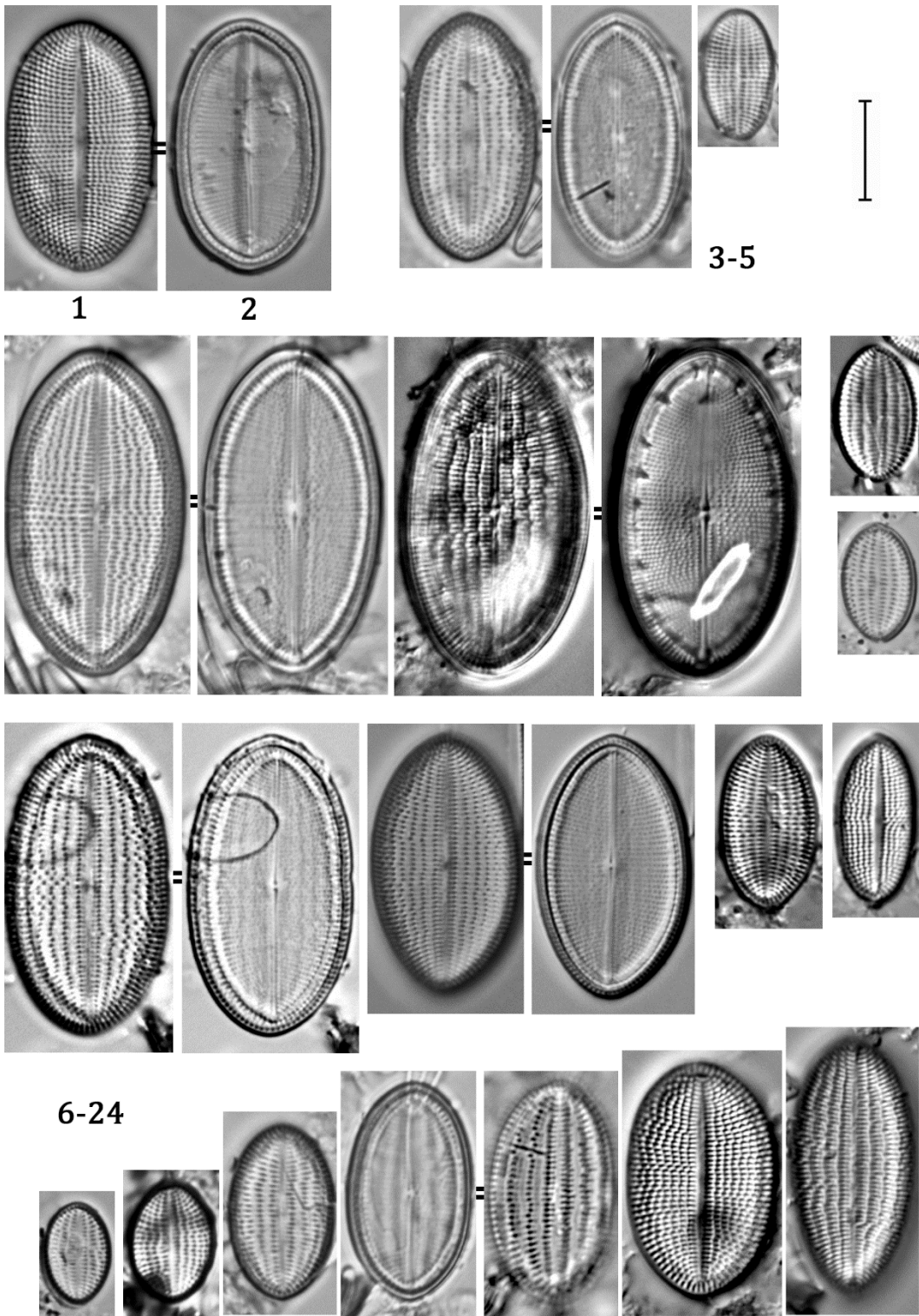


TABLA 17

Sl. 1-15 ×1500

Slike 1-15, 20, 21. *Cocconeis pseudolineata* (Geitler) Lange-Bertalot

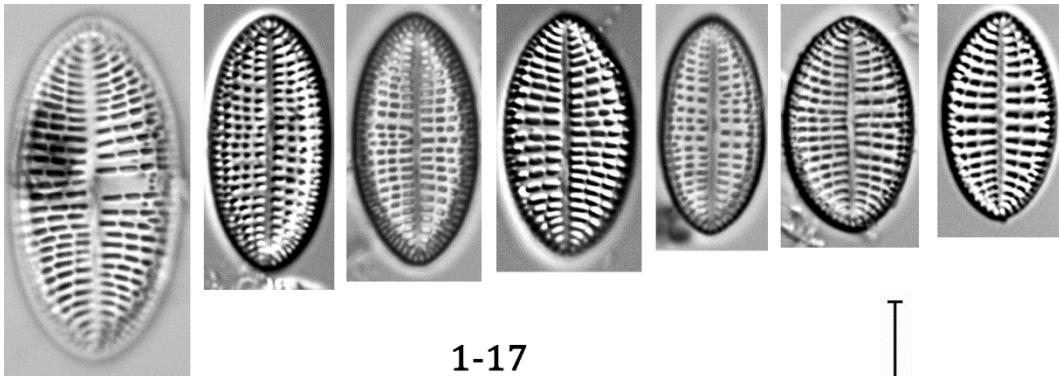
Slike 18, 19. *Cocconeis lineata* Ehrenberg

Skala na Sl. 1-15, 20 = 10 µm, Sl. 18-20 = 5 µm

Slika 18. Spoljašnji izgled valve sa rafom

Slike 19, 21. Unutrašnji izgled valve bez rafe

Slike 20. Spoljašnji izgled valve bez rafe



1-17

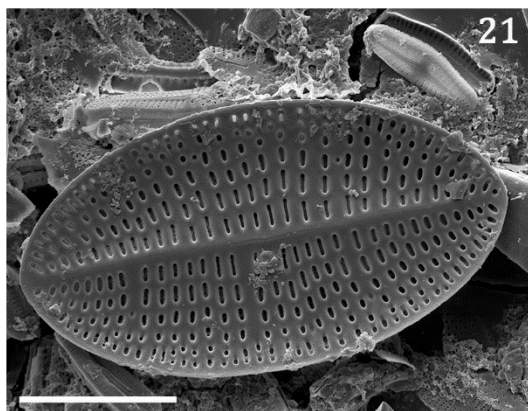
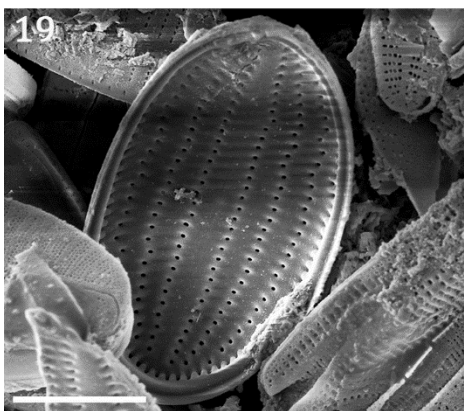
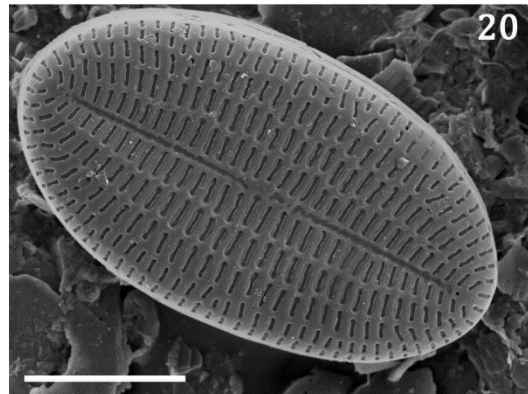
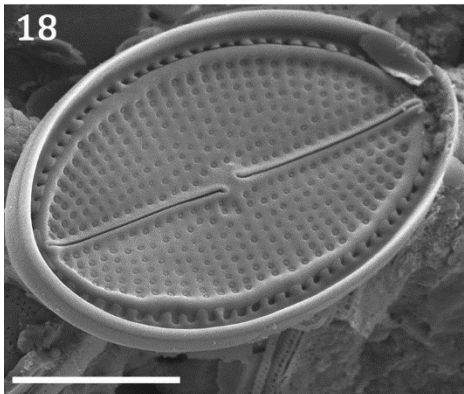
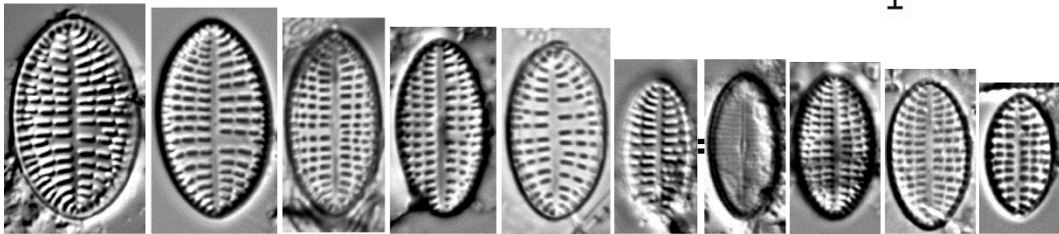


TABLA 18

Sl. 1-28 $\times 1500$

Slike 1-33. *Achnantheidium pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi

Skala na Sl. 1-28 = 10 μm , Sl. 29-31, 33 2 μm , Sl. 33 5 μm

Slike 29, 32. Spoljašnji izgled valve sa rafom

Slike 30, 33. Spoljašnji izgled valve bez rafe

Slika 31. Pleuralni izgled

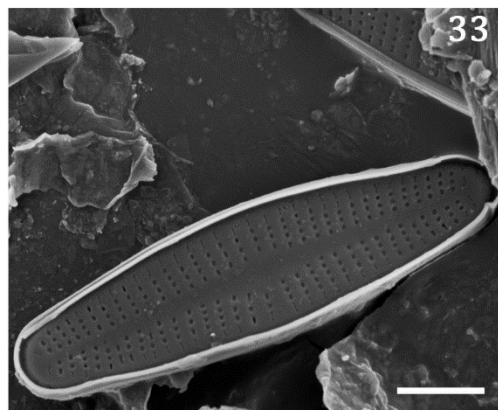
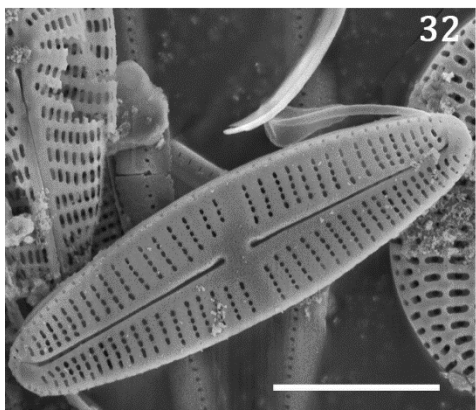
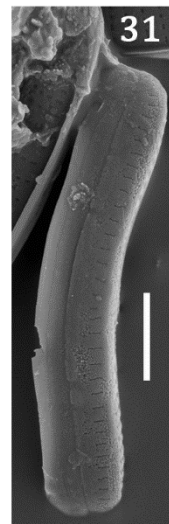
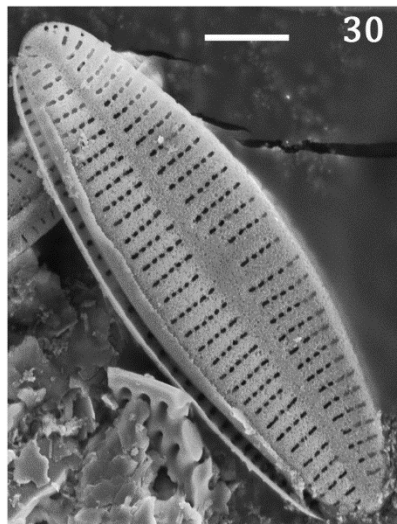
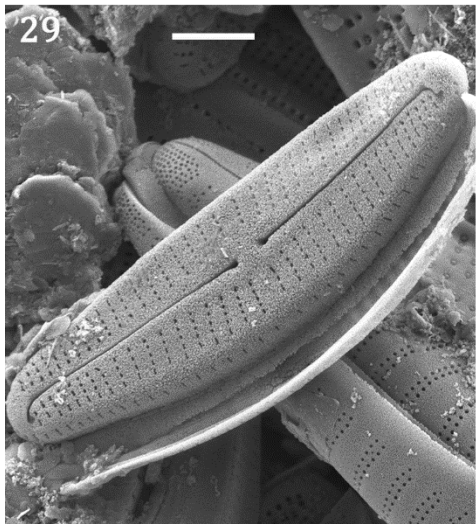
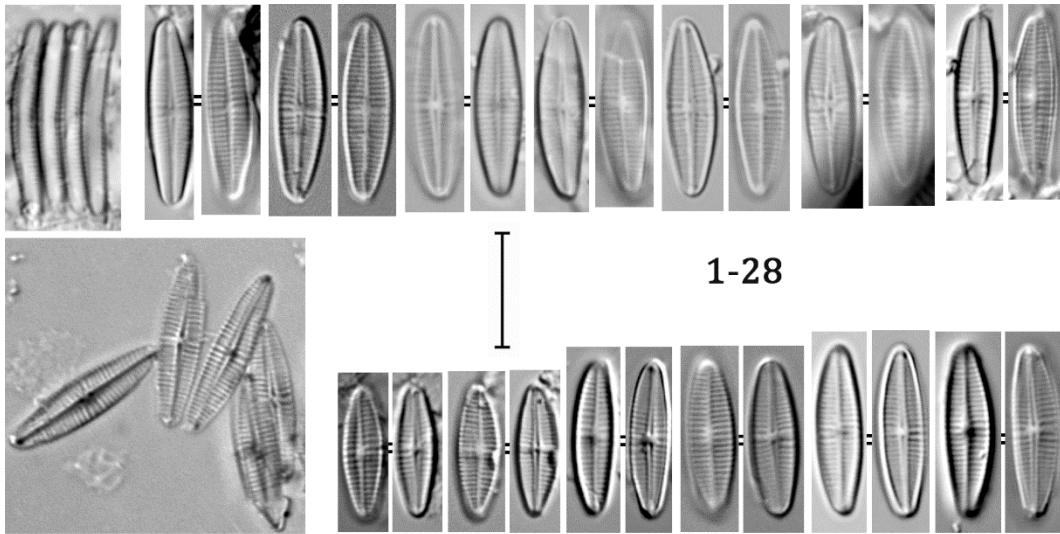


TABLA 19

Sl.

Slika 1. *Achnantheidium latecephalum* H.Kobayasi

Slike 2, 3. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

Slika 4. *Achnantheidium pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi

Slike 5, 6. *Achnantheidium jackii* Rabenhorst

Skala na Sl. 1, 3 = 5 μm , Sl. 2, 4, 5 = 2 μm , Sl. 6 = 500 nm

Slike 1-5. Spoljašnji izgled valve sa rafom

Slika 6. Detaljan izgled centralne zone na valvi sa rafom

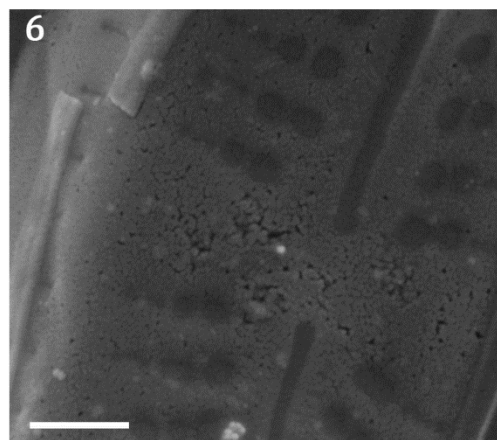
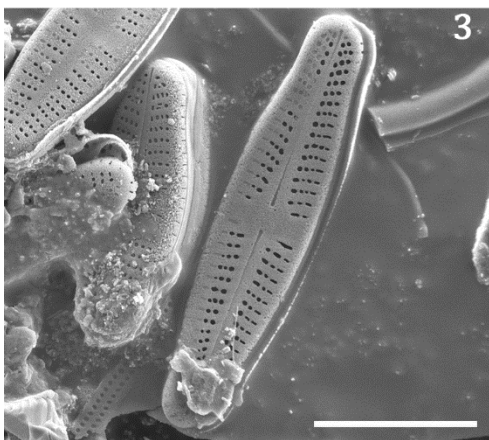
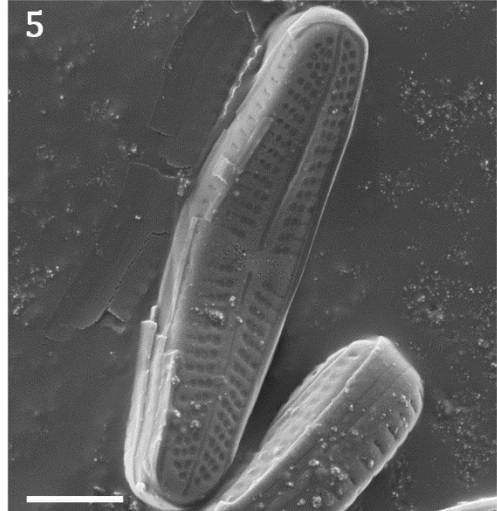
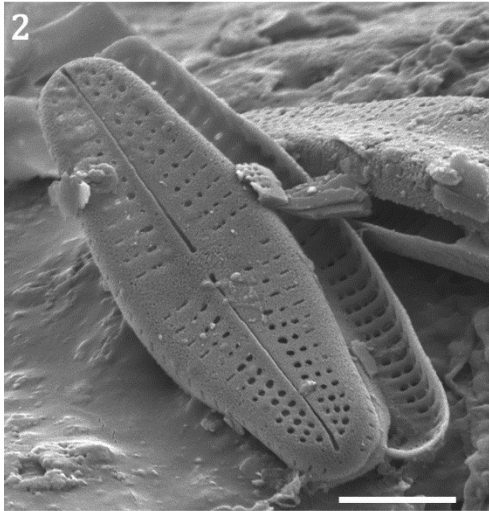
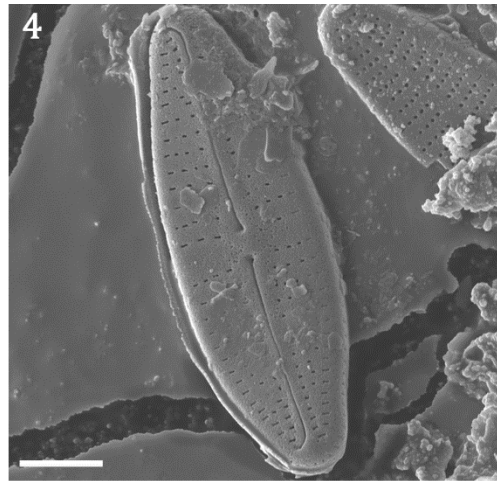
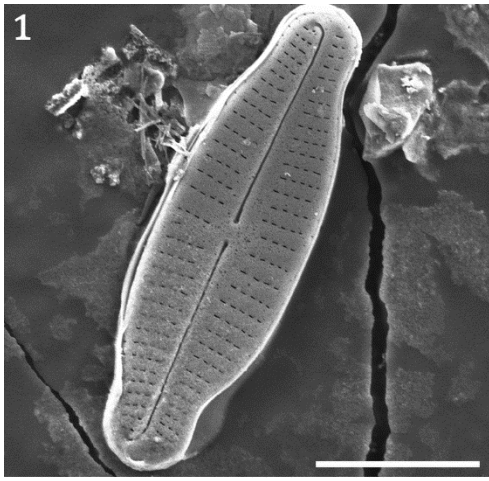


TABLA 20

Sl. 1-91 ×1500

Slika 1. *Achnanthes coarctata* (Brébisson ex W.Smith) Grunow**Slike 2-26.** *Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki**Slike 27-35.** *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki**Slike 36-41.** *Achnanthidium jackii* Rabenhorst**Slike 42-47.** *Achnanthidium latecephalum* H.Kobayasi**Slike 48, 49.** *Achnanthidium exile* (Kützing) Heiberg**Slike 50, 51.** *Achnanthidium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**Slike 52, 53.** *Achnanthidium caledonicum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**Slike 54-59.** *Achnanthidium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot & Ector**Slike 60-64.** *Achnanthidium crassum* (Hustedt) Potapova & Ponader**Slike 65-70.** *Achnanthidium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot**Slike 71-74.** *Achnanthidium straubianum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**Slika 75.** *Platessa montana* (Krasske) Lange-Bertalot**Slike 76-81.** *Psammothidium daonense* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**Slike 82, 83.** *Psammothidium subatomoides* (Hustedt) Bukhtiyarova & Round**Slike 84-89.** *Psammothidium lauenburgianum* (Hustedt) Bukhtiyarova & Round**Slike 90, 91.** *Psammothidium grischunum* (Wuthrich) Bukhtiyarova & Round

Skala = 10 µm

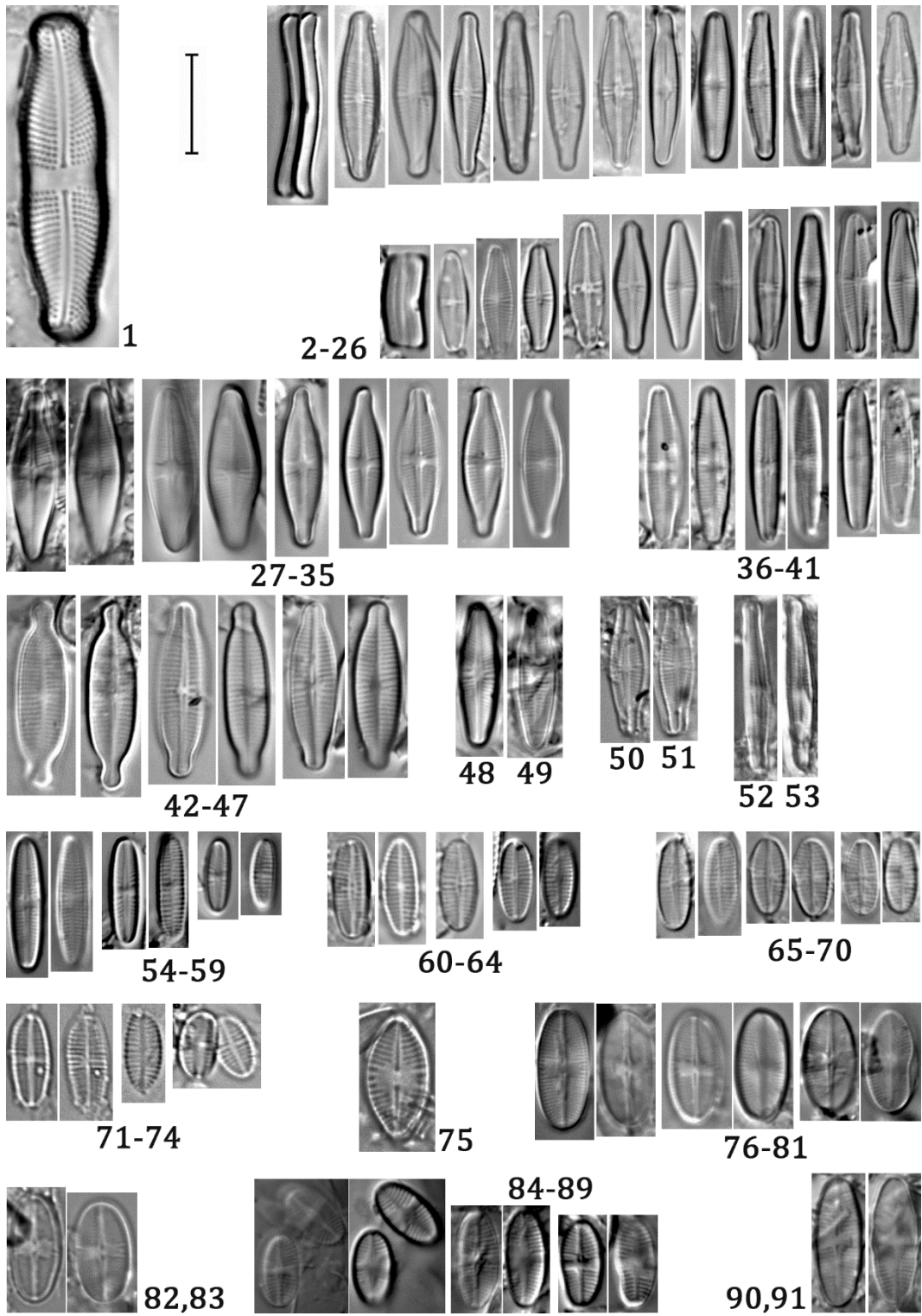


TABLA 21

Sl. 1-54 ×1500

Slike 1-9. *Psammothidium bioretii* (H.Germain) Bukhtiyarova & Round

Slike 10, 11. *Planothidium haynaldii* (Schaarschmidt) Lange-Bertalot

Slike 12-15. *Planothidium biporomum* (M.H.Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot

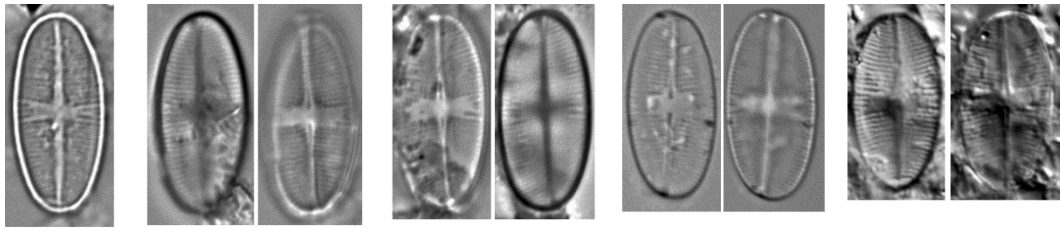
Slike 16-20. *Planothidium dubium* (Grunow) Round & Bukhtiyarova

Slike 21-32. *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

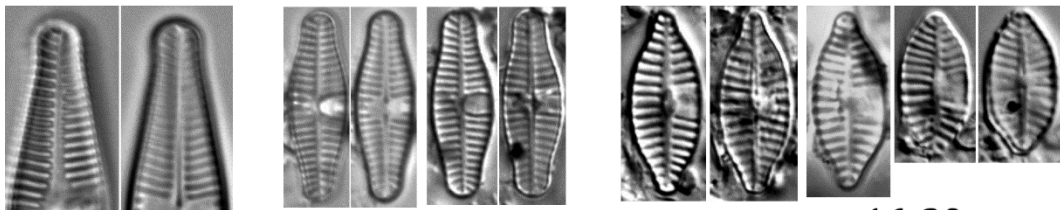
Slike 33-52. *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot

Slike 53, 54. *Planothidium* sp.

Skala = 10 µm

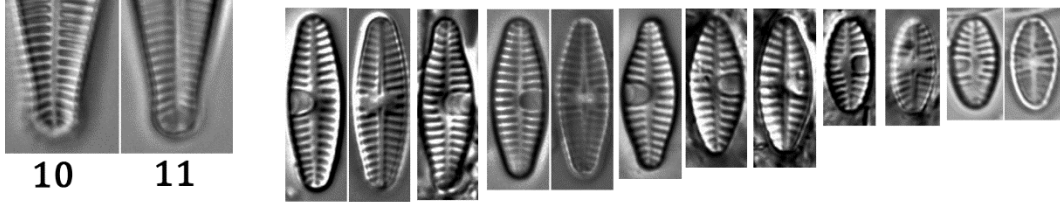


1-9



12-15

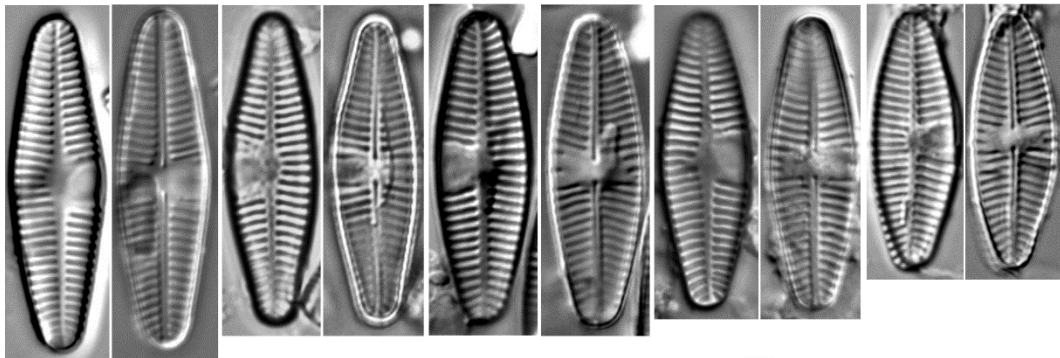
16-20



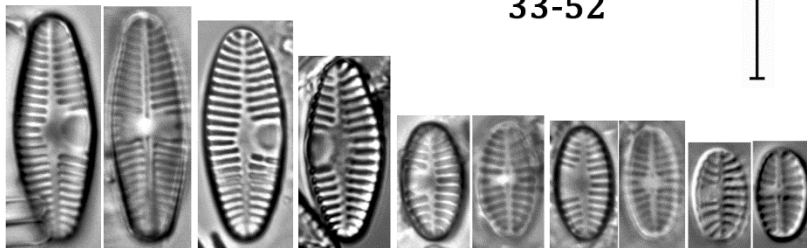
10

11

21-32



33-52



53

54

TABLA 22

Slike 1, 2. *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

Slika 3. *Planothidium dubium* (Grunow) Round & Bukhtiyarova

Slika 4- 6. *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1, 5 = 5 μm , Sl. 2-4, 6 = 2 μm

Slike 1, 2. Unutrašnja strana valve bez rafe

Slike 3, 5 Spoljašnja strana valve bez rafe

Slika 4. Spoljašnja strana valve sa rafom

Slika 6. Detaljan izgled centralne zone na valvi bez rafe

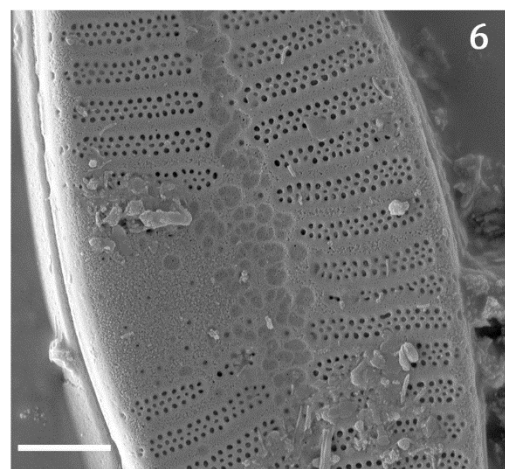
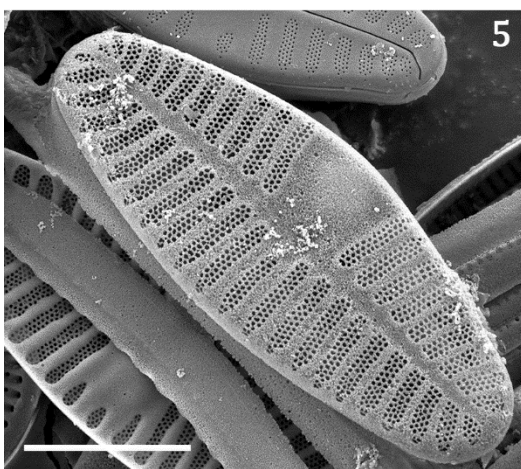
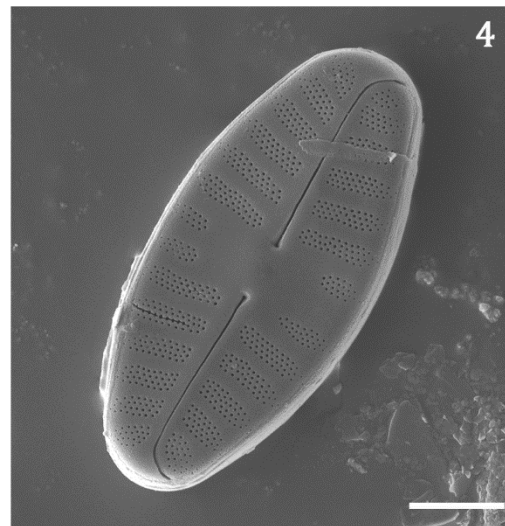
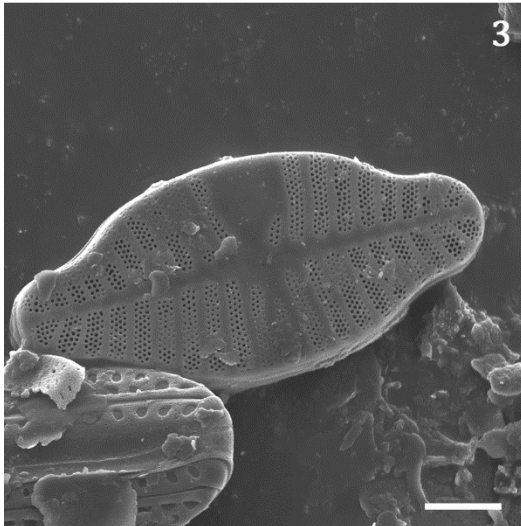
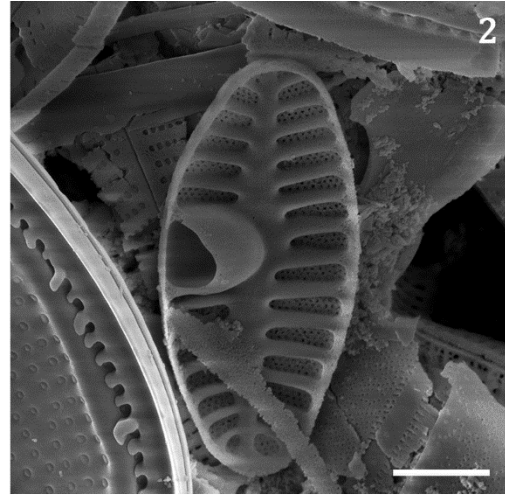
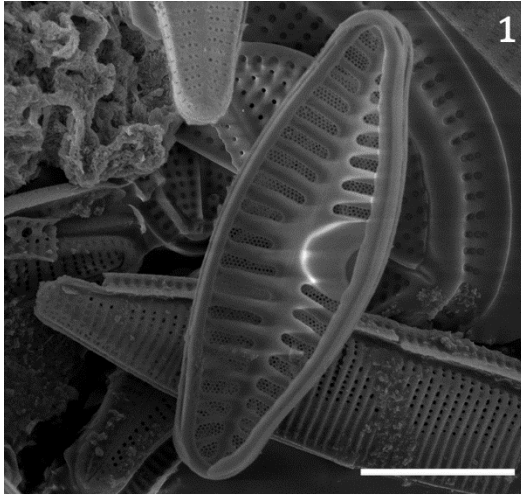


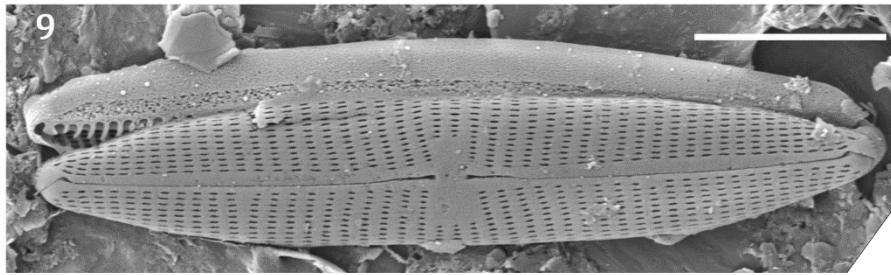
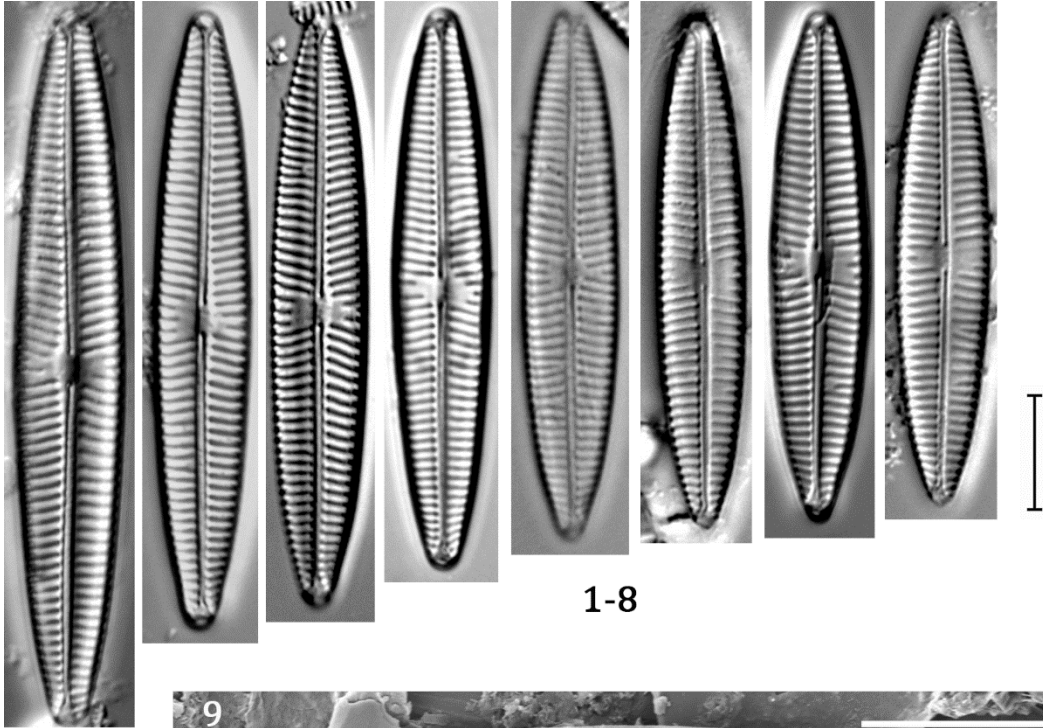
TABLA 23

Sl. 1-8, 10-18 ×1500

Slike 1-18. *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory

Skala = 10 μm

Slika 9. Spoljašnji izgled valve



10-18

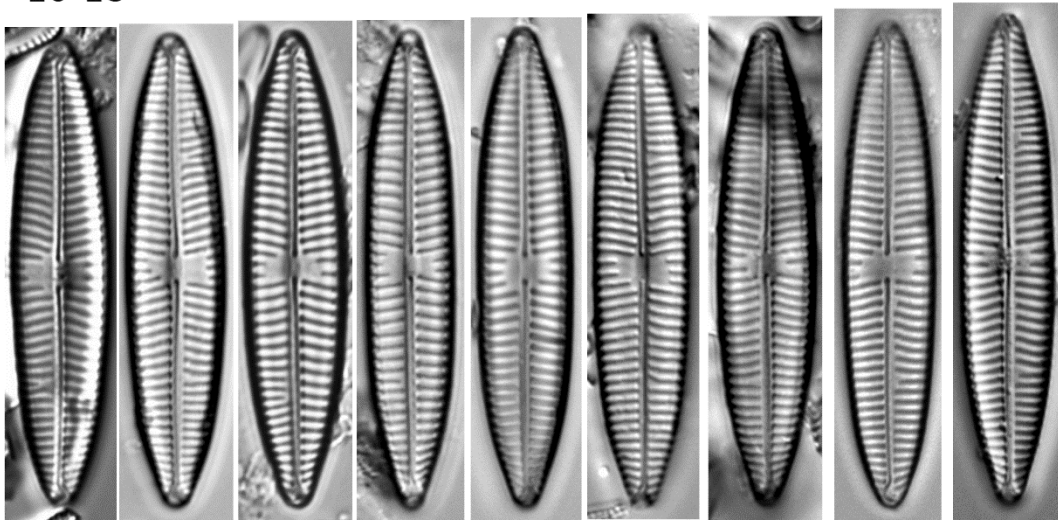


TABLA 24

Sl. 1-28 ×1500

Slike 1-19. *Navicula splendicula* VanLandingham

Slike 20-22. *Navicula oppugnata* Hustedt

Slike 23-26. *Navicula praeterita* Hustedt

Slika 27. *Navicula moenofranconica* Lange-Bertalot

Slika 28. *Navicula recens* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

Skala = 10 µm

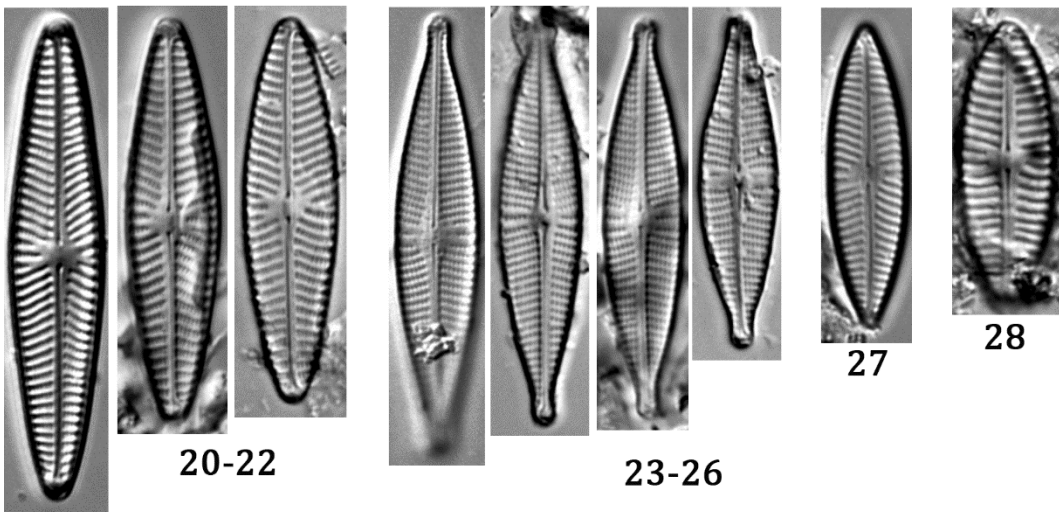
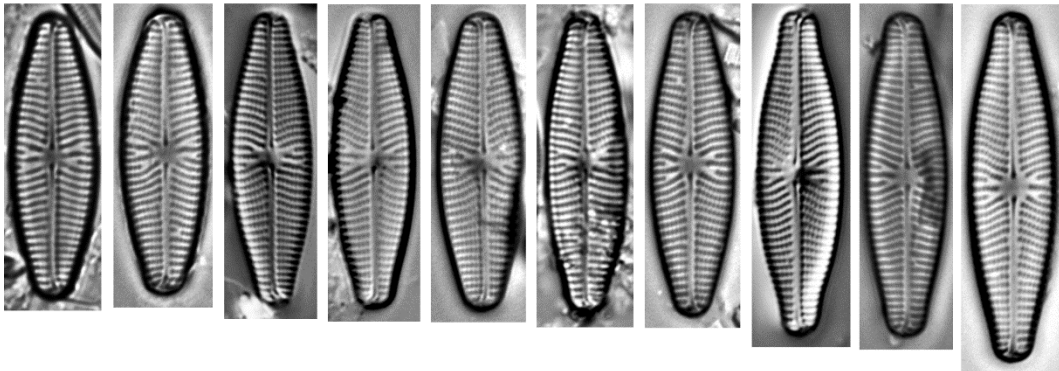
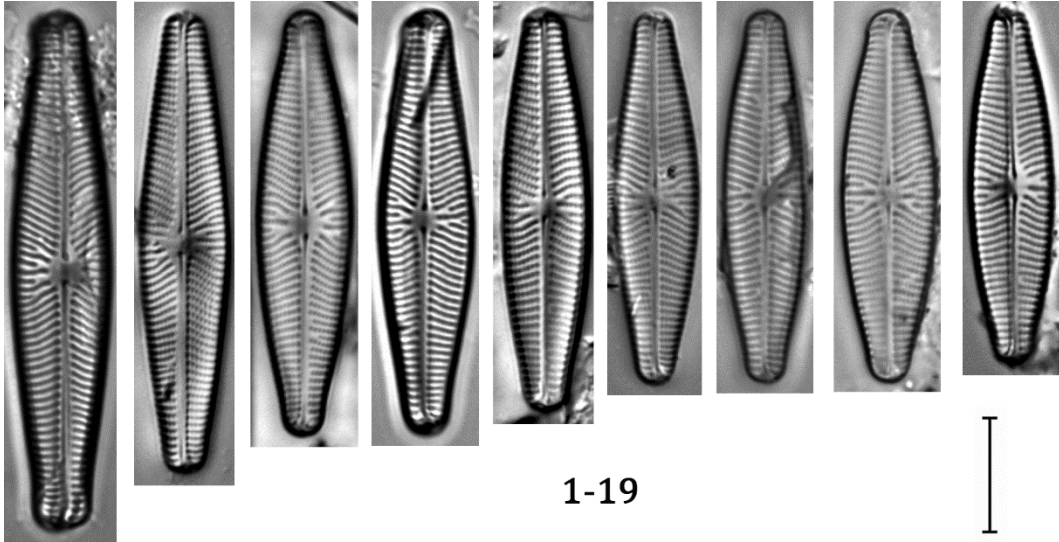


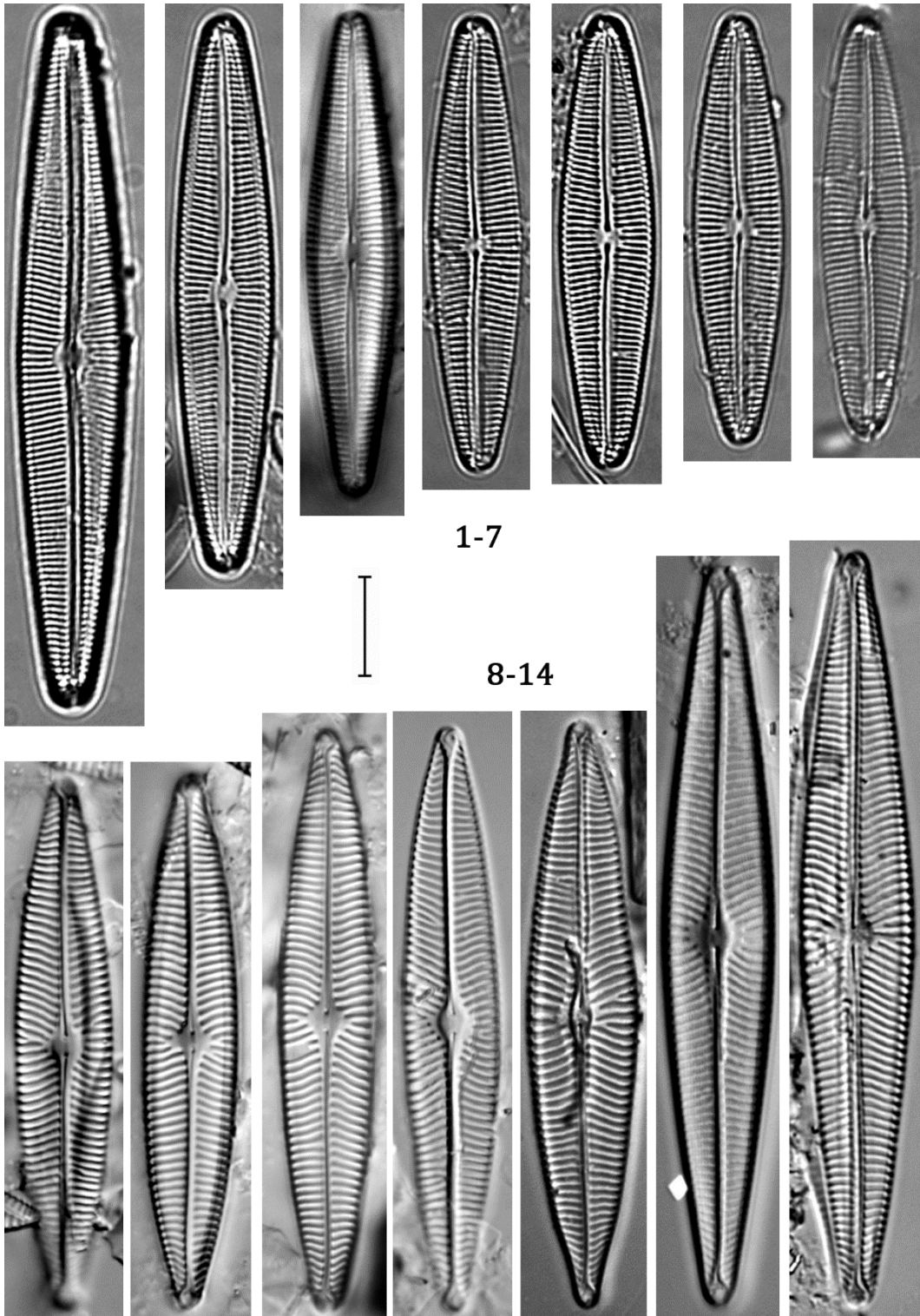
TABLA 25

Sl. x1500

Slike 1-7. *Navicula jakovljevicii* Hustedt

Slike 8-14. *Navicula radiosa* Kützing

Skala = 10 µm



1-7

8-14

TABLA 26

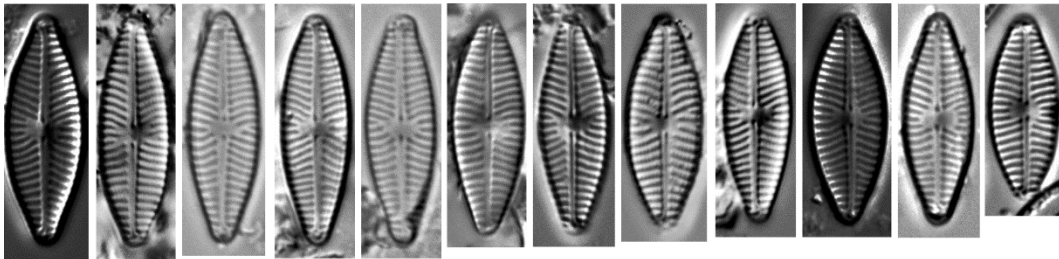
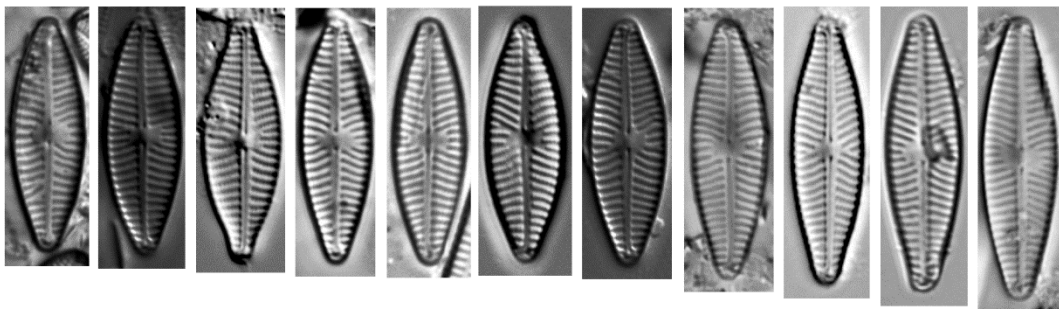
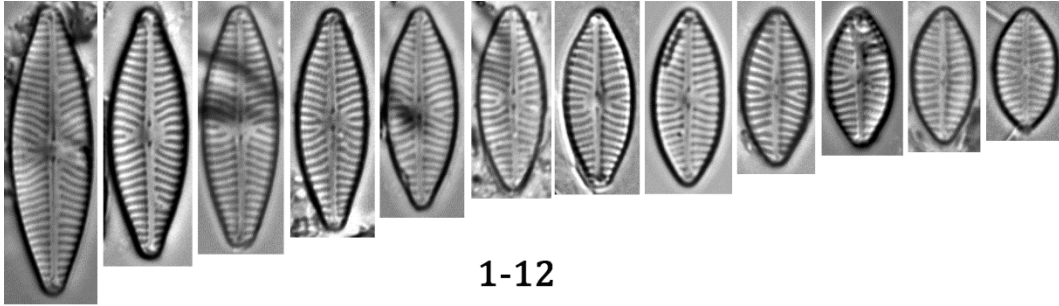
Sl. 1-43 ×1500

Slike 1-12. *Navicula antonii* Lange-Bertalot

Slike 13-35. *Navicula moskalii* Metzeltin, Witkowski & Lange-Bertalot

Slike 36-43. *Navicula catalanogermanica* Lange-Bertalot & G.Hofmann

Skala = 10 μm



13-35

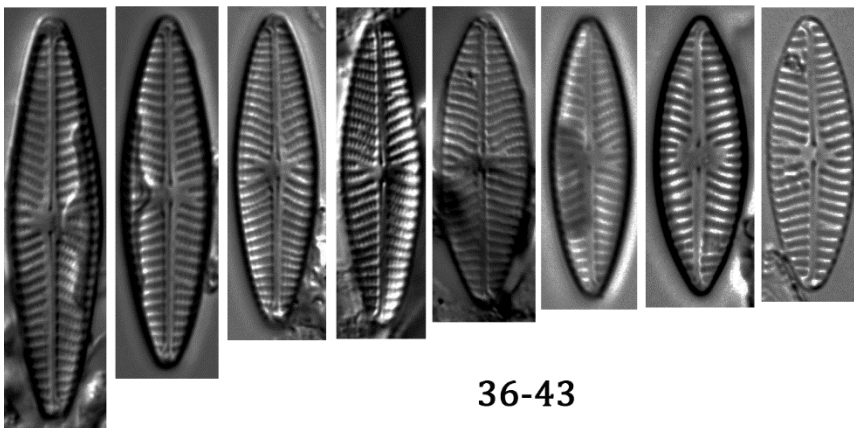


TABLA 27

Sl. 1-66 ×1500

Slike 1-14. *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot

Slike 15, 16. *Navicula exilis* Kützing

Slike 17-19. *Navicula veneta* Kützing

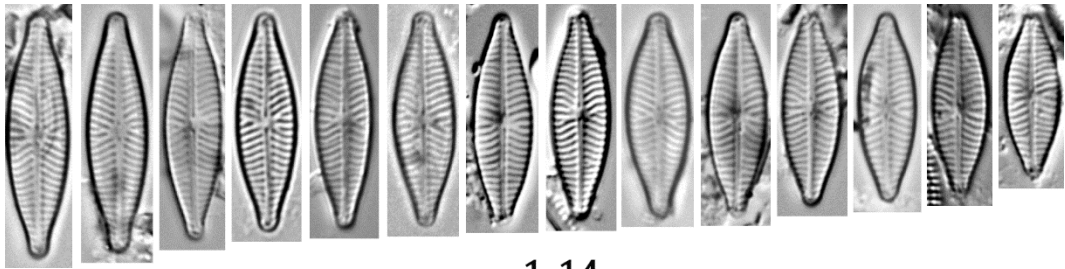
Slike 20-26. *Navicula cryptocephala* Kützing

Slike 27-50. *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot

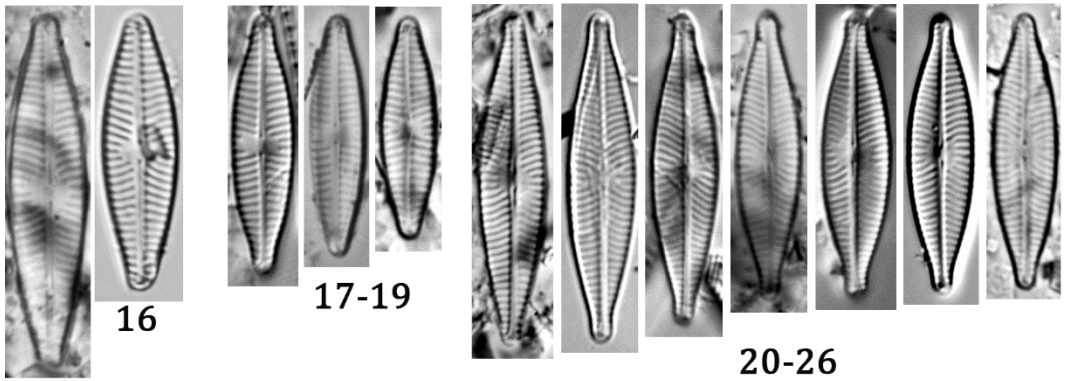
Slike 51-60. *Navicula cryptotenelloides* Lange-Bertalot

Slike 61-66. *Navicula* sp. 7

Skala = 10 µm



1-14

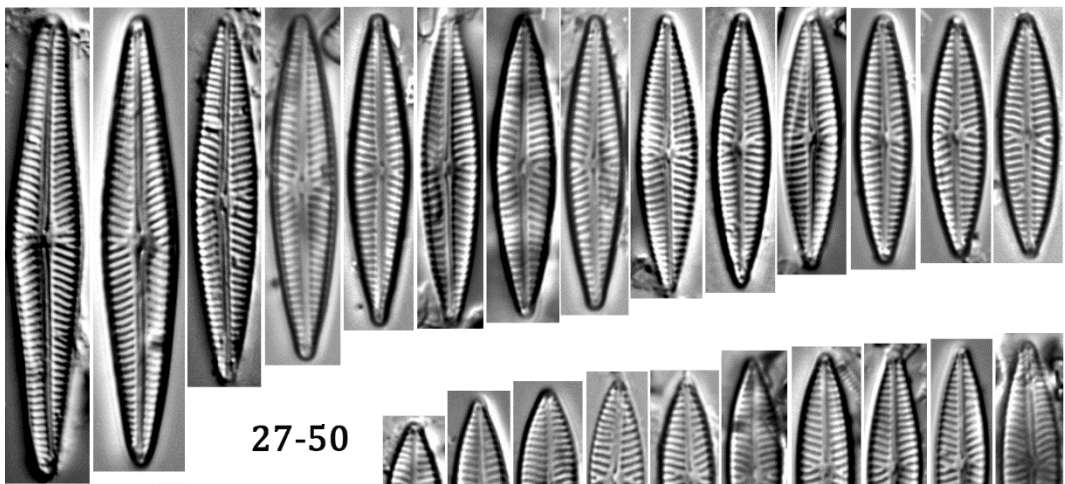


15

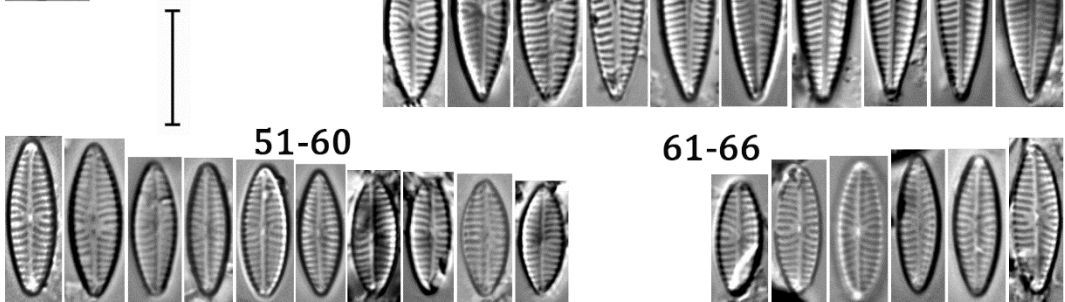
16

17-19

20-26



27-50



51-60

61-66

TABLA 28

Sl. 1-31 ×1500

Slike 1-4. *Navicula trivialis* Lange-Bertalot

Slika 5. *Navicula oligotrphenta* Lange-Bertalot & G.Hofmann

Slike 6, 7. *Navicula subrhynchocephala* Hustedt

Slika 8. *Navicula stankovicii* Hustedt

Slike 9-15. *Navicula capitatoradiata* H.Germain ex Gasse

Slike 16-31. *Navicula gregaria* Donkin

Skala = 10 μm

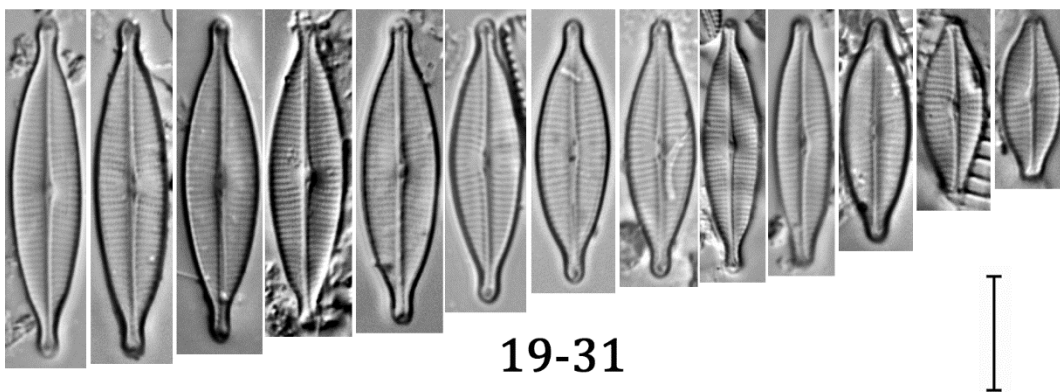
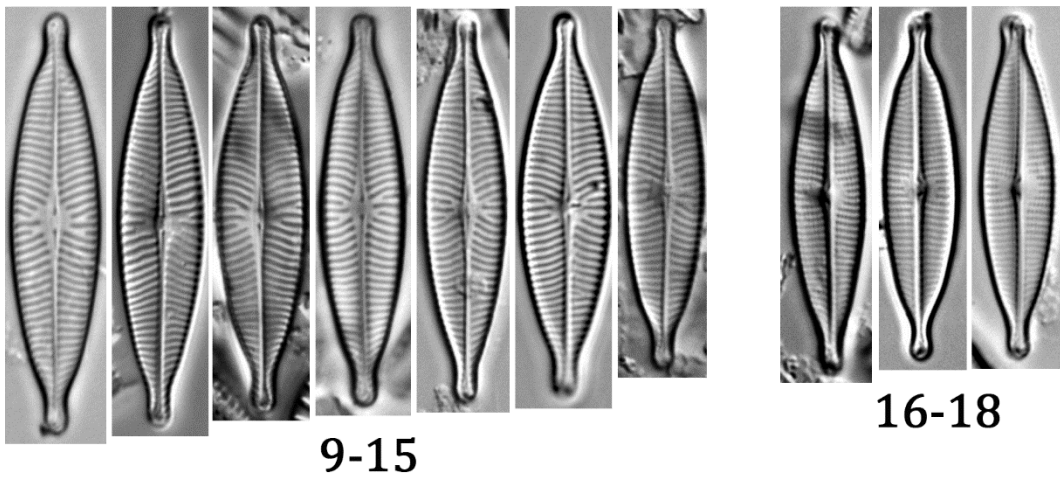
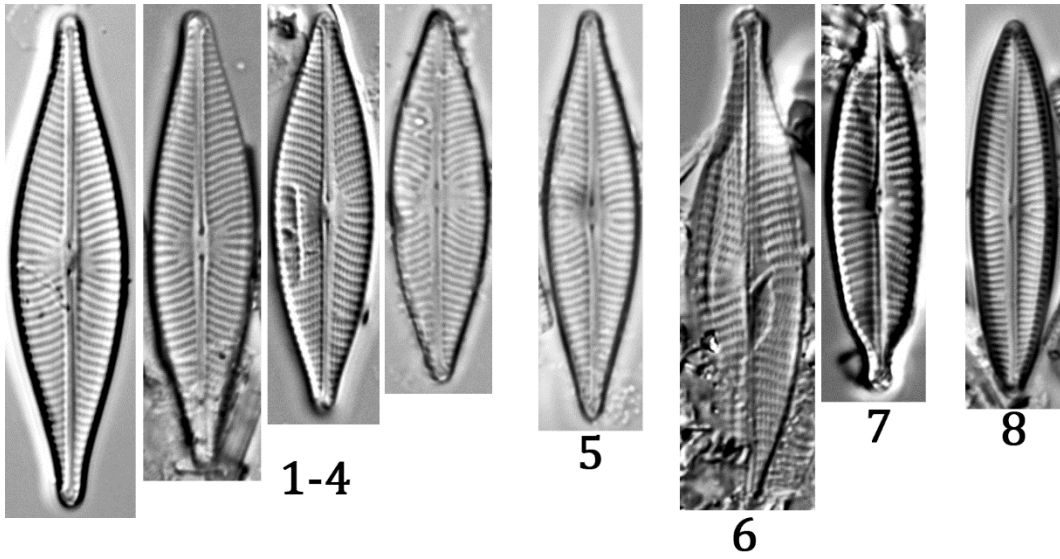


TABLA 29

Sl. 1-25 ×1500

Slike 1-4. *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg

Slike 5-13. *Navicula viridulacalcis* Lange-Bertalot

Slika 14. *Navicula libonensis* Schoeman

Slika 15. *Navicula wiesneri* Lange-Bertalot

Slike 16-19. *Navicula tenelloides* Hustedt

Slike 20, 21. *Navicula kotschyi* Grunow

Slika 22. *Navicula grimmei* var. *rostellata* Hustedt

Slika 23. *Navicula* sp. 6

Slike 24, 25. *Navicula* sp. 10

Skala = 10 µm

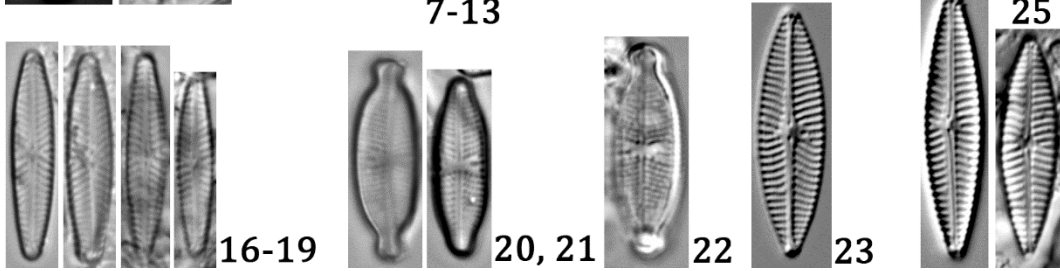
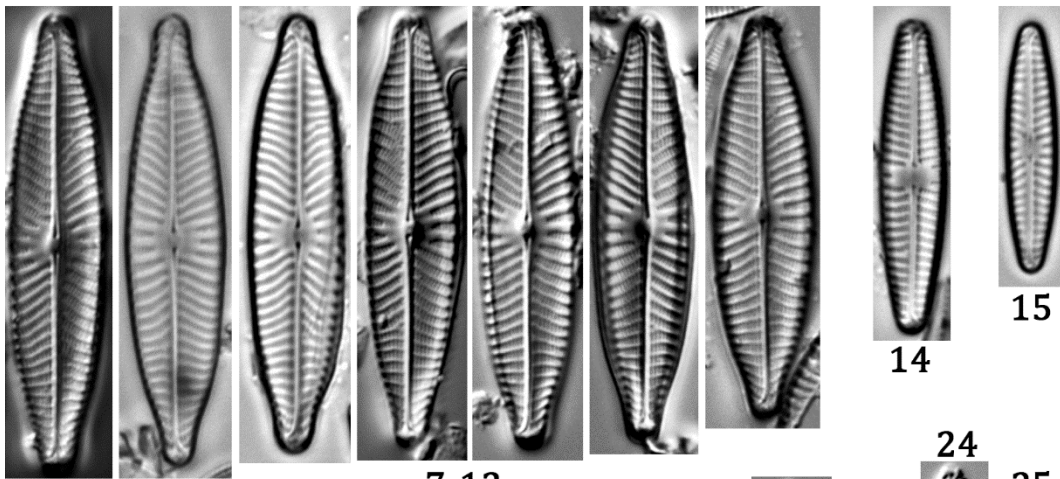
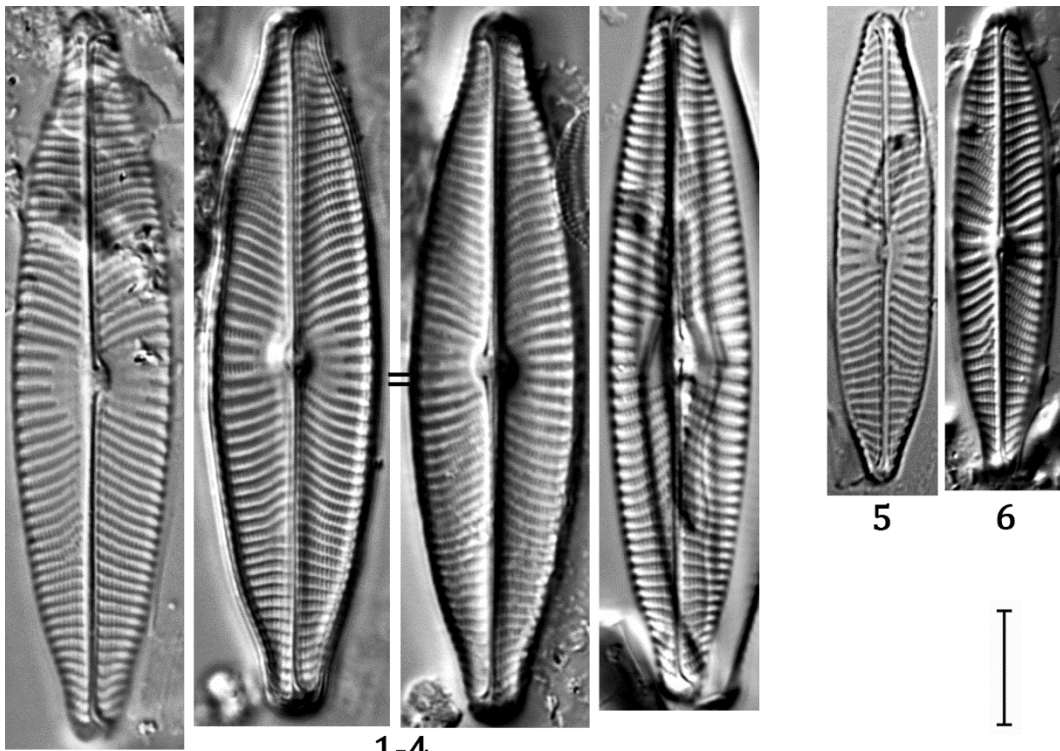


TABLA 30

Sl. 1-9 $\times 1500$

Slike 1-10. *Navicula lanceolata* Ehrenberg

Skala na Sl. 1-9 = 10 μm , Sl. 10 = 2 μm

Slika 10. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

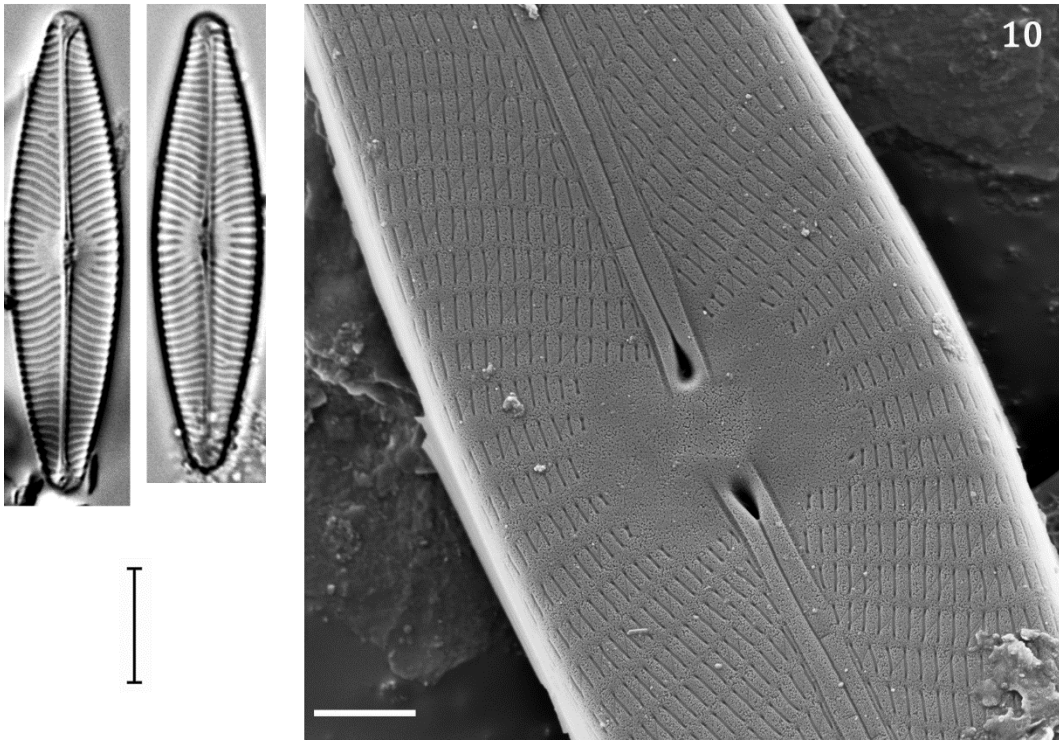
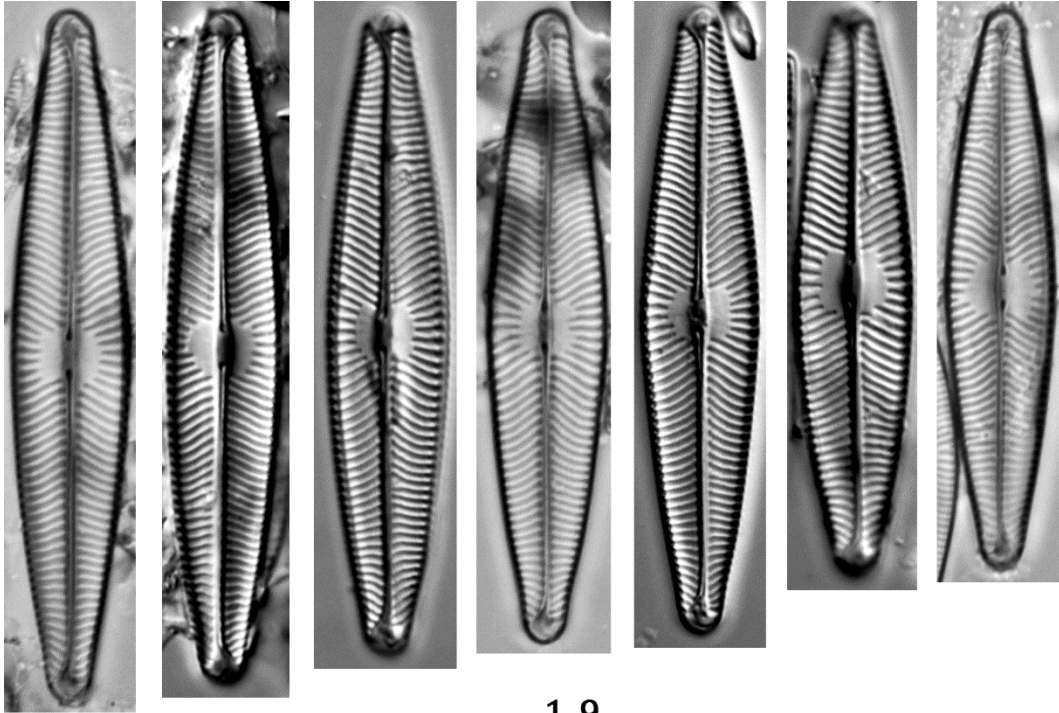


TABLA 31

Slike 1, 2. *Navicula antonii* Lange-Bertalot

Slike 3, 4. *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot

Slike 5, 6. *Navicula cryptocephala* Kützing

Skala na Sl. 1, 2, 6 = 2 μ m, Sl. 3, 5 = 5 μ m, Sl. 4 = 1 μ m

Slike 1, 3, 5. Spoljašnji izgled valve

Slike 2, 4, 6. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

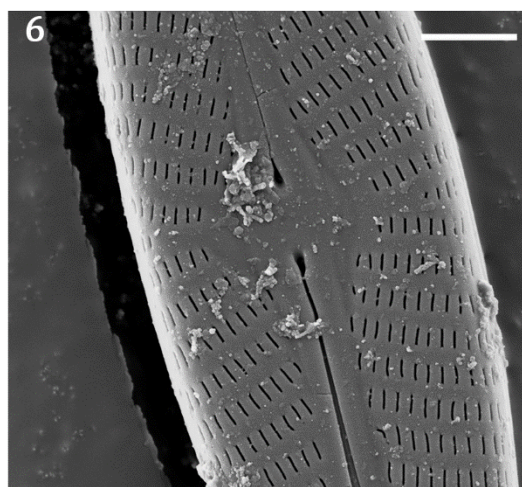
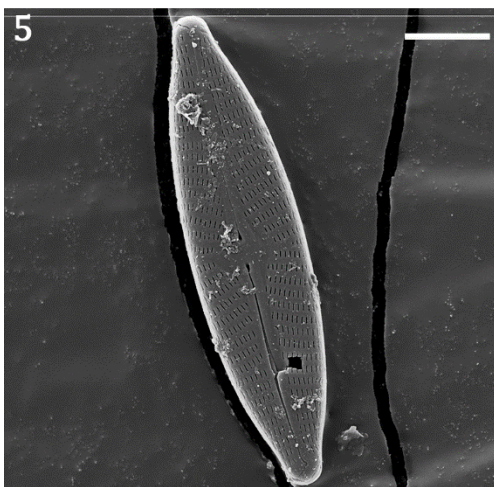
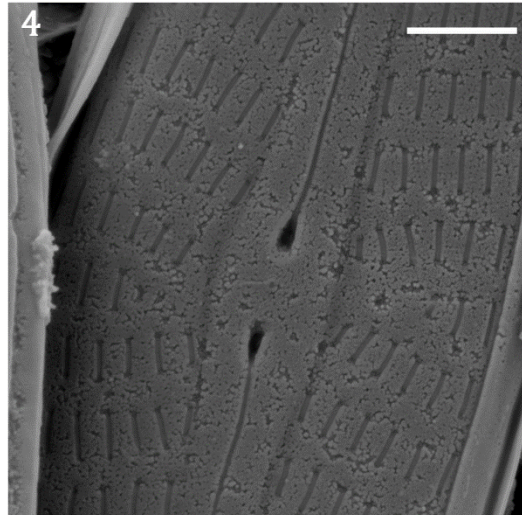
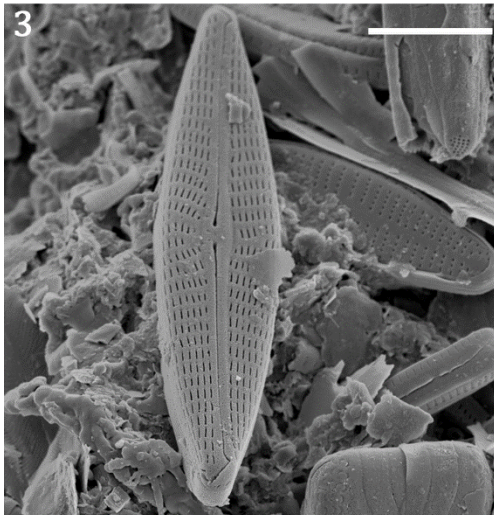
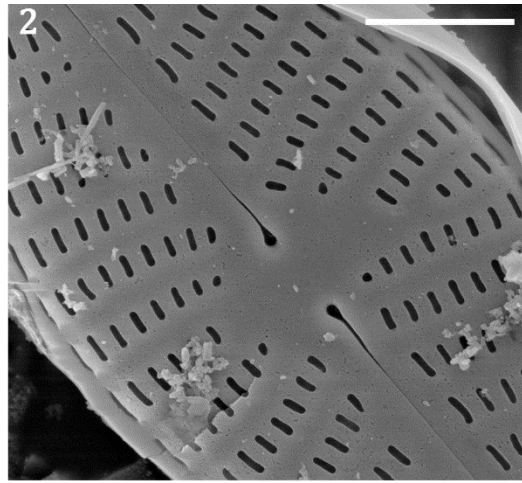
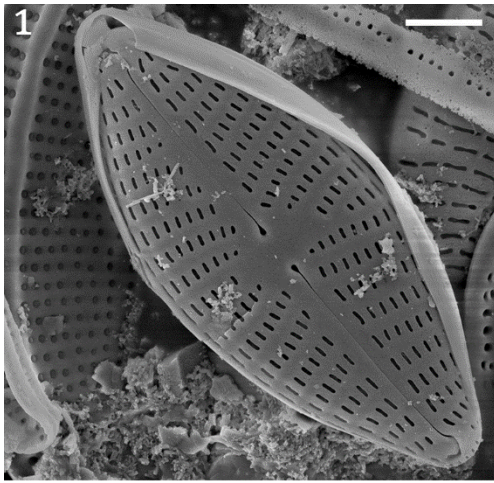


TABLA 32

Slike 1, 2. *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot

Slike 3-6. *Navicula gregaria* Donkin

Skala na Sl. 1, 3, 5 = 5 μm , Sl. 2 = 1 μm , Sl. 4, 6 = 2 μm

Slike 1, 3. Spoljašnji izgled valve

Slike 2, 4. Detaljan izgled centralne zone sa spoljšnje strane valve

Slika 5. Unutrašnji izgled valve

Slika 6. Detaljan izgled kraja valve sa unutrašnje strane

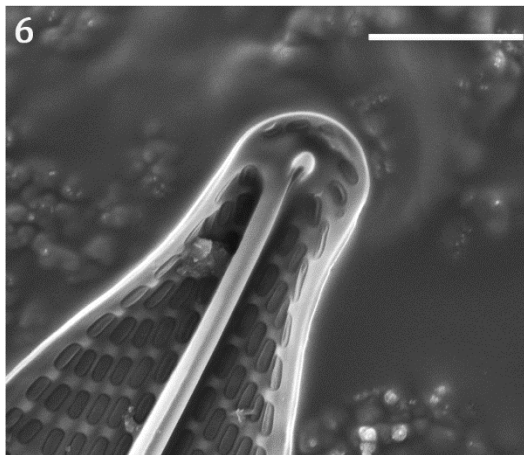
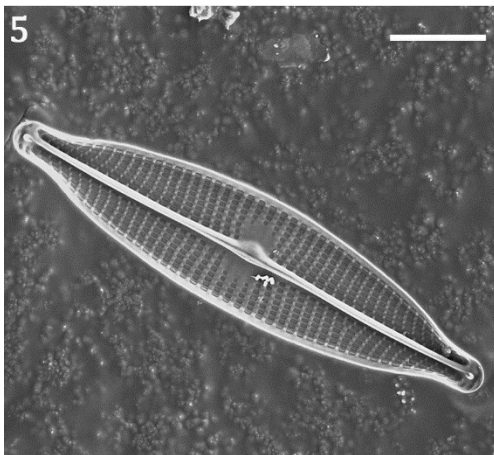
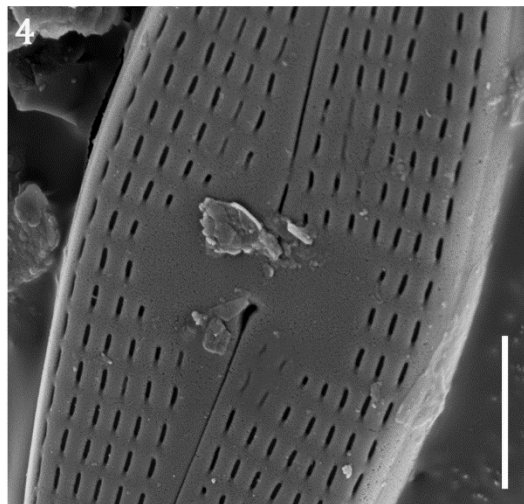
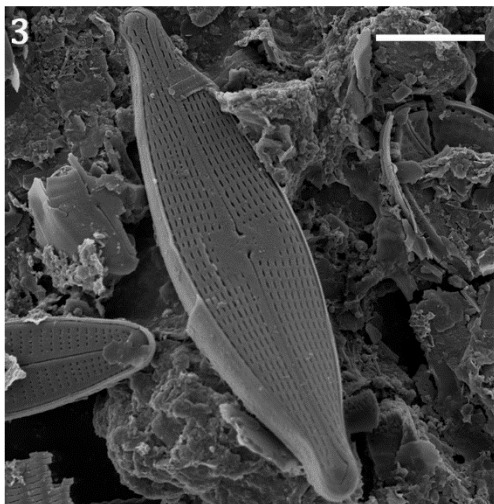
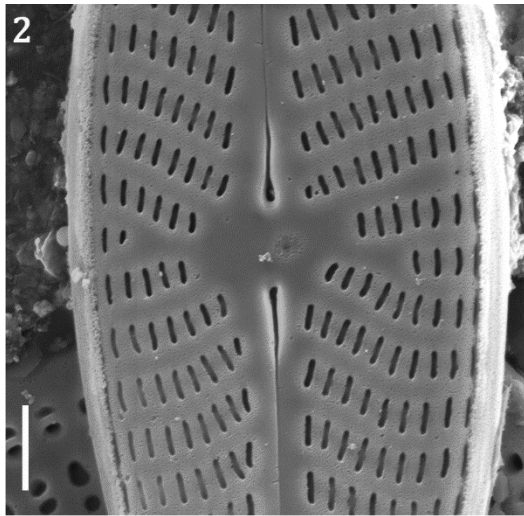
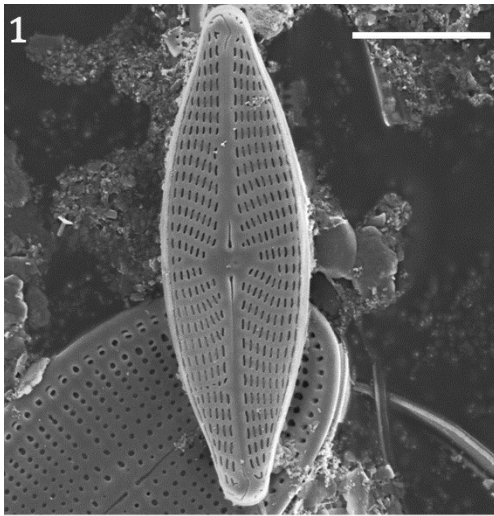


TABLA 33

Slike 1-5. *Navicula moskalii* Metzeltin, Witkowski & Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1, 3, 5 = 5 μm , Sl. 2 = 2 μm , Sl. 4 = 1 μm

Slike 1, 3, 5. Spoljašnji izgled valve

Slika 2. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

Slika 4. Detaljan izgled kraja valve sa spoljašnje strane

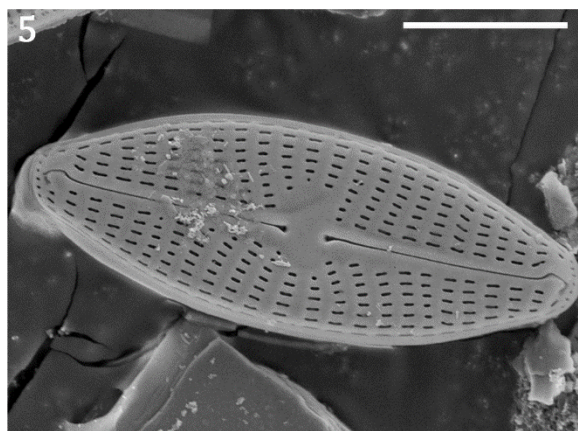
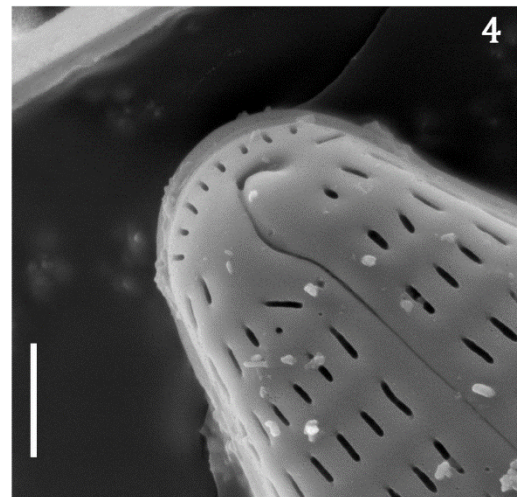
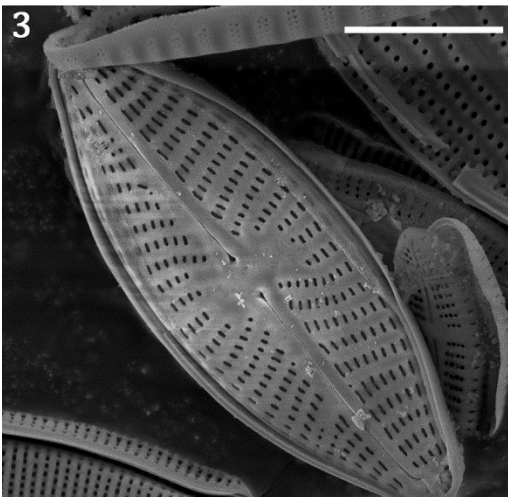
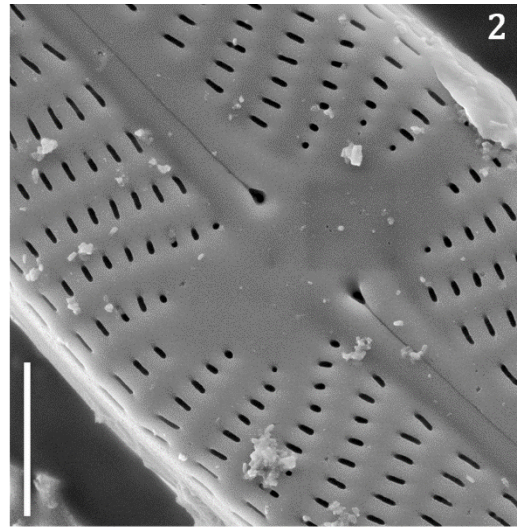
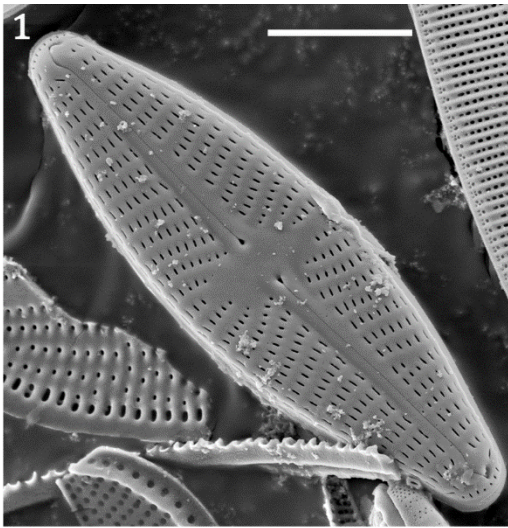


TABLA 34

Slike 1-6. *Navicula splendicula* VanLandingham

Skala na Sl. 1, 3 = 5 μm , Sl. 2, 4, 6 = 2 μm , Sl. 5 = 10 μm

Slike 1, 3, 5. Spoljašnji izgled valve

Slike 2, 4. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

Slika 6. Detaljan izgled kraja valve sa spoljašnje strane

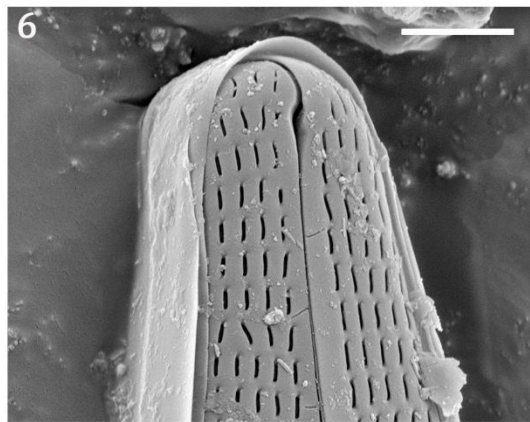
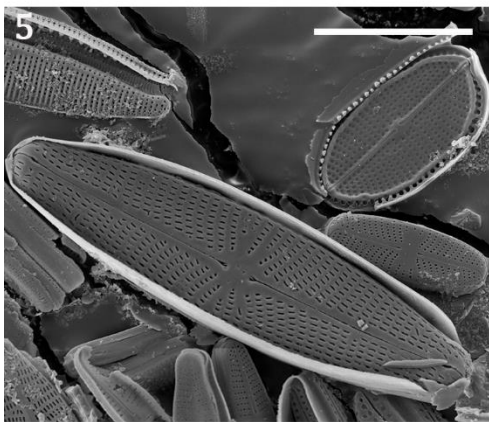
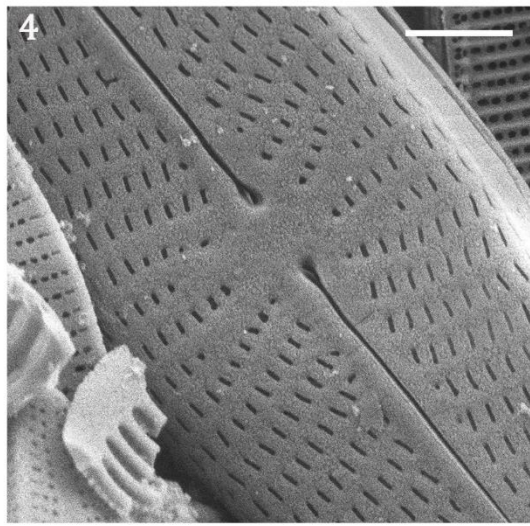
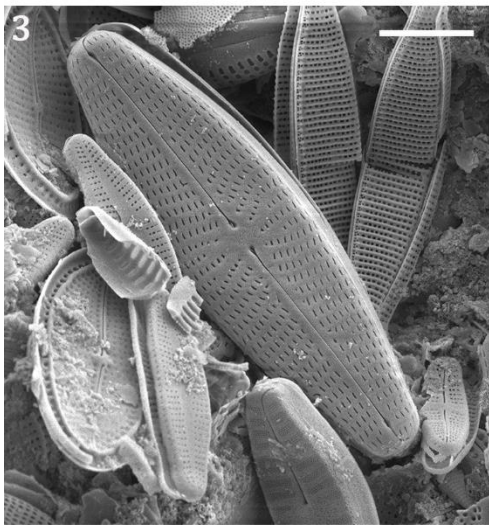
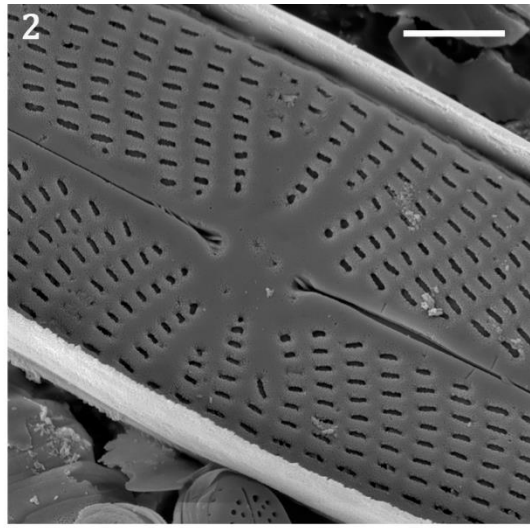
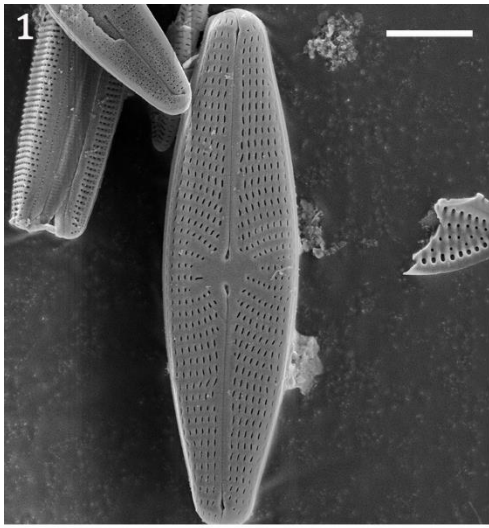


TABLA 35

Sl. 1-37 ×1500

Slike 1-3. *Sellaphora bacillum* (Ehrenberg) D.G.Mann

Slike 4, 5. *Sellaphora bacilloides* (Hustedt) Levkov, Krstic & Nakov

Slike 6, 7. *Sellaphora mutatoides* Lange-Bertalot & Metzeltin

Slika 8. *Sellaphora pseudopupula* (Krasske) Lange-Bertalot

Slike 9-16. *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkovsky sensu lato

Slika 17. *Sellaphora* sp. 1

Slika 18. *Sellaphora absoluta* (Hustedt) Wetzel, Ector, Van de Vijver, et al.

Slika 19. *Sellaphora stroemii* (Hustedt) H.Kobayasi

Slike 20-26. *Sellaphora radiosa* (Hustedt) H.Kobayasi

Slike 27-29. *Sellaphora seminulum* (Grunow) D.G.Mann

Slike 30-39. *Sellaphora nigri* (De Notaris) C.E.Wetzel & L.Ector

Skala na Sl. 1-37 = 10 µm, Sl. 38, 39 = 2 µm

Slike 38, 39. Spoljašnji izgled valve

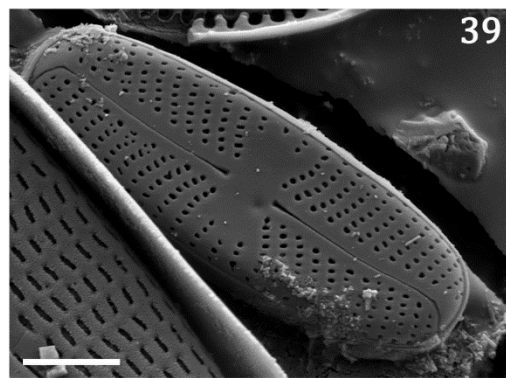
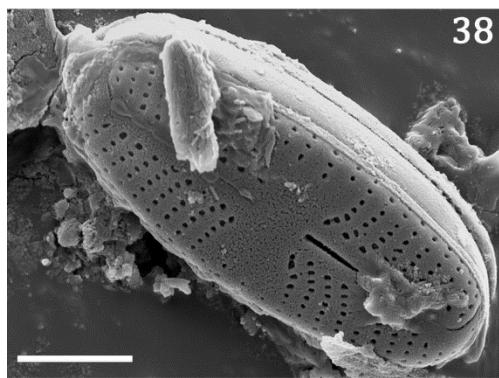
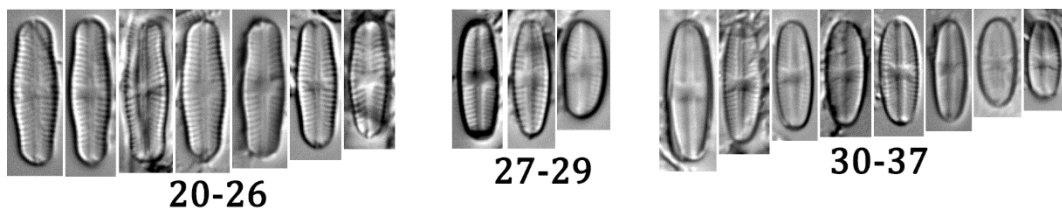
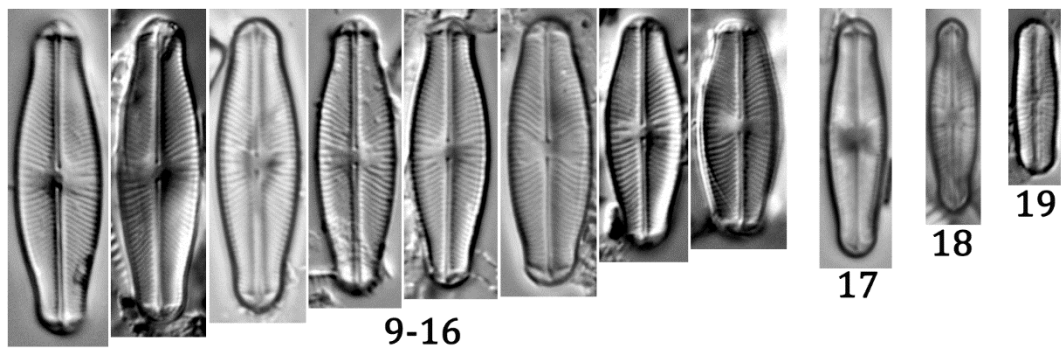
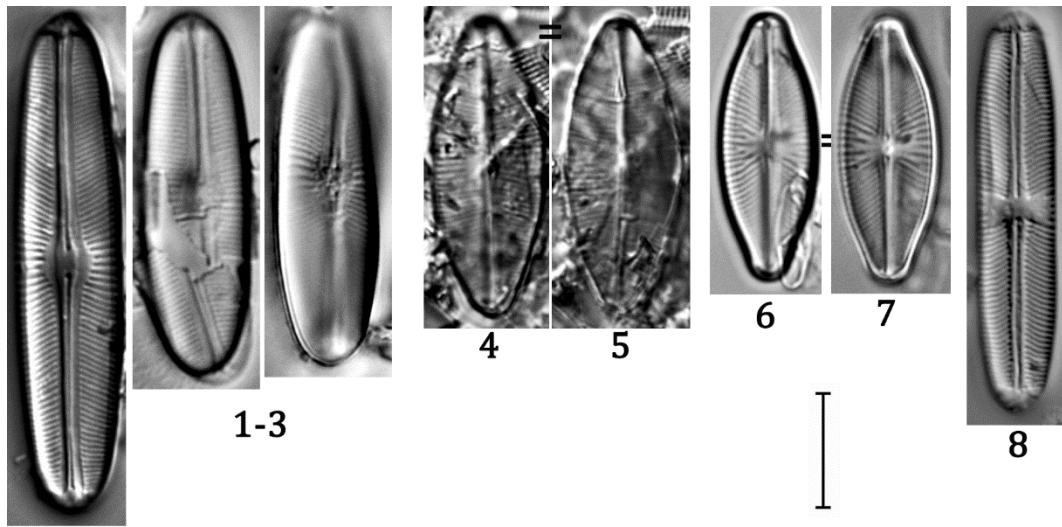


TABLA 36

Sl. 1-33 ×1500

Slike 1, 2. *Craticula cuspidata* (Kützing) D.G.Mann**Slike 3, 4.** *Craticula fumantii* Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito**Slika 5.** *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G.Mann**Slika 6.** *Craticula subminuscula* (Manguin) Wetzel & Ector**Slika 7.** *Hippodonta costulata* (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski**Slika 8.** *Hippodonta capitata* (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski**Slika 9.** *Adlafia brockmannii* (Hustedt) Bruder & Hinz**Slika 10.** *Adlafia bryophila* (J.B.Petersen) Lange-Bertalot**Slika 11.** *Adlafia suchlandtii* (Hustedt) Monnier & Ector**Slike 12, 13.** *Adlafia minuscula* (Grunow) Lange-Bertalot**Slike 14-17.** *Adlafia muralis* (Grunow) Monnier & Ector**Slike 18-22.** *Mayamaea permitis* (Hustedt) K.Bruder & Medlin**Slike 23, 24.** *Fistulifera pelliculosa* (Kützing) Lange-Bertalot**Slike 25-30.** *Humidophila perpusilla* (Grunow) Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, et al.**Slika 31.** *Humidophila paracontenta* (Lange-Bertalot & Werum) Lowe, Kociolek, Johansen, et al.**Slika 32.** *Humidophila contenta* (Grunow) Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, et al.**Slika 33.** *Humidophila irata* (Krasske) R.L.Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, et al.

Skala = 10 µm

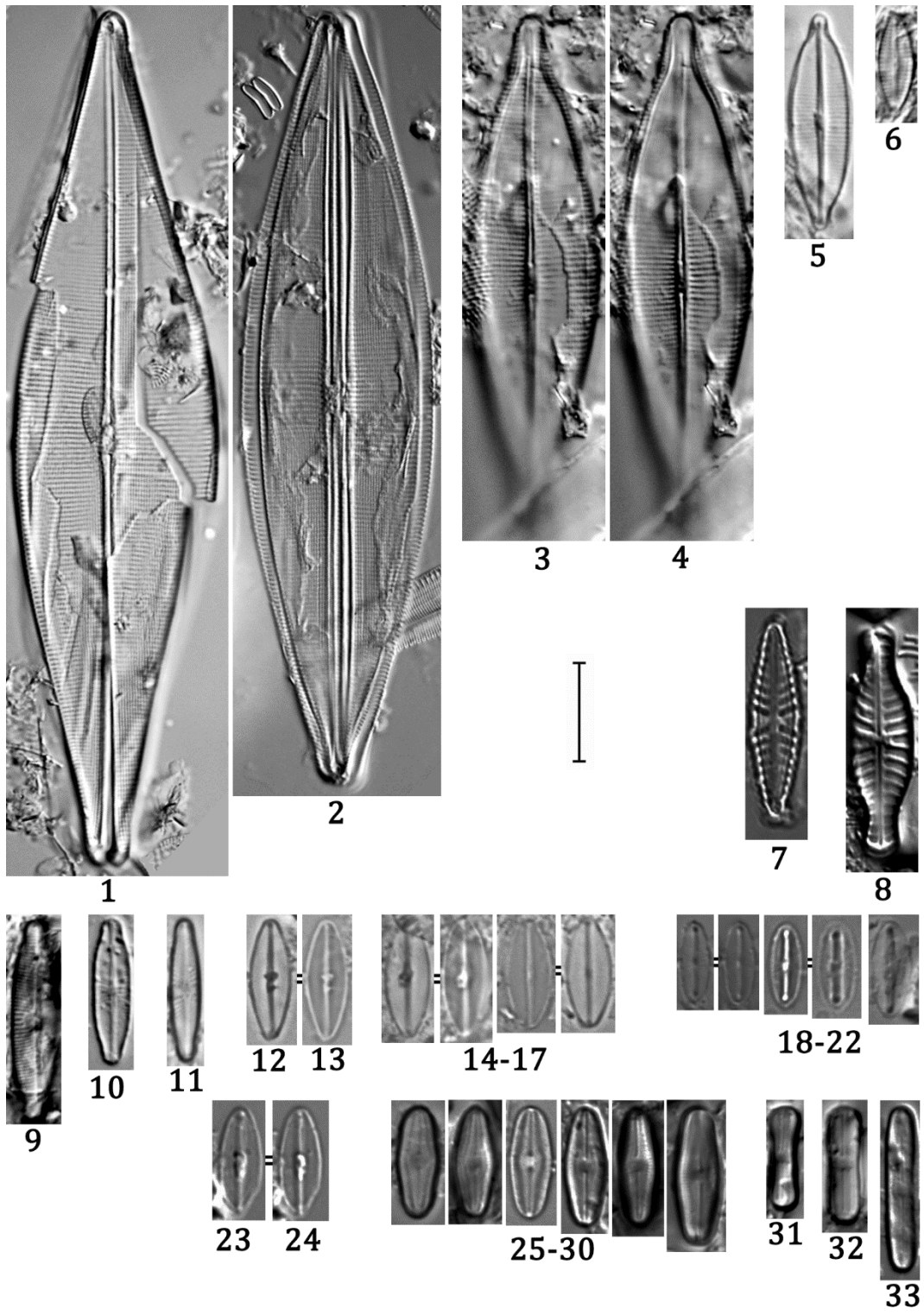


TABLA 37

Sl. 1-13 ×1500

Slike 1-7. *Fallacia subhamulata* (Grunow) D.G.Mann

Slike 8, 9. *Fallacia monoculata* (Hustedt) D.G.Mann

Slike 10, 11. *Fallacia insociabilis* (Krasske) D.G.Mann

Slike 12, 13, 15-17. *Fallacia sublucidula* (Hustedt) D.G.Mann

Slika 14. *Fistulifera pelliculosa* (Kützing) Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1-13 = 10 μm, Sl. 14, 16 = 2 μm, Sl. 15, 17 = 1 μm

Slike 14, 16. Spoljašnji izgled valve

Slika 15. Detaljan izgled kraja valve sa spoljašnje strane

Slika 17. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

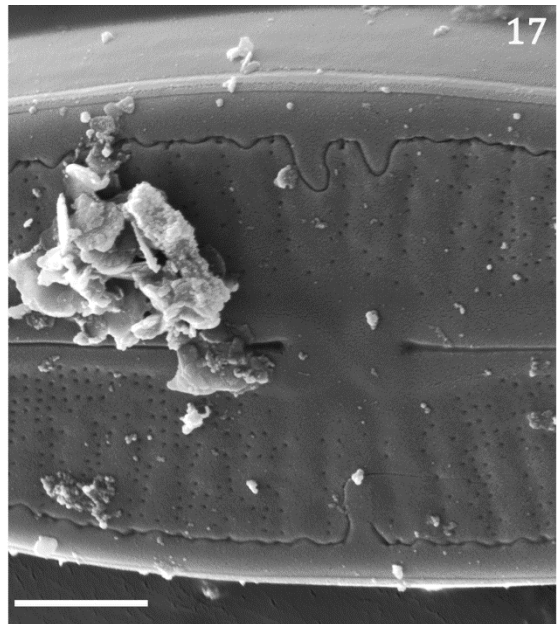
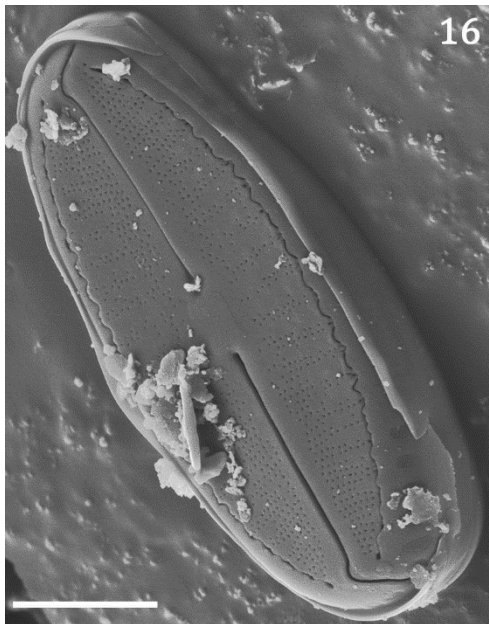
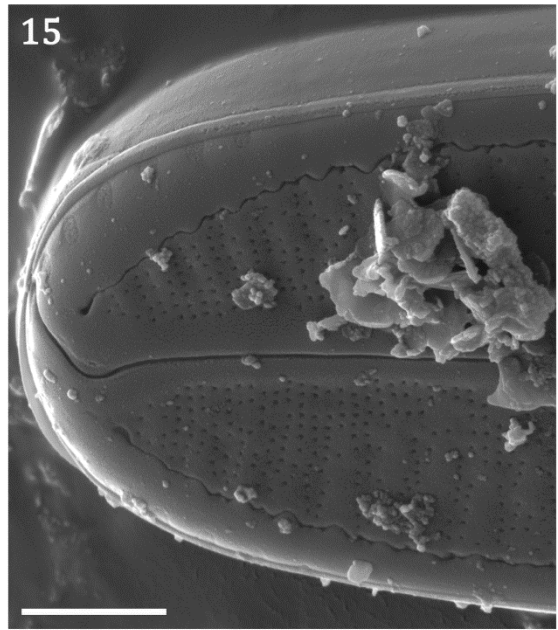
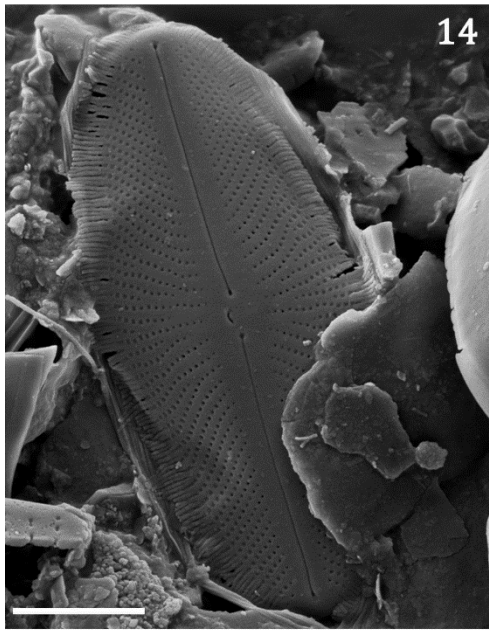
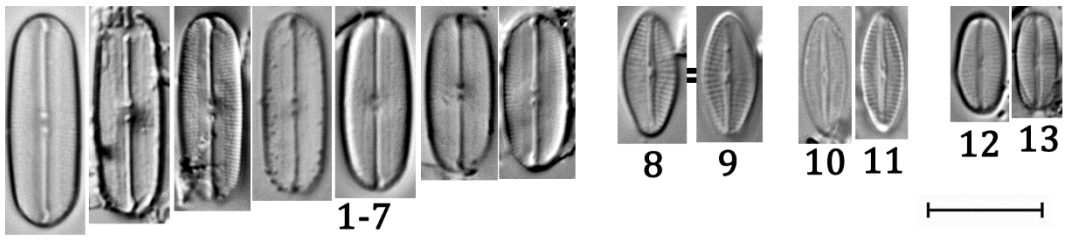


TABLA 38

Sl. 1-24 ×1500

Slike 1-7, 24. *Luticola goeppertiana* (Bleisch) D.G.Mann ex J.Rarick, S.Wu, S.S.Lee & Edlund

Slike 8, 9. *Luticola acidoclinata* Lange-Bertalot

Slika 10. *Luticola ventricosa* (Kützing) D.G.Mann

Slika 11. *Luticola nivalis* (Ehrenberg) D.G.Mann

Slika 12. *Luticola pseudoimbricata* Levkov, Metzeltin & A.Pavlov

Slika 13. *Luticola imbricata* (W.Bock) Levkov, Metzeltin & A.Pavlov

Slike 14, 15. *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & A.Pavlov

Slika 16. *Placoneis undulata* (Østrup) Lange-Bertalot

Slike 17, 18. *Placoneis hambergii* (Hustedt) K.Bruder in K.Bruder & L.K.Medlin

Slika 19. *Placoneis* sp.

Slike 20-23. *Placoneis paraelginensis* Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1-23 = 10 µm, Sl. 24 = 5 µm

Slika 24. Spoljašnji izgled valve

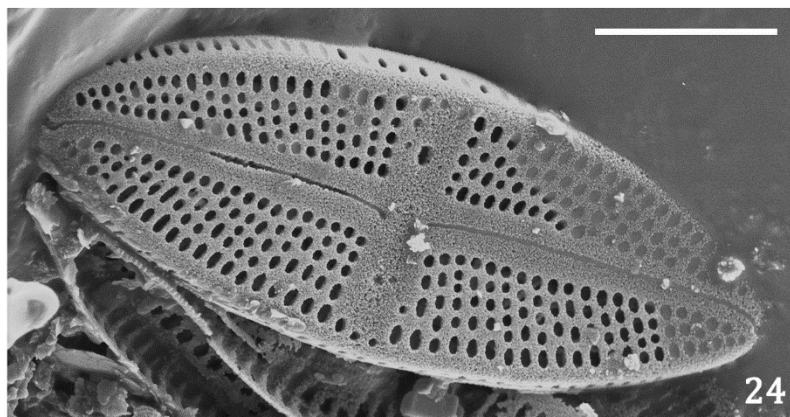
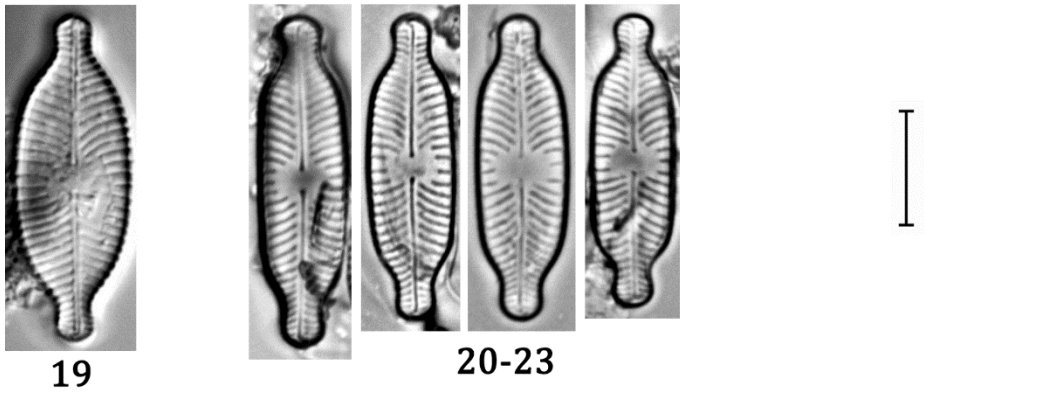
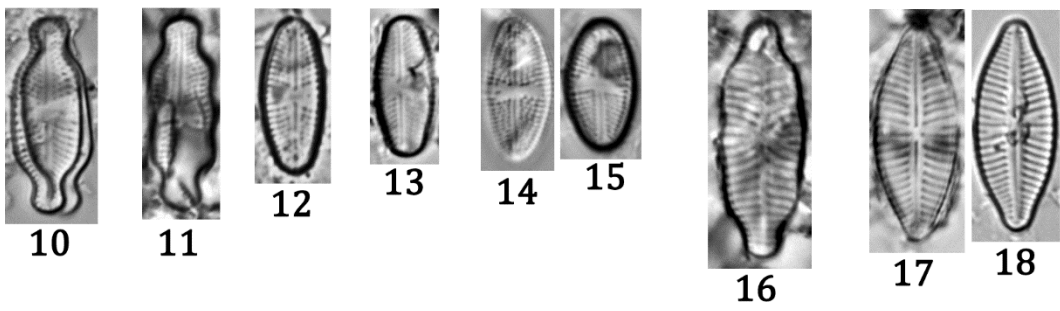
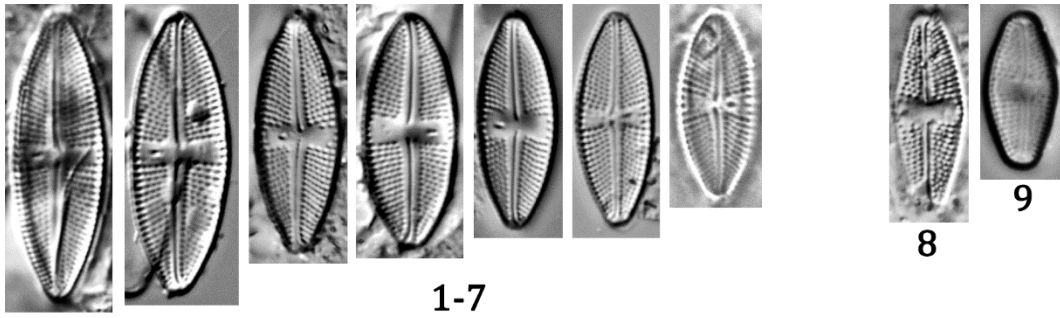


TABLA 39

Sl. 1-23 ×1500

Slike 1-7, 24-26. *Geissleria decussis* (Østrup) Lange-Bertalot & Metzeltin

Slike 8-12. *Geissleria acceptata* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin

Slike 13-23. *Geissleria gereckeii* M.Cantonati & Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1-23 = 10 µm, Sl. 24 = 2 µm, Sl. 25 = 1 µm, Sl. 26 = 5 µm

Slika 24. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

Slika 25. Detaljan izgled kraja valve sa spoljašnje strane

Slika 26. Spoljašnji izgled valve

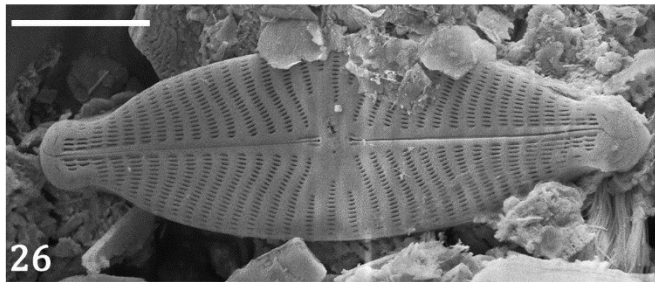
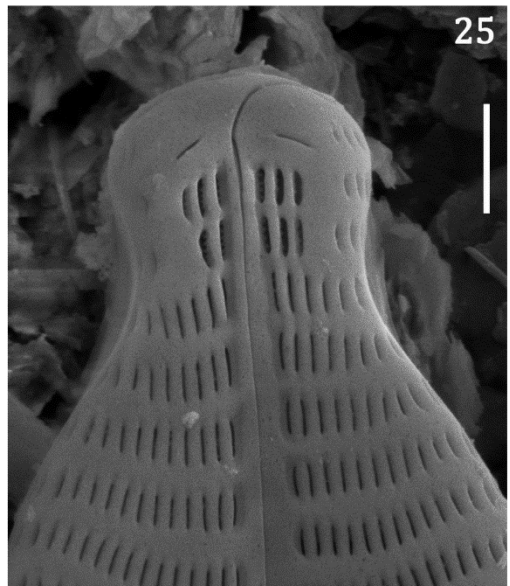
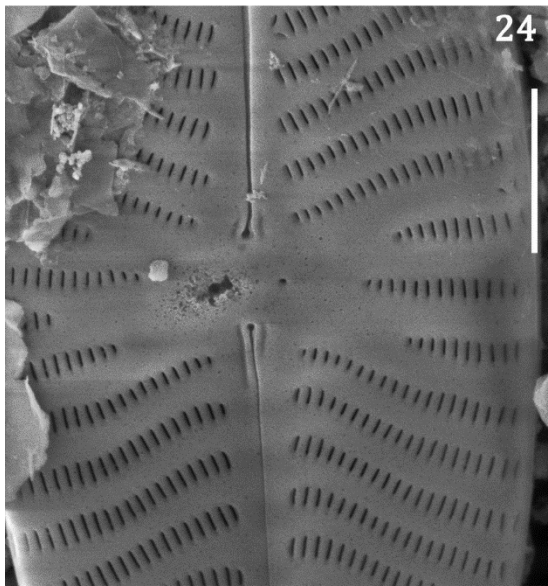
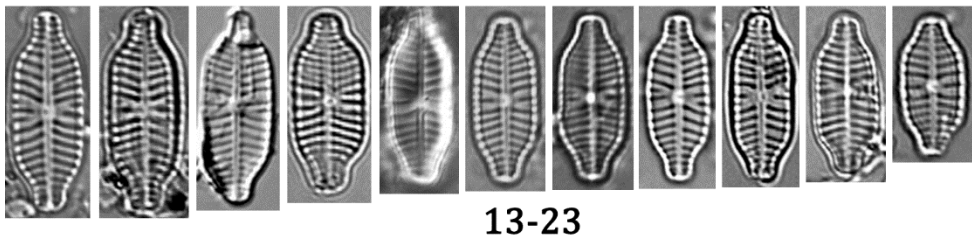
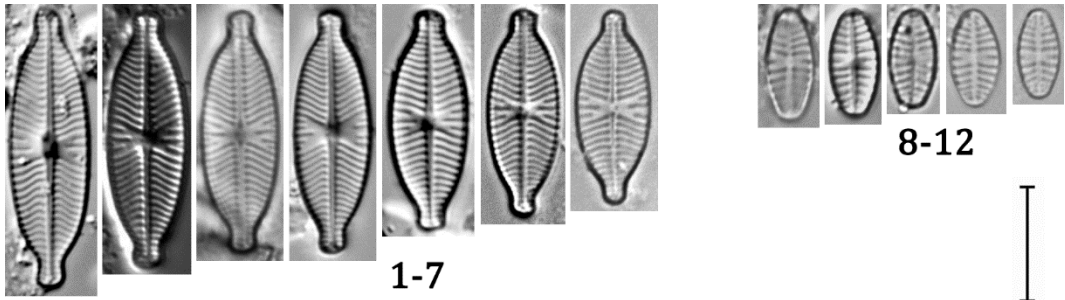


TABLA 40

Slike 1-6. *Geissleria gerecke* M.Cantonati & Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1, 3 = 2 μm , Sl. 2, 4-6 = 1 μm

Slike 1, 3. Spoljašnji izgled valve

Slika 2. Detaljan izgled kraja valve sa spoljašnje strane

Slika 4. Detaljan izgled centralne zone sa spoljašnje strane valve

Slika 5. Detaljan izgled kraja valve sa unutrašnje strane

Slika 6. Detaljan izgled centralne zone sa unutrašnje strane valve

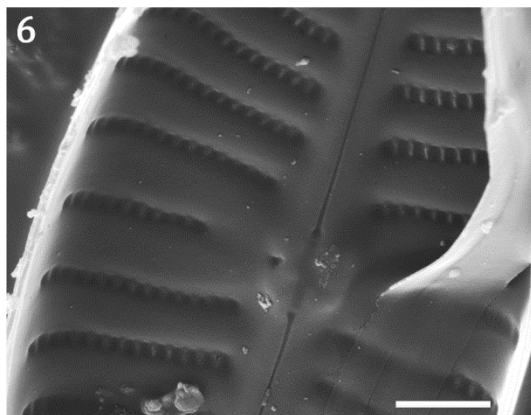
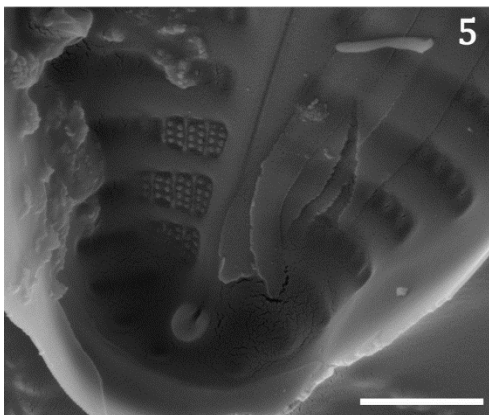
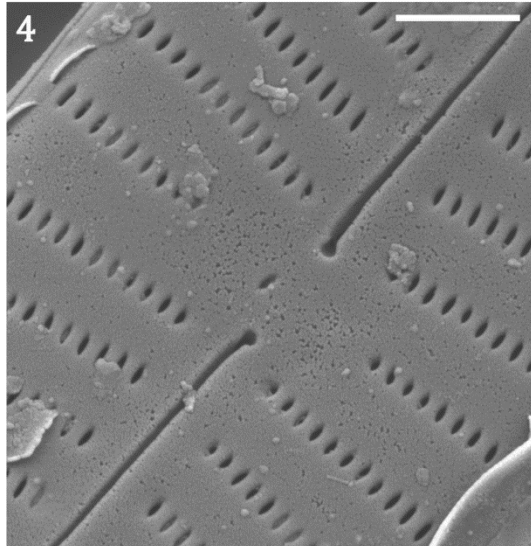
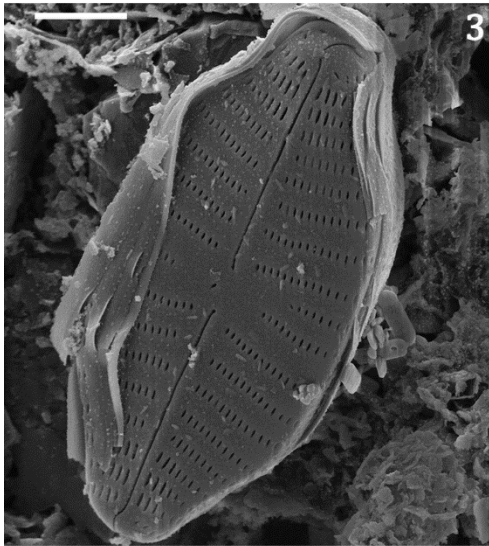
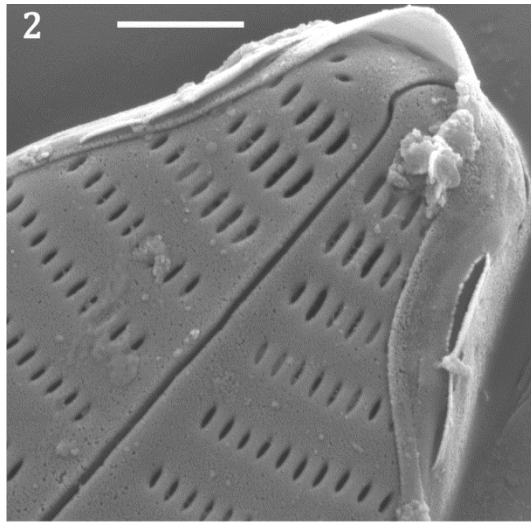
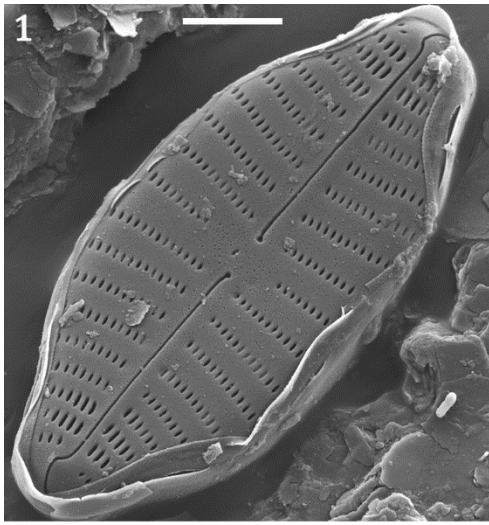


TABLA 41

Sl. 1-19 ×1500

Slike 1-4. *Neidium dubium* (Ehrenberg) Cleve

Slika 5. *Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer

Slika 6. *Neidiomorpha binodiformis* (Krammer) M.Cantonati, Lange-Bertalot & N.Angeli

Slike 7, 8. *Stauroneis reinhardtii* Grunow

Slike 9, 10. *Stauroneis* sp. 1

Slike 11, 12. *Stauroneis* sp. 2

Slike 13, 14. *Stauroneis smithii* Grunow

Slike 15, 16. *Stauroneis separanda* Lange-Bertalot & Werum

Slika 17. *Stauroneis thermicola* (J.B.Petersen) J.W.G.Lund

Slika 18. *Muelleria* sp.

Slika 19. *Muelleria gibbula* (Cleve) Spaulding & Stoermer

Skala = 10 µm

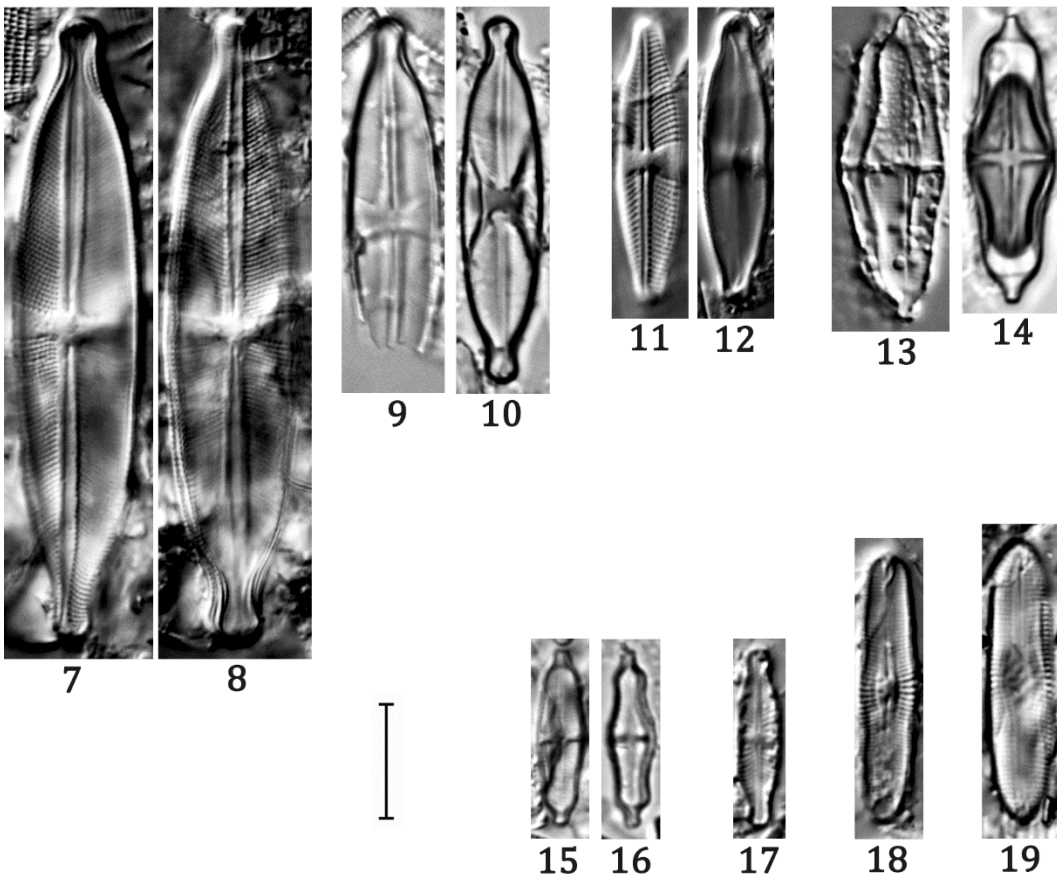
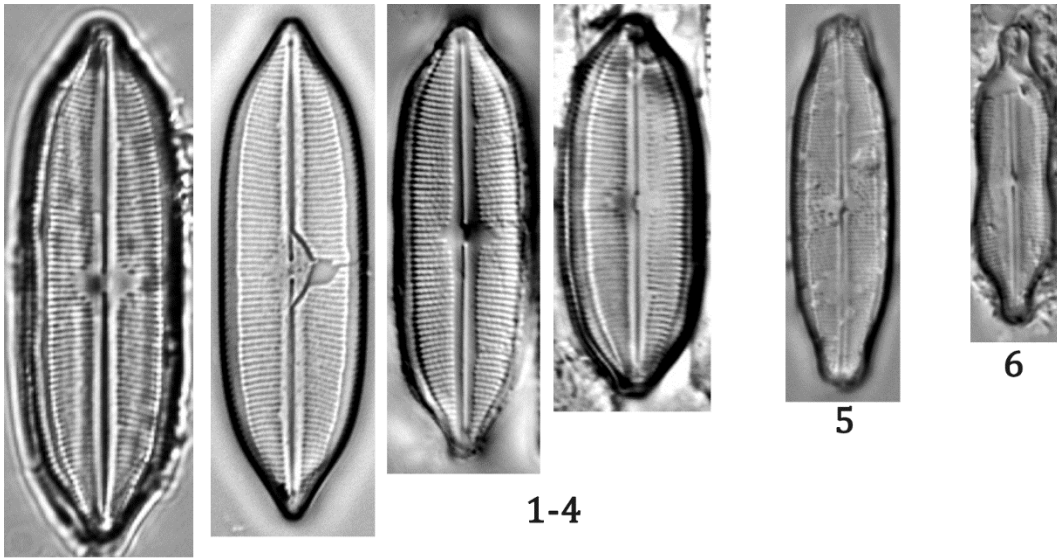


TABLA 42

Sl. 16-34 ×1500

Slika 1. *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot & E.Reichardt

Slike 2-4. *Diploneis fontanella* Lange-Bertalot

Slika 5. *Diploneis separanda* Lange-Bertalot

Slike 6-8. *Diploneis oculata* (Brébisson) Cleve

Slike 9, 10. *Decussata hexagona* (Torka) Lange-Bertalot

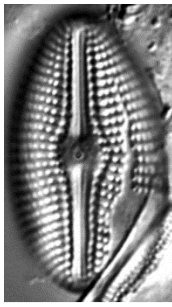
Slike 11-13. *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve

Slika 14. *Caloneis* aff. *alpestris* (Grunow) Cleve

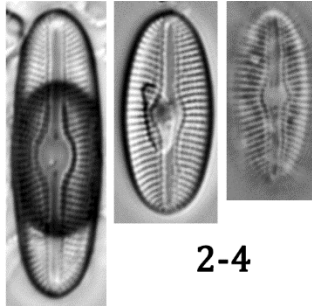
Slika 15. *Caloneis* sp.

Slike 16-34. *Caloneis lancettula* (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski

Skala = 10 µm



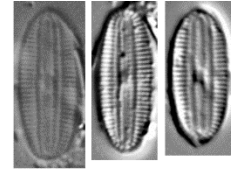
1



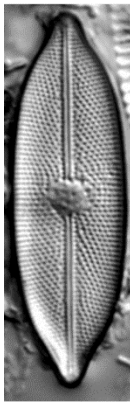
2-4



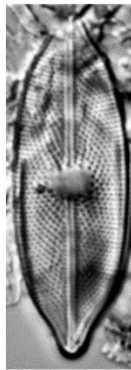
5



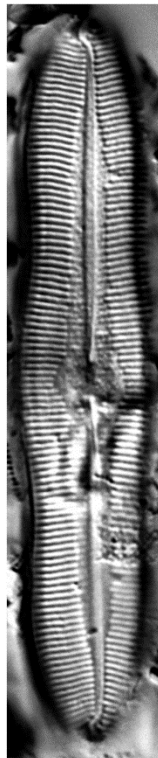
6-8



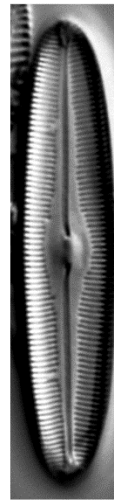
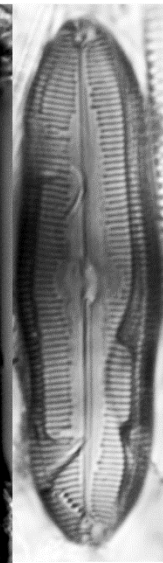
9



10



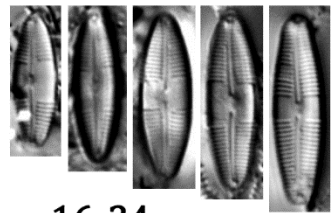
11-13



14



15



16-34

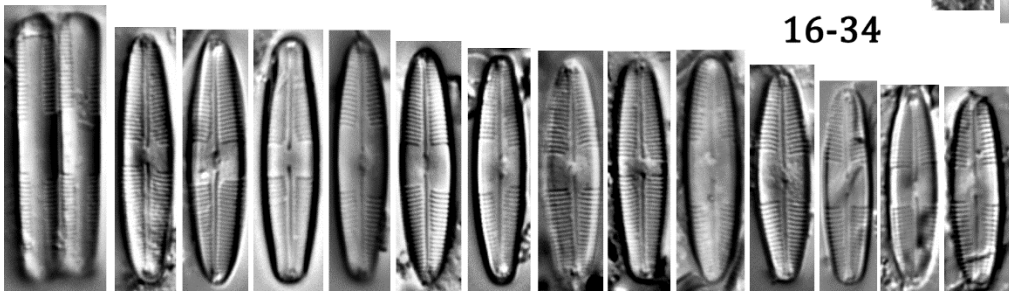


TABLA 43

Sl. 1-21 ×1500

Slike 1-5. *Caloneis fontinalis* (Grunow) Cleve-Euler

Slike 6-11. *Caloneis* aff. *fontinalis* (Grunow) Cleve-Euler

Slika 12. *Pinnularia subgibba* Krammer

Slika 13. *Pinnularia subrupestris* Krammer

Slika 14, 15. *Pinnularia rupestris* Hantzsch

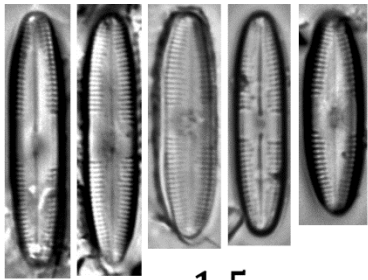
Slika 16. *Pinnularia brebissonii* (Kützing) Rabenhorst

Slika 17. *Pinnularia* aff. *microstauron* var. *angusta* Krammer

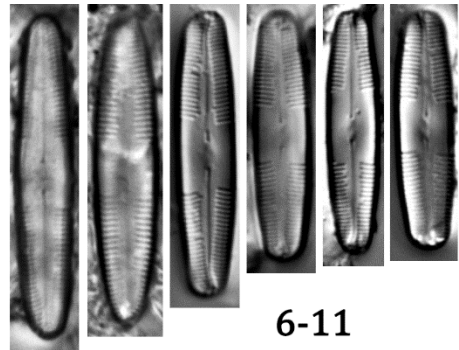
Slike 18, 19. *Pinnularia schoenfelderii* Krammer

Slike 20, 21. *Pinnularia appendiculata* (C.Agardh) Schaarschmidt

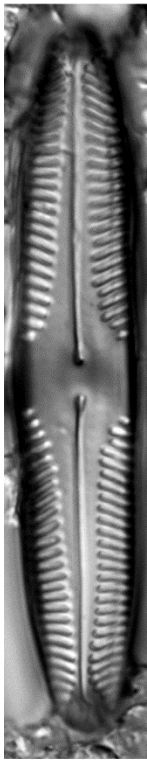
Skala = 10 µm



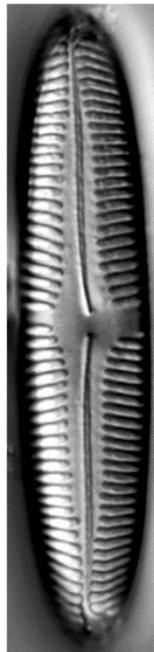
1-5



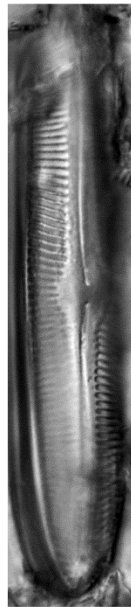
6-11



12



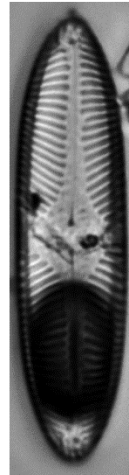
13



14



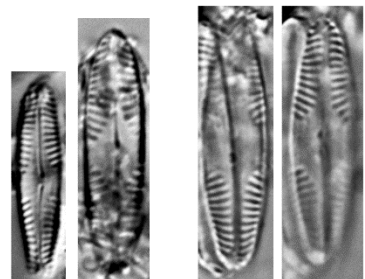
15



16



17



18

19

20

21

TABLA 44

Slike 1-5. *Caloneis lancettula* (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski

Skala na Sl. 1, 2, 4, 5 = 2 μm , Sl. 3 = 1 μm

Slika 1. Detaljan izgled centralne zone i kraja valve sa spoljašnje strane

Slike 2, 3. Spoljašnji deo valve

Slika 4. Detaljan izgled centralne zone valve sa spoljašnje strane

Slika 5. Pleuralni izgled

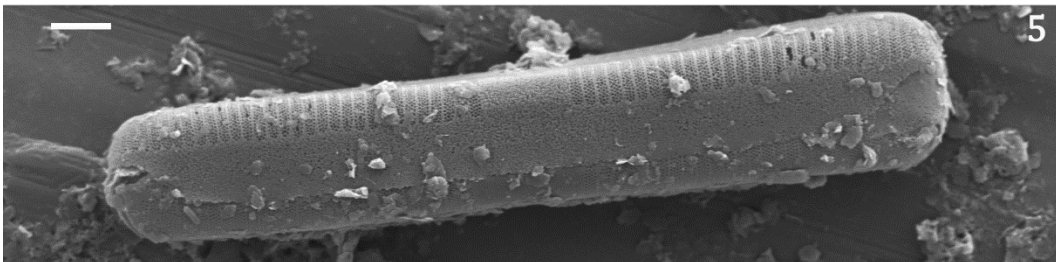
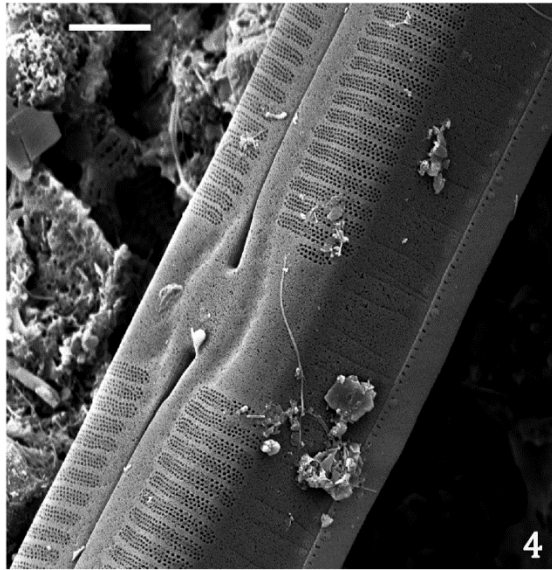
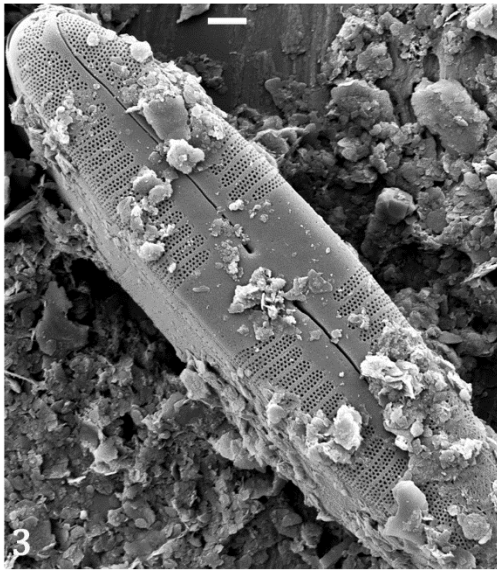
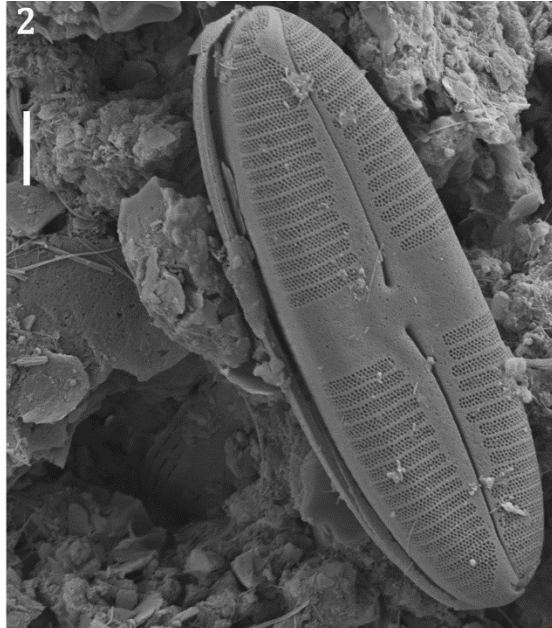
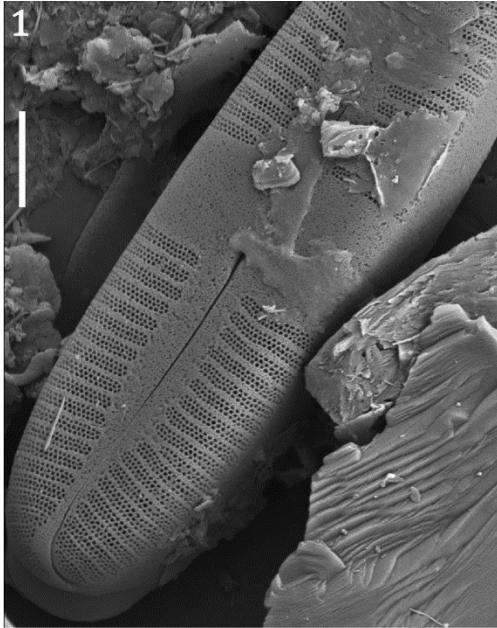


TABLA 45

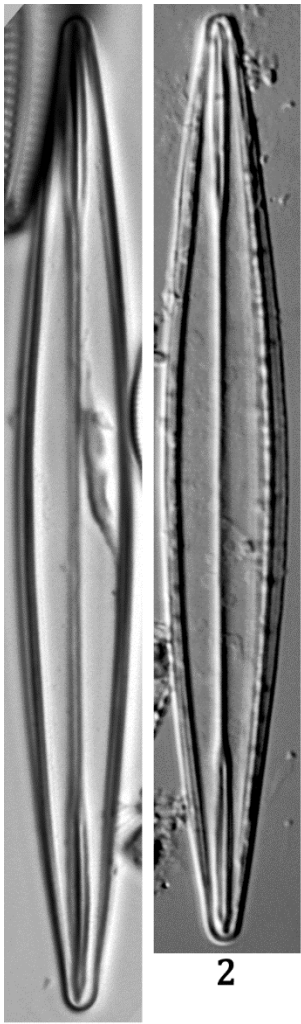
Sl. 1-12 ×1500

Slike 1, 2. *Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing

Slike 3-9. *Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni

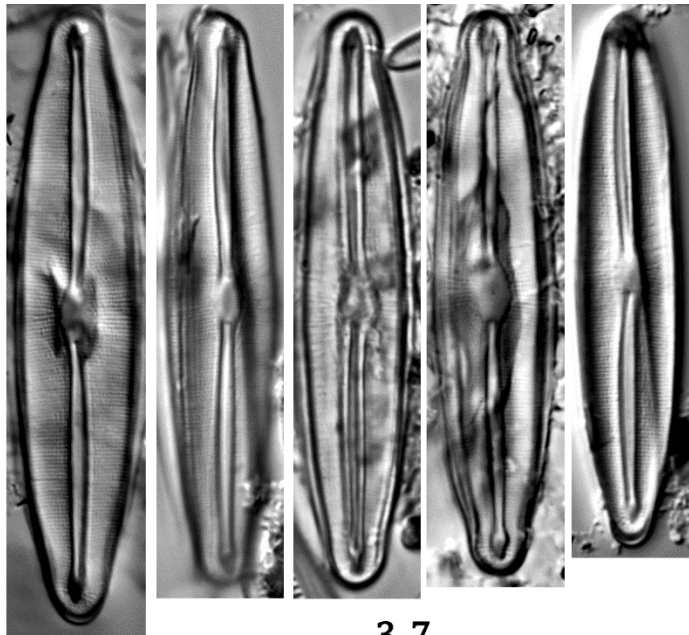
Slike 10-12. *Frustulia crassinervia* (Brébisson ex W.Smith) Lange-Bertalot & Krammer

Skala = 10 µm

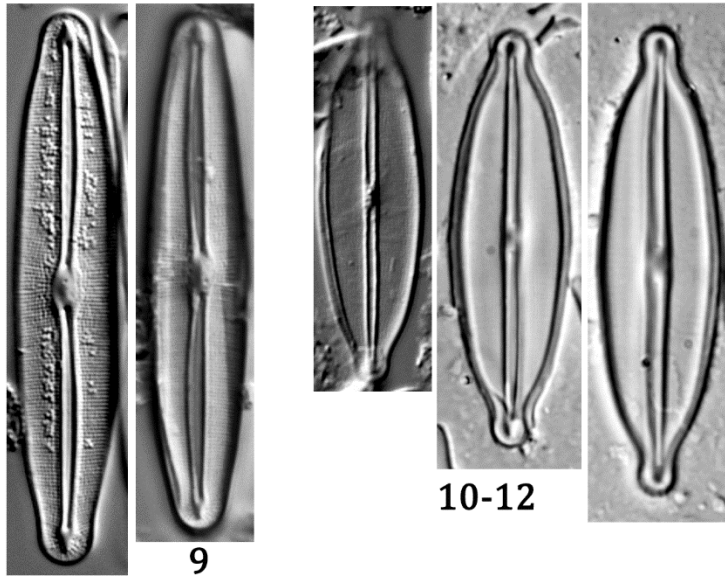


1

2



3-7



8

9

10-12

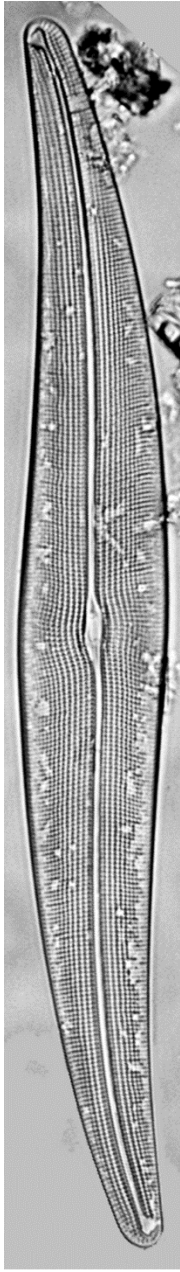
TABLA 46

Sl. 1 $\times 750$, Sl. 2, 3 $\times 1000$, Sl. 4 $\times 1500$

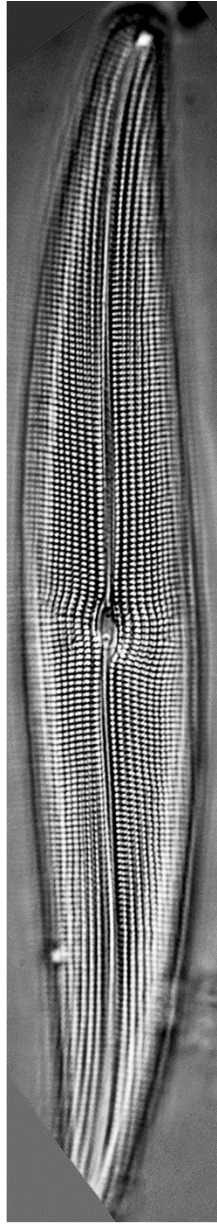
Slike 1-3. *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst

Slika 4. *Gyrosigma kuetzingii* (Grunow) Cleve

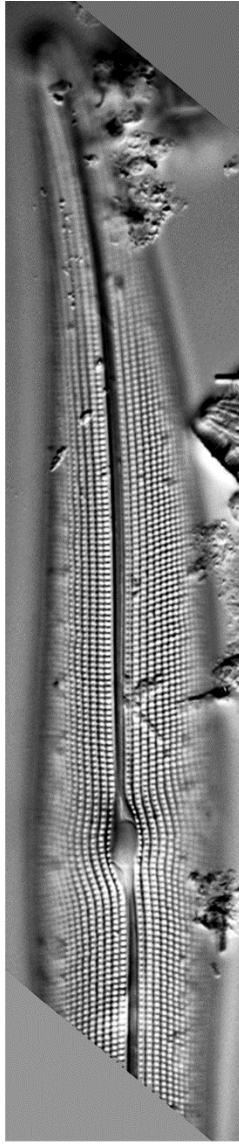
Skala = 10 μm



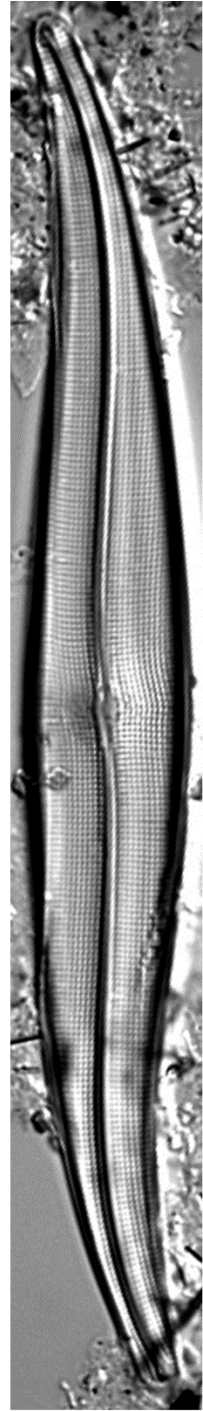
1



2



3



4

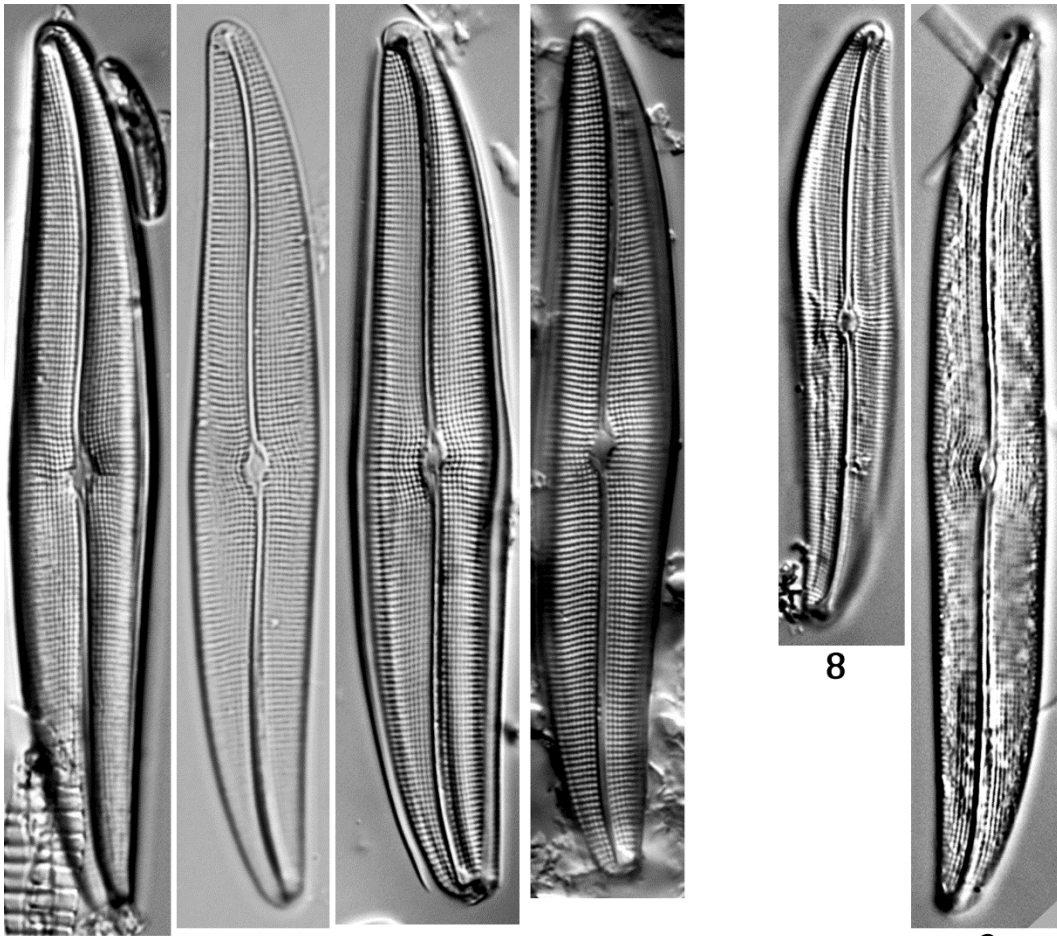
TABLA 47

Sl. 1-9 ×1500

Slike 1-7. *Gyrosigma sciotense* (Kützing) Rabenhorst

Slike 8, 9. *Gyrosigma obtusatum* (Sullivant & Wormley) C.S.Boyer

Skala = 10 μm



1-7

8

9

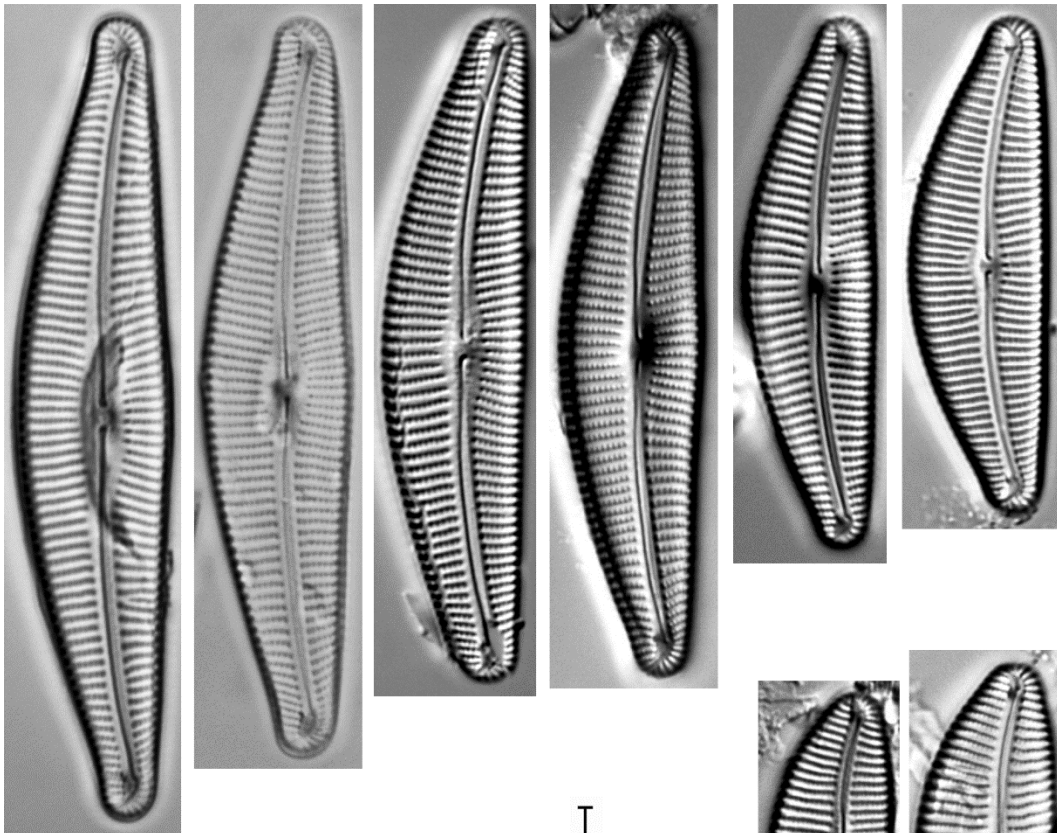


TABLA 48

Sl. 1-14 ×1500

Slike 1-14. *Cymbella compacta* Østrup

Skala = 10 μm



1-14

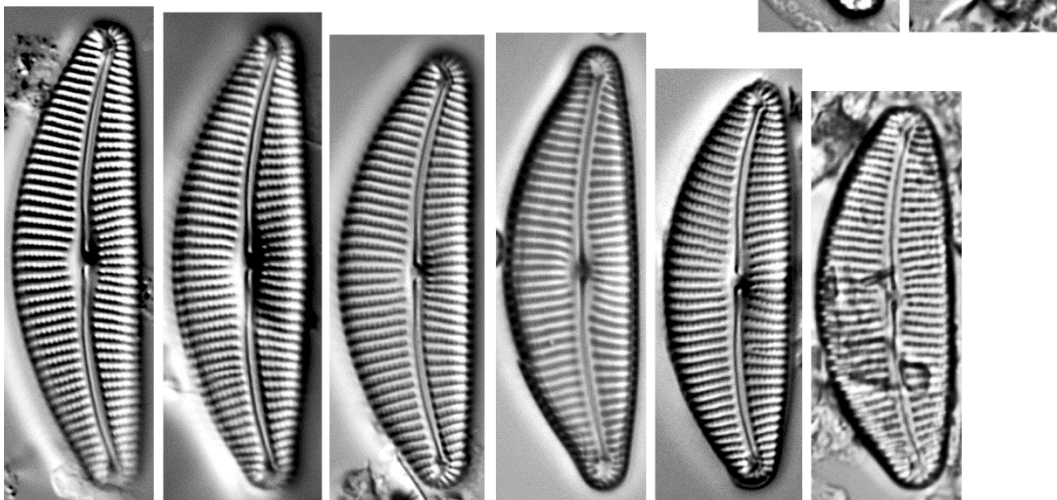


TABLA 49

Sl. 1-8 ×1500

Slike 1-6. *Cymbella lange-bertalotii* Krammer

Slike 7, 8. *Cymbella neolanceolata* W.Silva

Skala = 10 μm

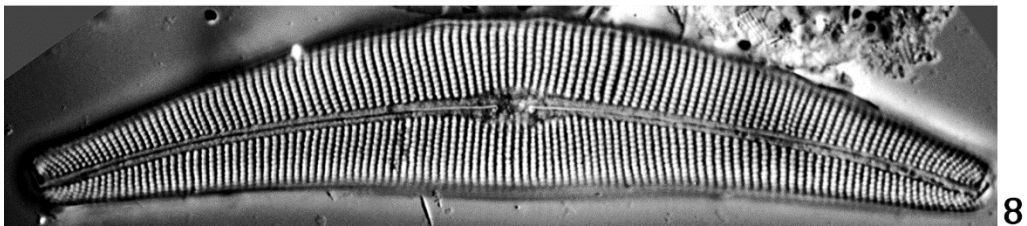
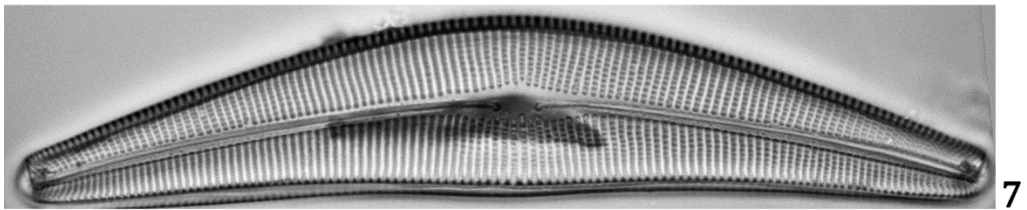
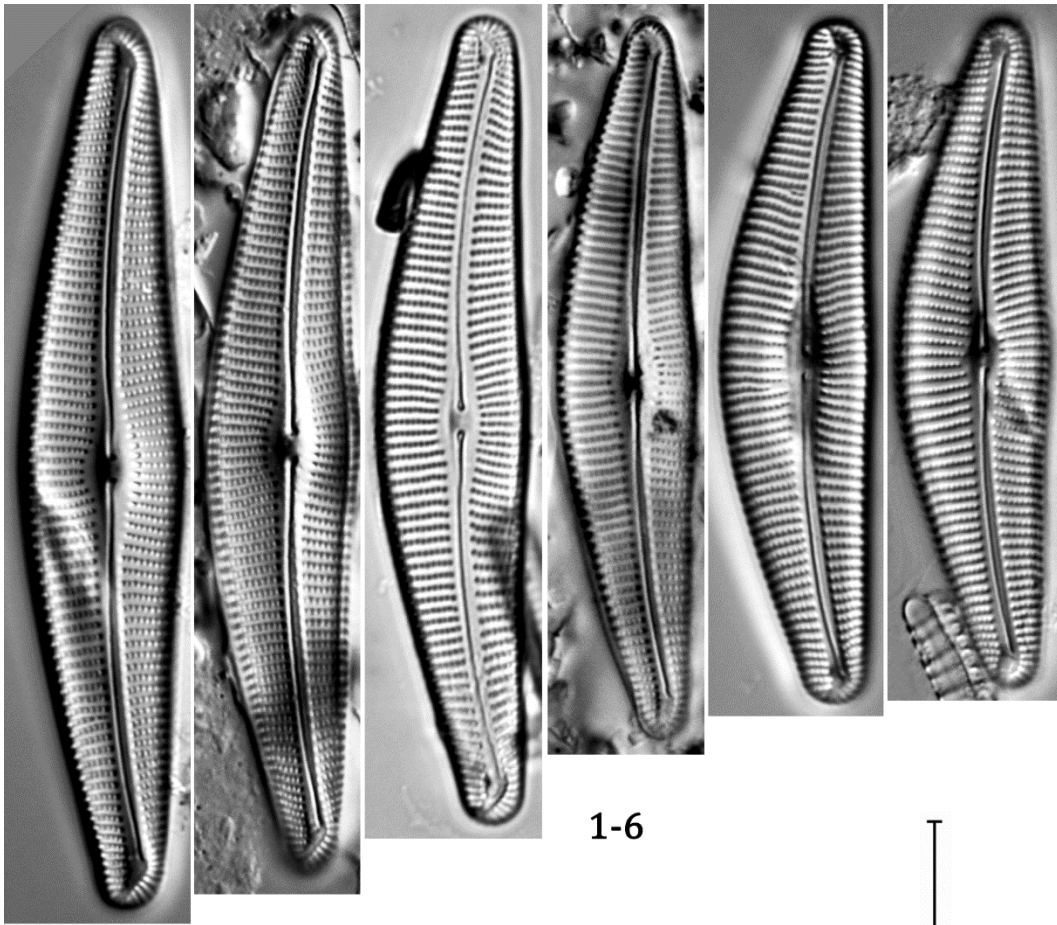


TABLA 50

Sl. 1-15 ×1500

Slike 1-3. *Cymbella neocistula* Krammer

Slike 4-6. *Cymbella hantzschiana* Krammer

Slike 7-15. *Cymbella excisa* Kützing

Skala = 10 μm

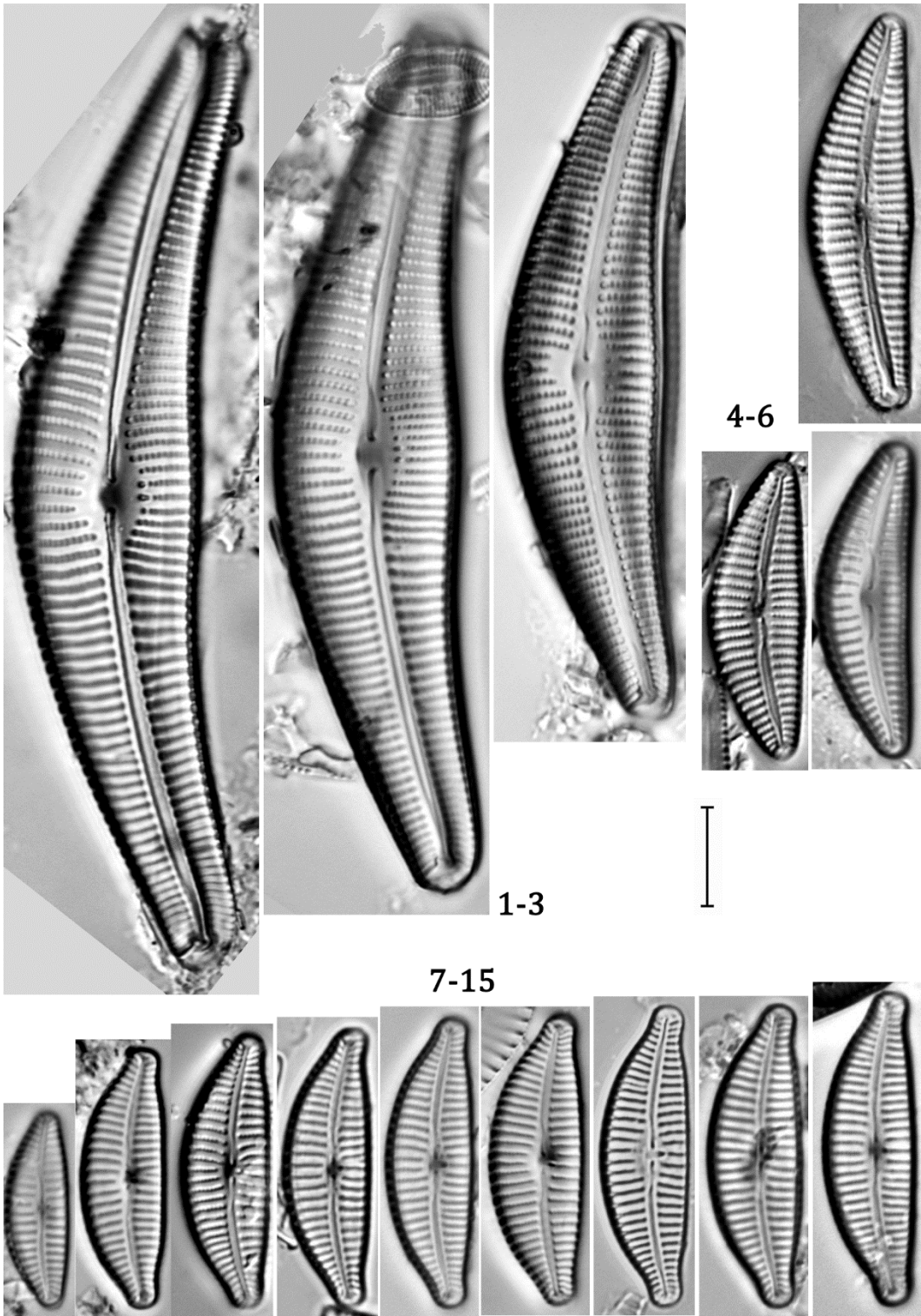


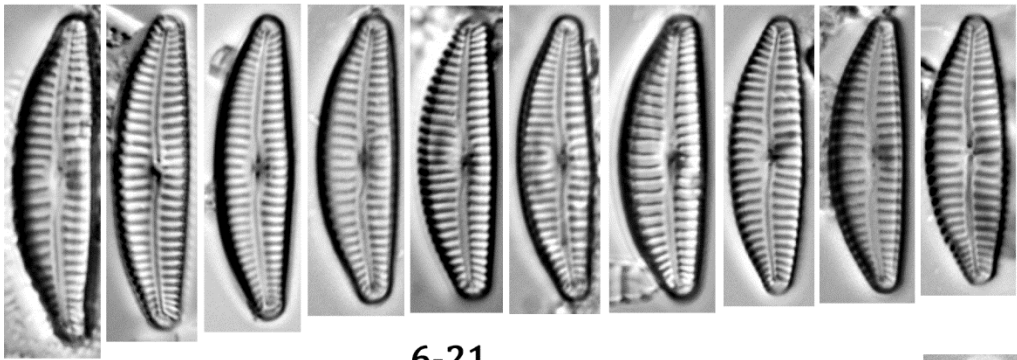
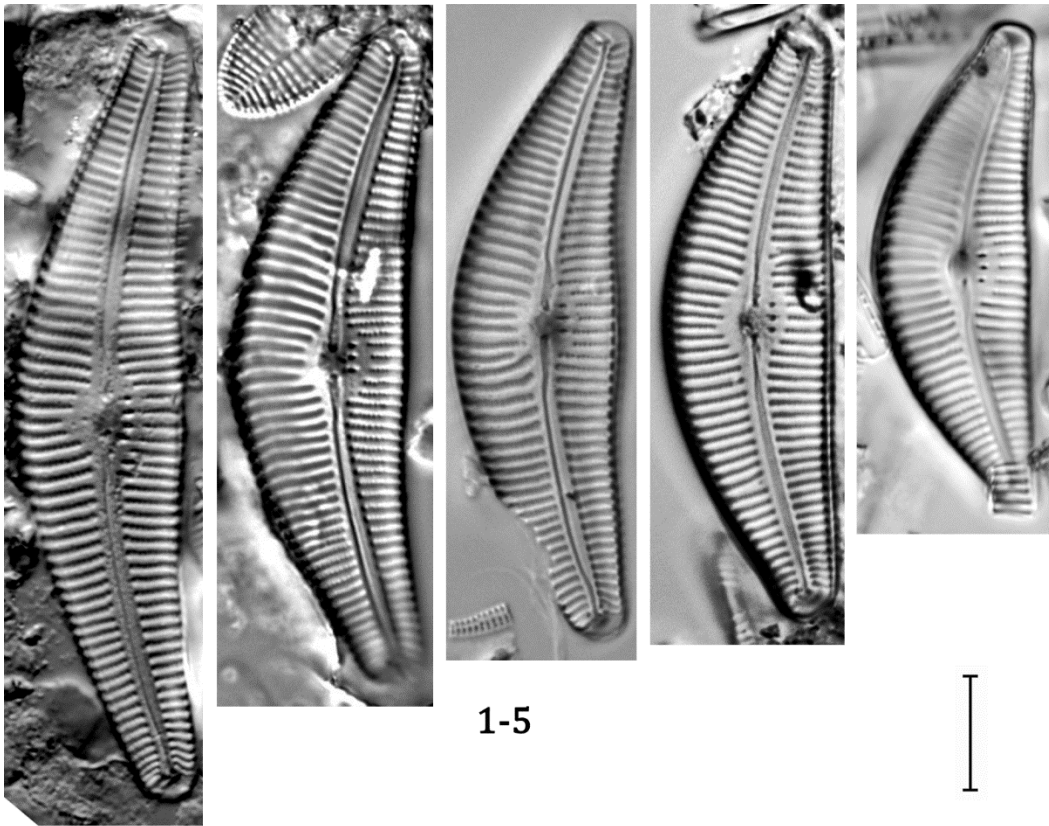
TABLA 51

Sl. 1-21 ×1500

Slike 1-5. *Cymbella subcistula* Krammer

Slike 6-21. *Cymbella parva* (W.Smith) Kirchner

Skala = 10 μm



6-21

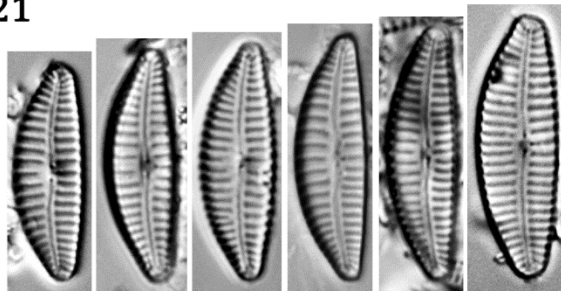


TABLA 52

Sl. 1-11 ×1500

Slike 1-3. *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck

Slike 4, 5. *Cymbopleura* sp.

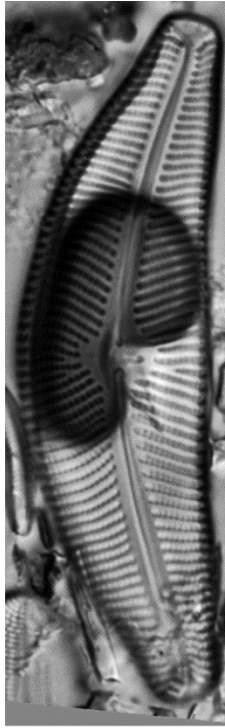
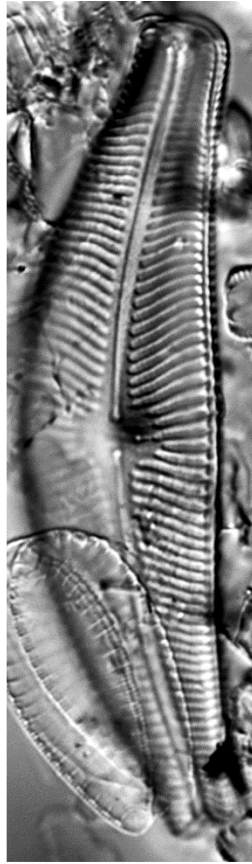
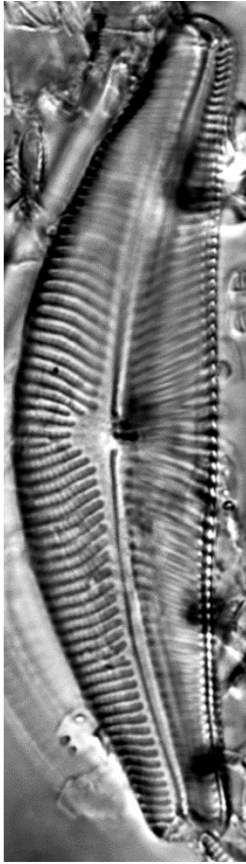
Slike 6, 7. *Cymbopleura naviculiformis* (Auerswald ex Heiberg) Krammer

Slike 8, 9. *Cymbopleura amphicephala* (Nägeli) Krammer

Slika 10. *Delicata delicatula* (Kützing) Krammer

Slika 11. *Kurtkrammeria recta* (Krammer) L.Bahls

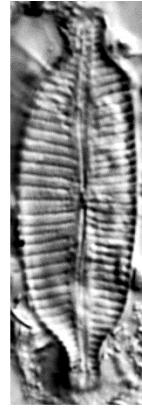
Skala = 10 µm



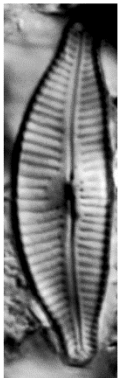
1-3



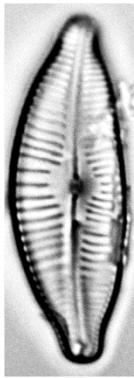
4



5



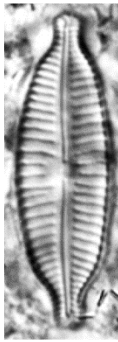
6



7



8



9



10



11

TABLA 53

Slika 1. *Cymbella compacta* Østrup

Slika 2. *Cymbella excisa* Kützing

Slike 3, 5. *Cymbella parva* (W.Smith) Kirchner

Slika 4. *Cymbella lange-bertalotii* Krammer

Skala na Sl. 1-3, 5 = 10 µm, Sl. 4 = 20 µm

Slike 1-4. Spoljašnji izgled valve

Slika 5. Unutrašnji izgled valve

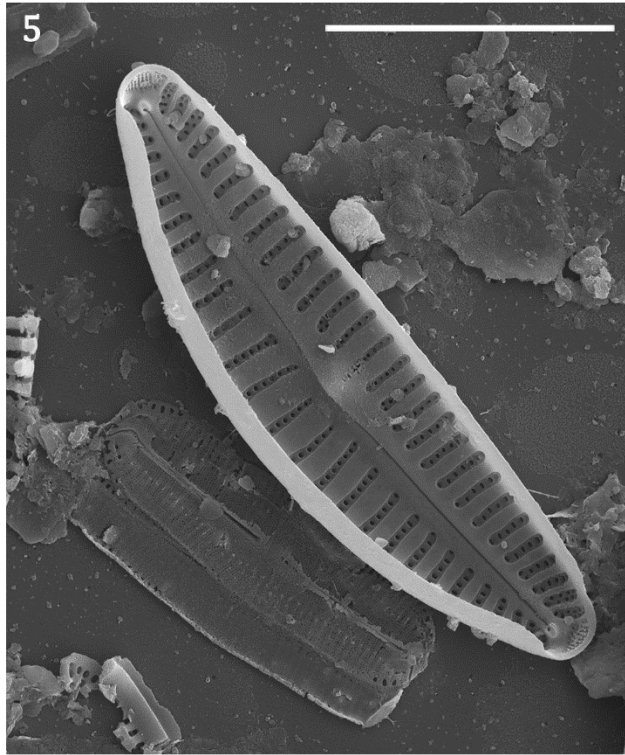
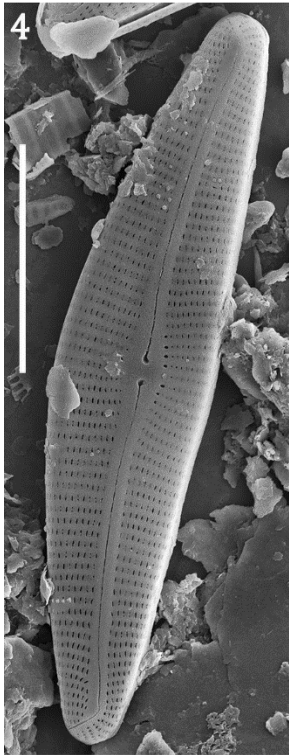
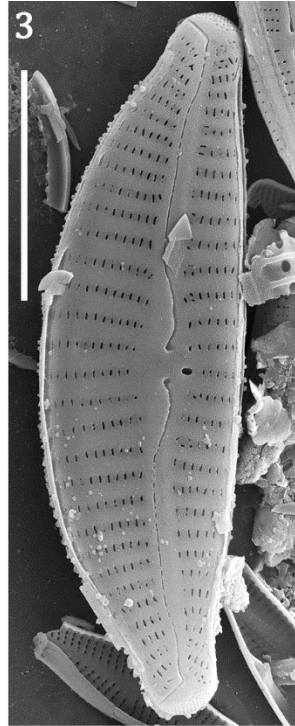
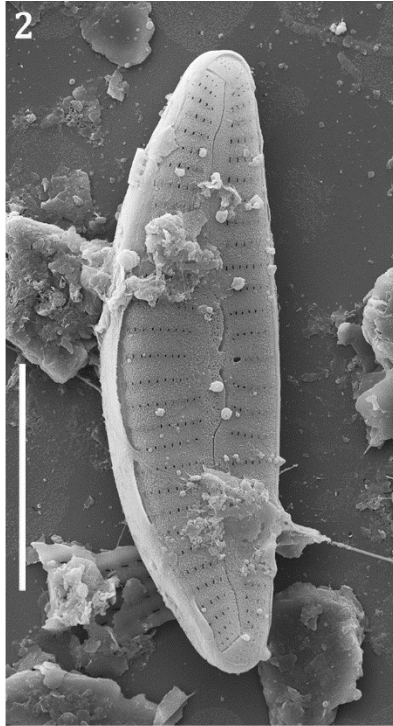
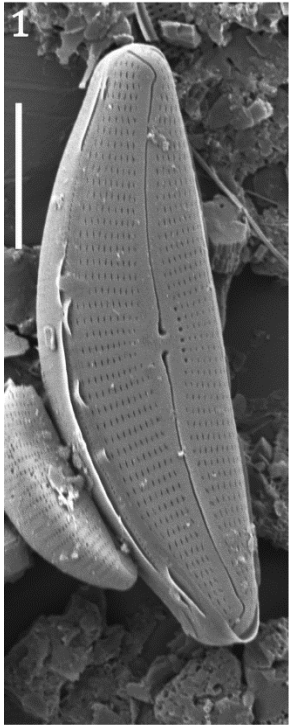


TABLA 54

Slike 1-39 ×1500

Slike 1-4. *Encyonema auerswaldii* Rabenhorst

Slike 5, 6. *Encyonema procerum* Krammer

Slike 7, 8. *Encyonema subminutum* Krammer & Lange-Bertalot

Slike 9-13. *Encyonema caespitosum* Kützing

Slike 14-18. *Encyonema lange-bertalotii* Krammer

Slike 19-29. *Encyonema ventricosum* (C.Agardh) Grunow

Slike 30-39. *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann

Skala = 10 µm

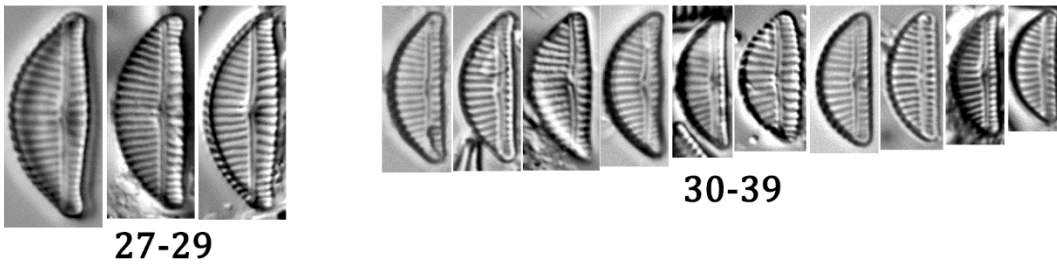
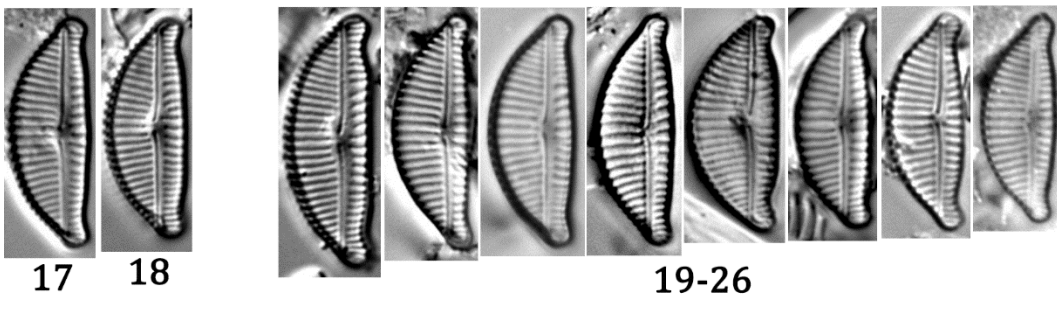
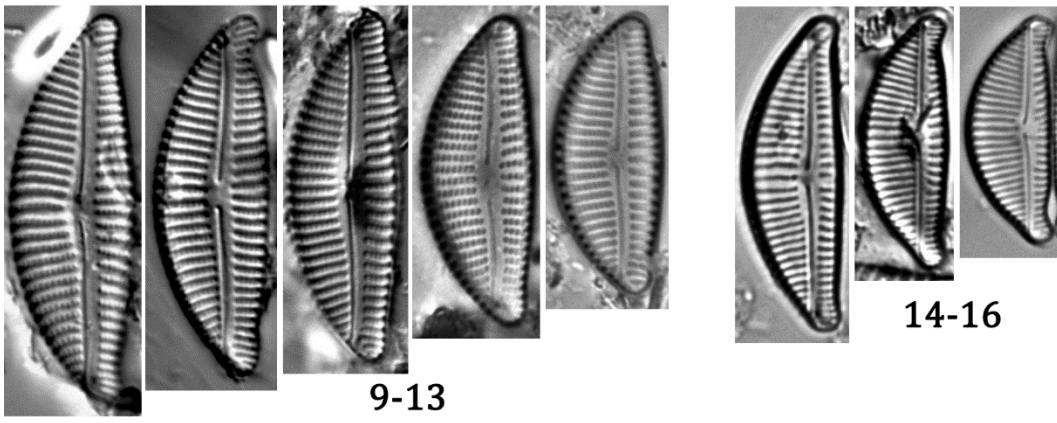
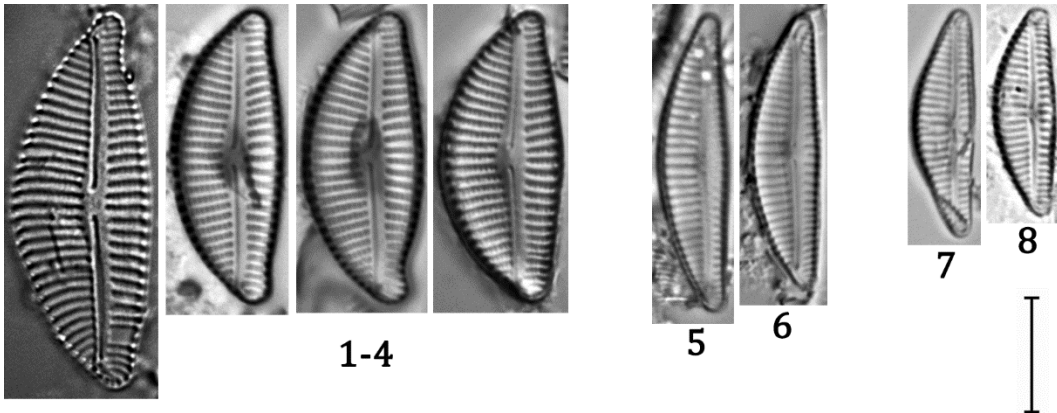


TABLA 55

Sl. 1-4 ×1500

Slike 1-4. *Encyonema prostratum* (Berkeley) Kützing

Slika 5. *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann

Slika 6. *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann

Skala na Sl. 1-4, 6 = 10 µm, Sl. 5 = 2 µm

Slike 5, 6. Spoljašnji izgled valve

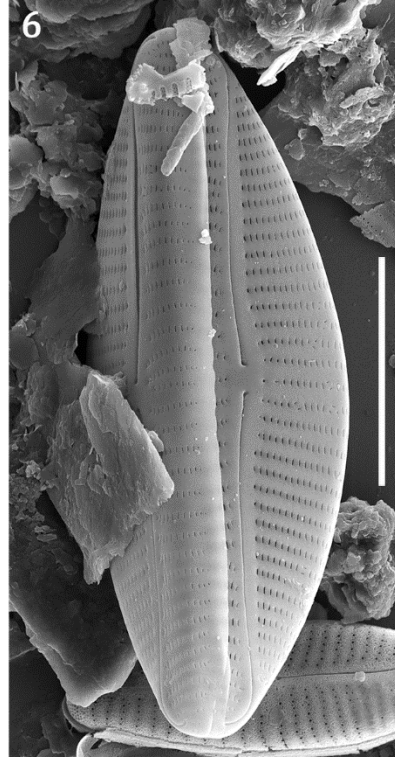
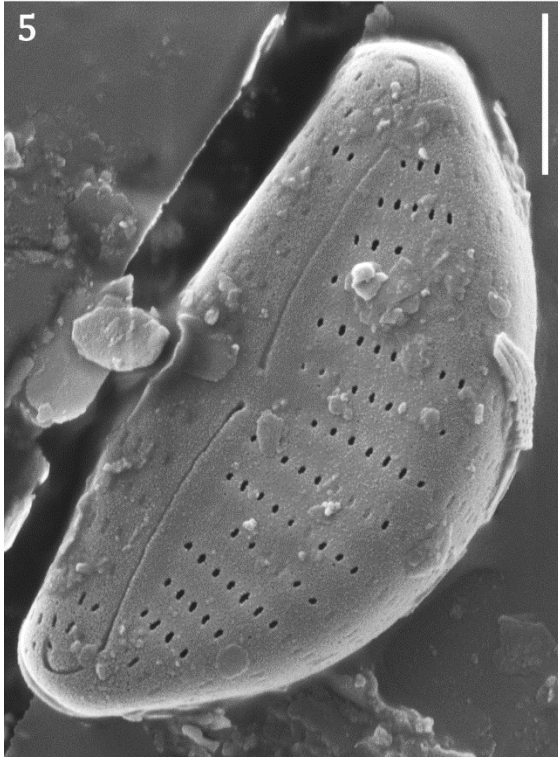
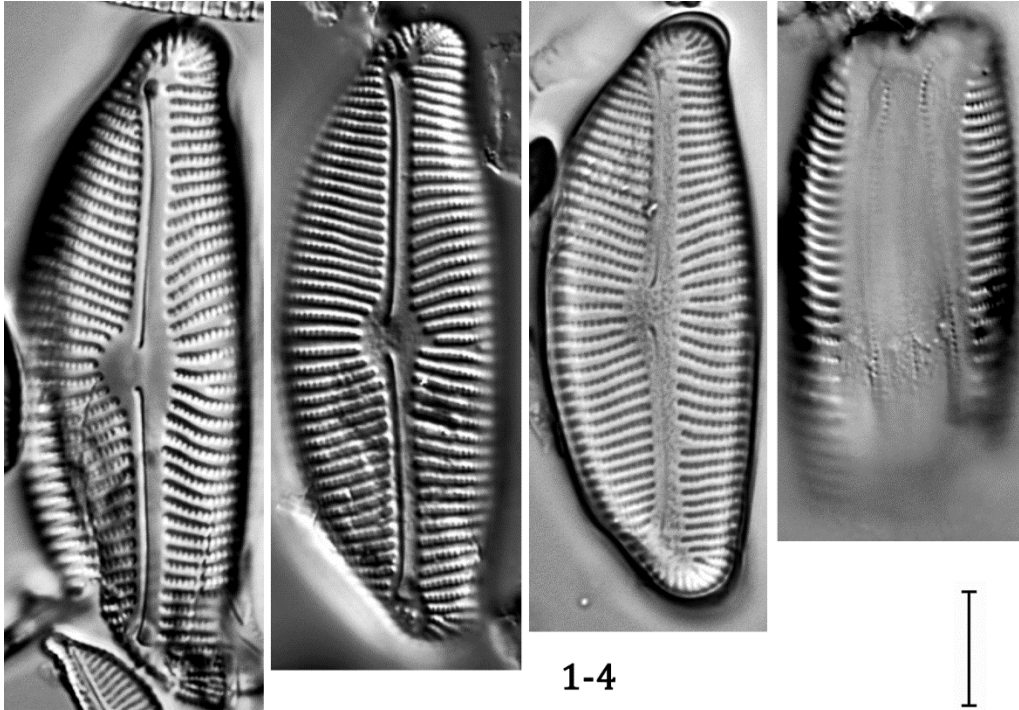


TABLA 56

Sl. 1-32 ×1500

Slike 1-24. *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann

Slike 25, 26. *Encyonopsis subminuta* Krammer & E.Reichardt

Slike 27-29. *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer

Slika 30. *Encyonopsis hustedtii* Bahls

Slike 31, 32. *Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) Krammer

Skala = 10 μm

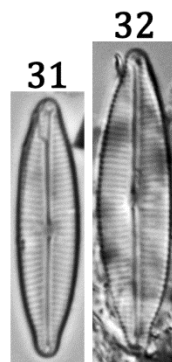
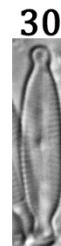
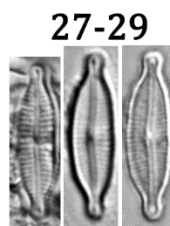
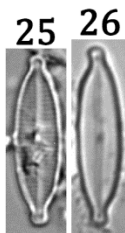
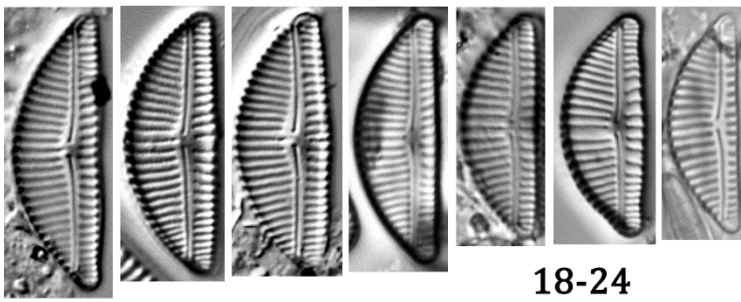
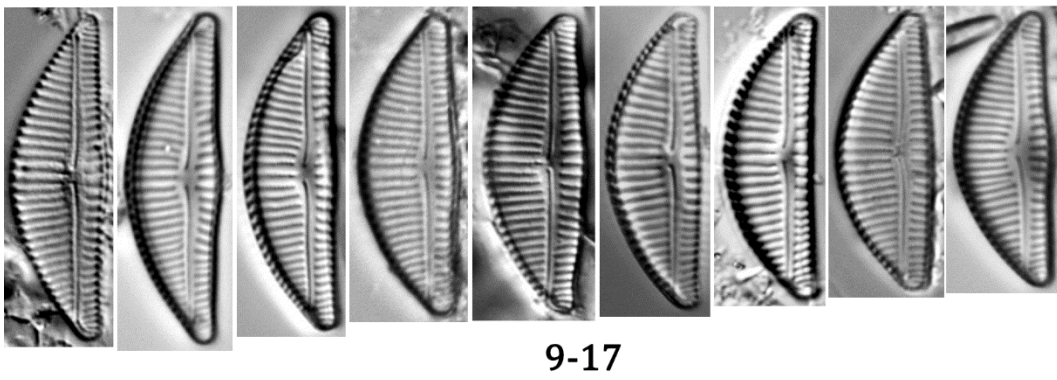
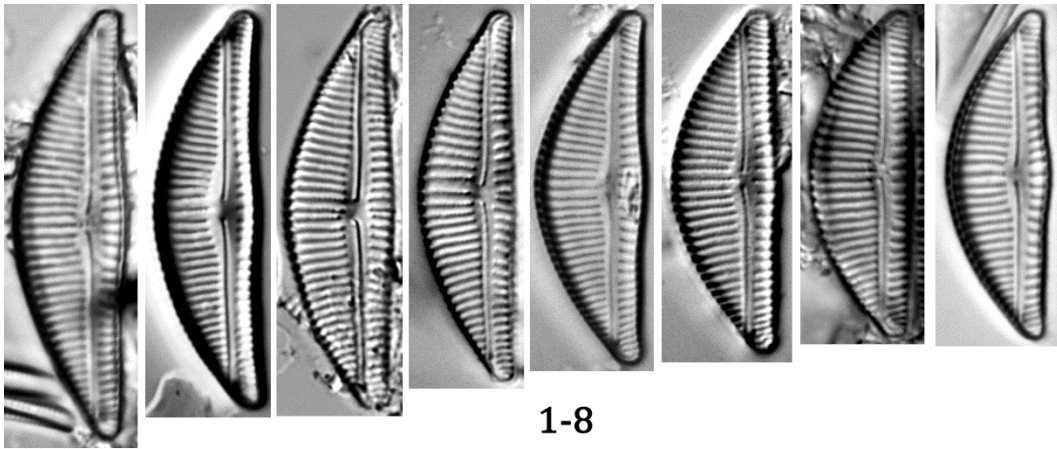


TABLA 57

Sl. 1-26 ×1500

Slike 1-3. *Reimeria ovata* (Hustedt) Levkov & Ector

Slike 4-14, 27. *Reimeria sinuata* (W.Gregory) Kociolek & Stoermer

Slike 15-26, 28. *Reimeria uniseriata* S.E.Sala, J.M.Guerrero & M.E.Ferrario

Skala na Sl. 1-26 = 10 µm, Sl. 27 = 2 µm, Sl. 28 = 5 µm

Slike 27, 28. Spoljašnji izgled valve

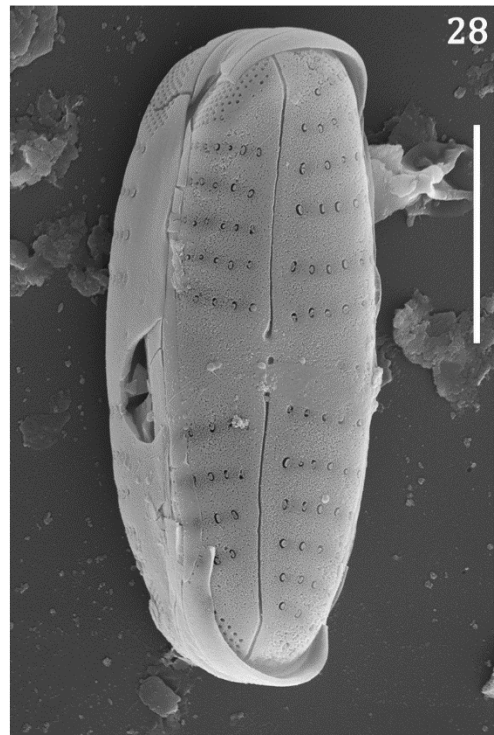
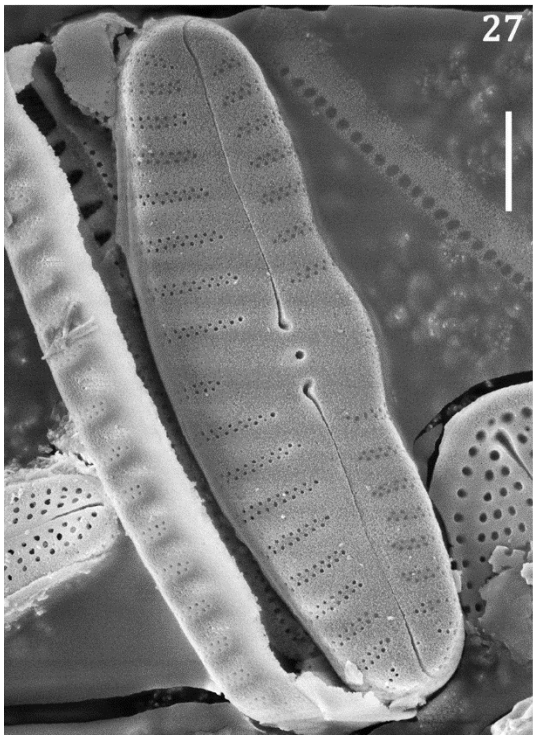
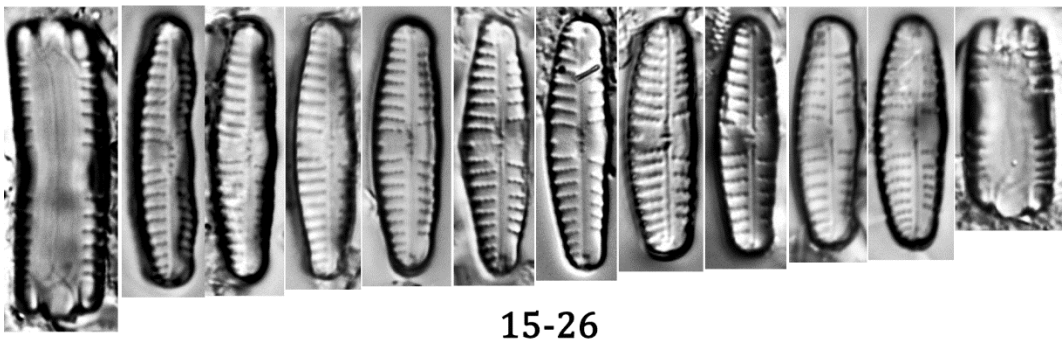
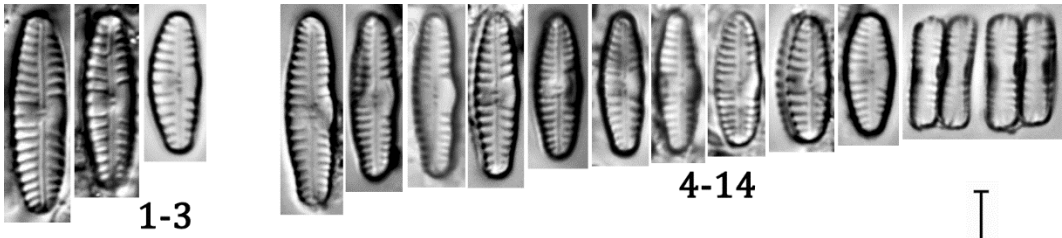
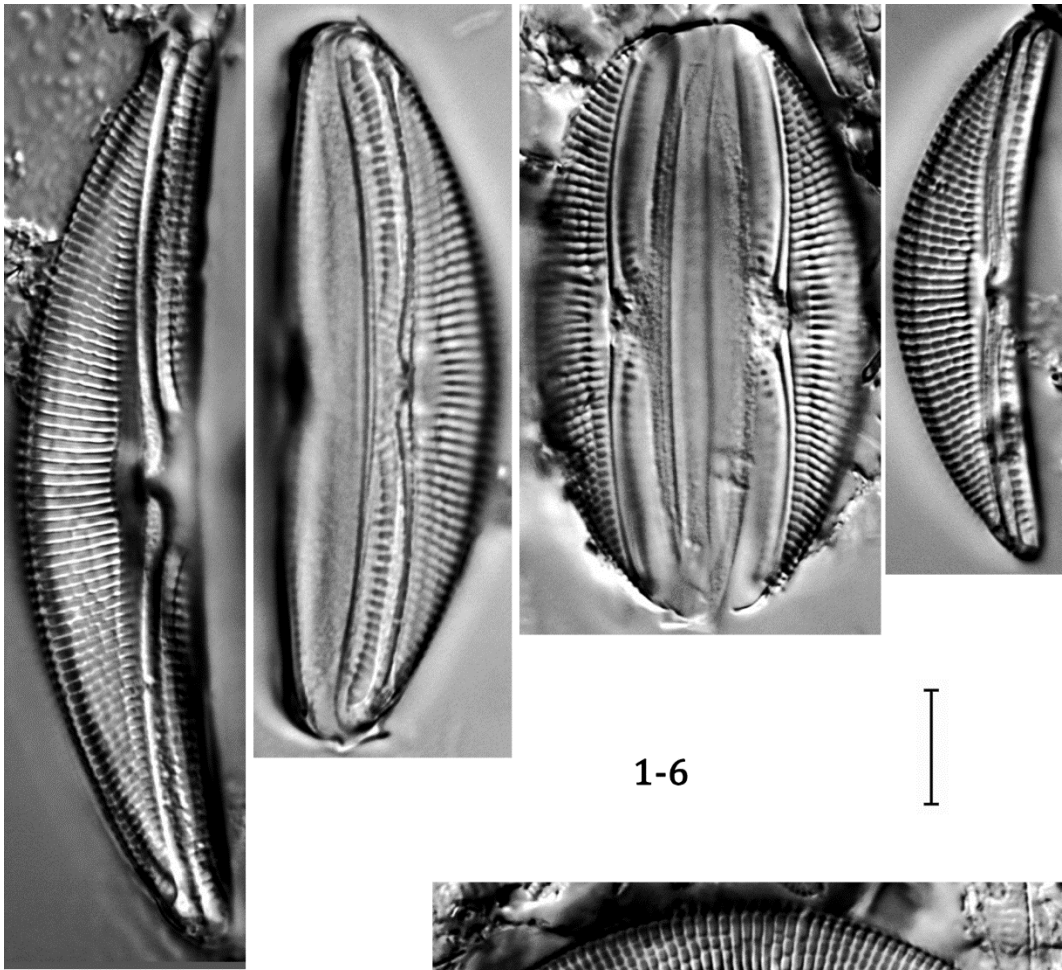


TABLA 58

Sl. 1-6 ×1500

Slike 1-6. *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing

Skala = 10 μm



1-6

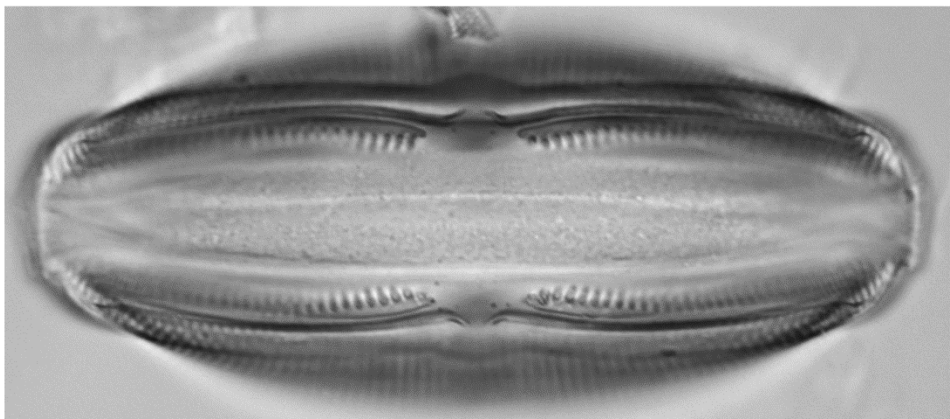
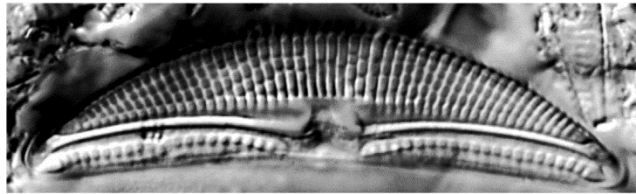


TABLA 59

Sl. 1-23 ×1500

Slike 1, 2. *Amphora lange-bertalotii* Levkov & Metzeltin

Slika 3. *Amphora alpestris* Levkov

Slike 4-7. *Amphora aequalis* Krammer

Slike 8-11. *Amphora micra* Levkov

Slike 12-16. *Amphora meridionalis* Levkov

Slike 17-23. *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald

Skala = 10 µm

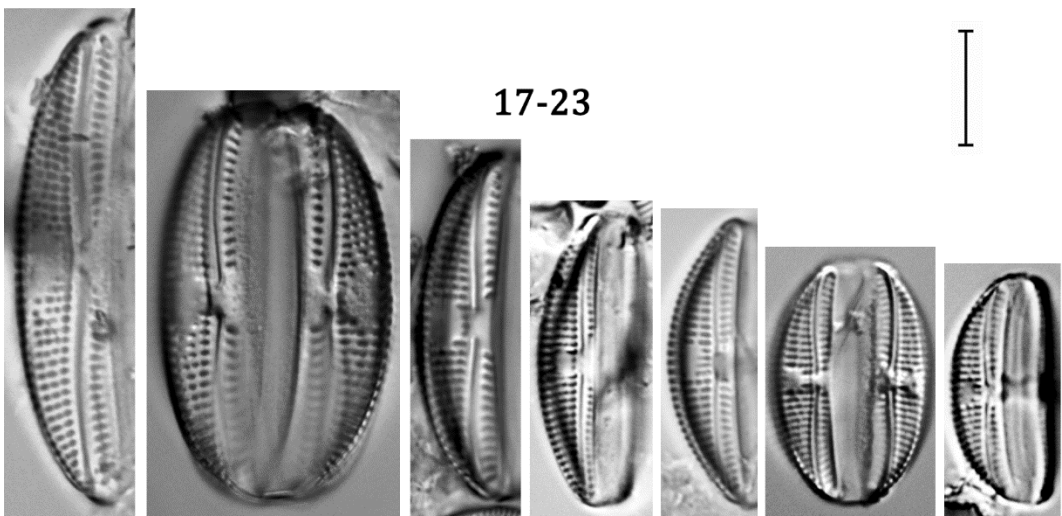
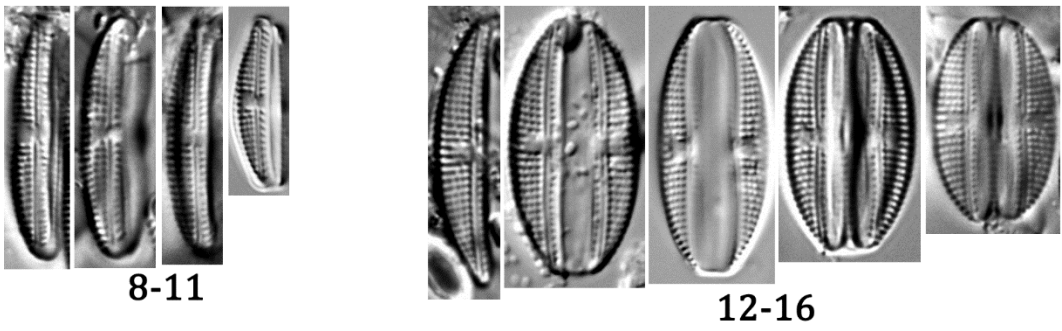
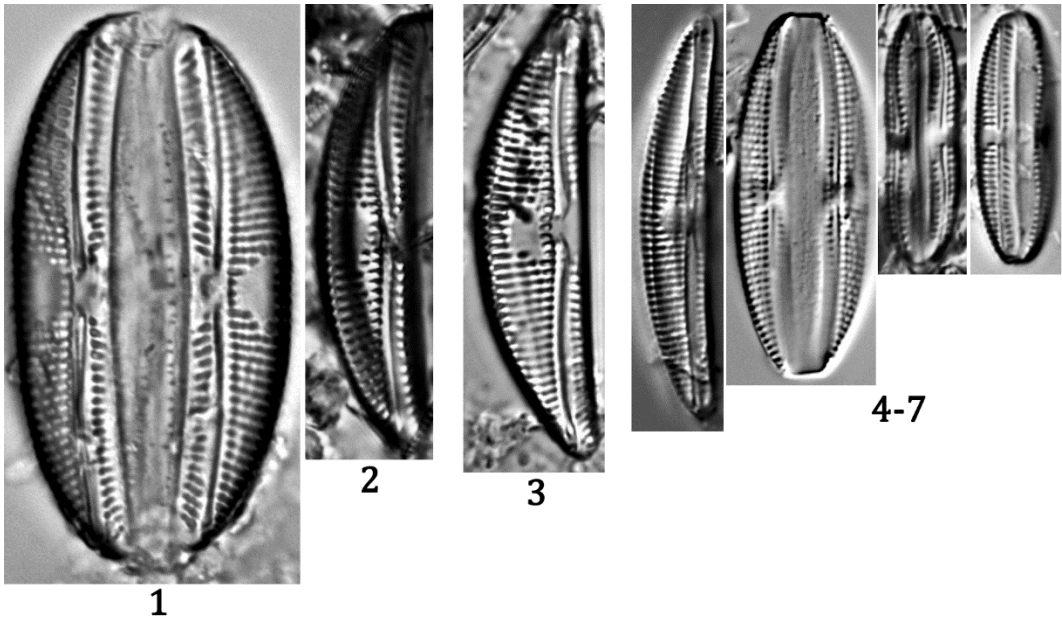


TABLA 60

Sl. 1-52 ×1500

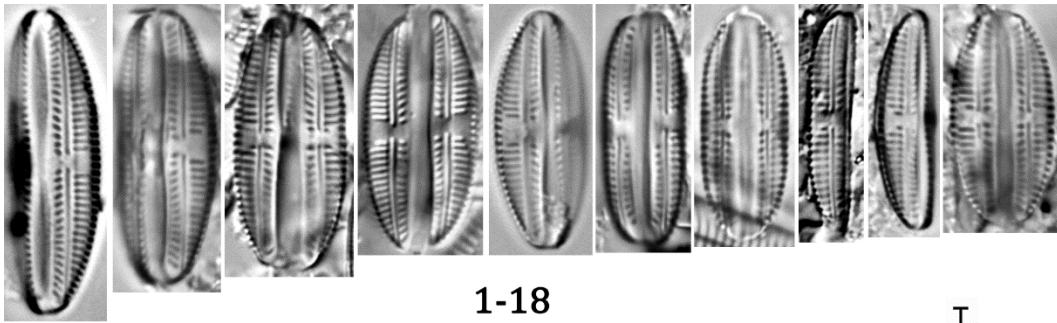
Slike 1-18. *Amphora inariensis* Krammer

Slike 19-42. *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow

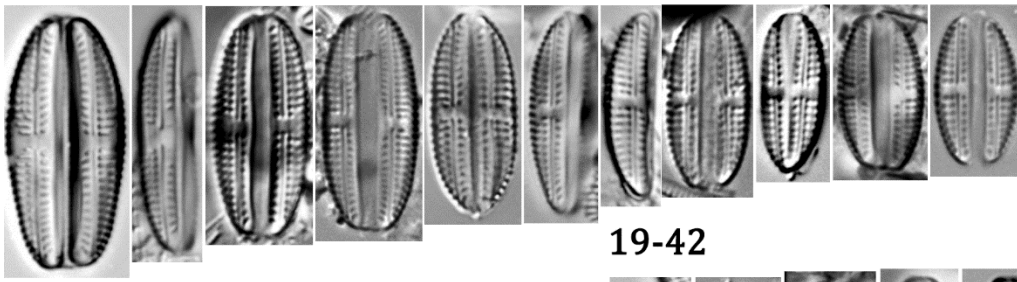
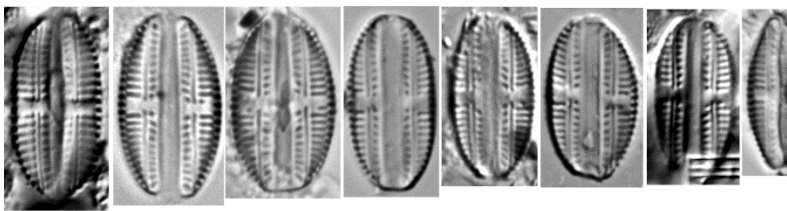
Slike 43-47. *Halamphora normanii* (Rabenhorst) Levkov

Slike 48-52. *Halamphora montana* (Krasske) Levkov

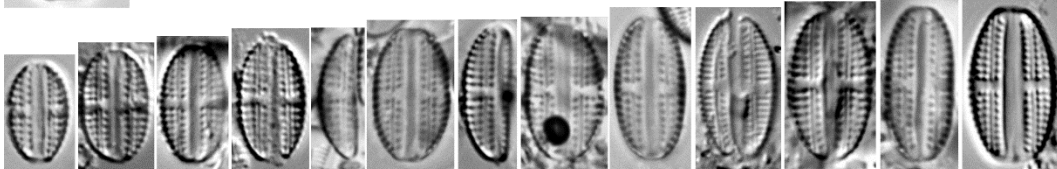
Skala = 10 μm



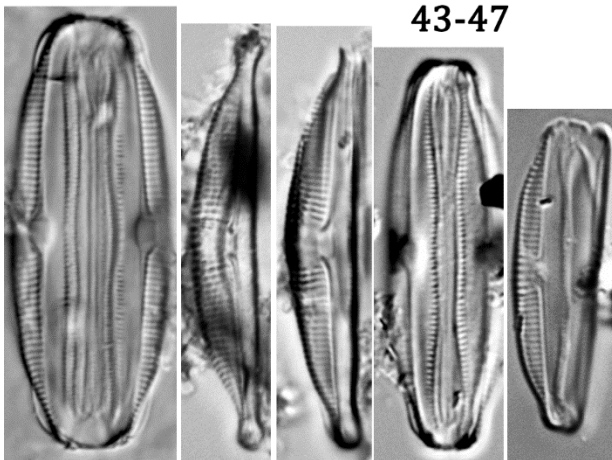
1-18



19-42



43-47



48-52

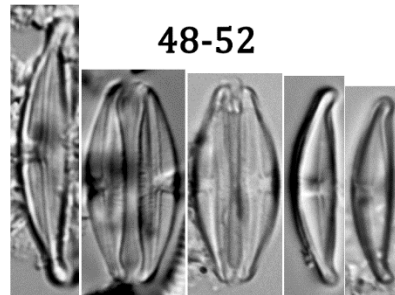


TABLA 61

Slika 1. *Amphora meridionalis* Levkov

Slike 2-5. *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow

Skala na Sl. 1, 2 = 5 μm , Sl. 3-5 = 2 μm

Slike 1-6. Spoljašnji izgled obe valve

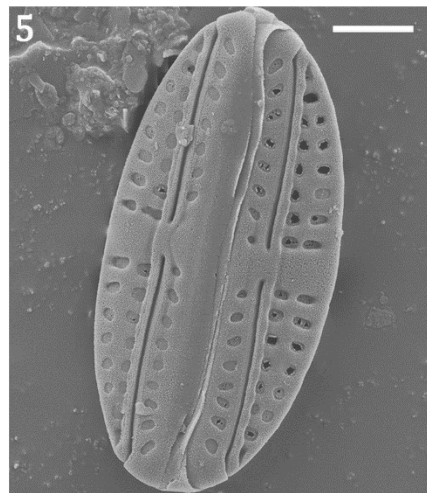
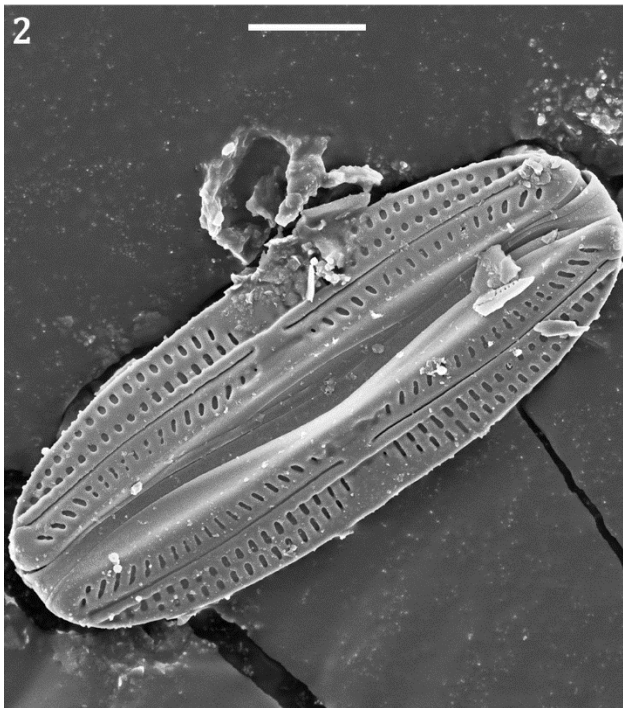
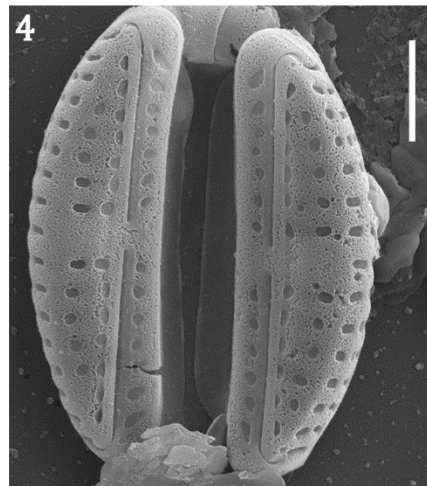
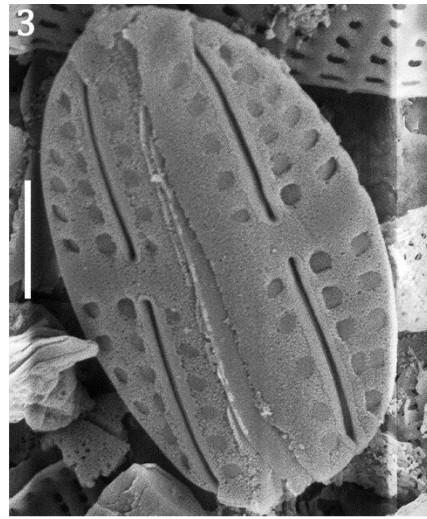
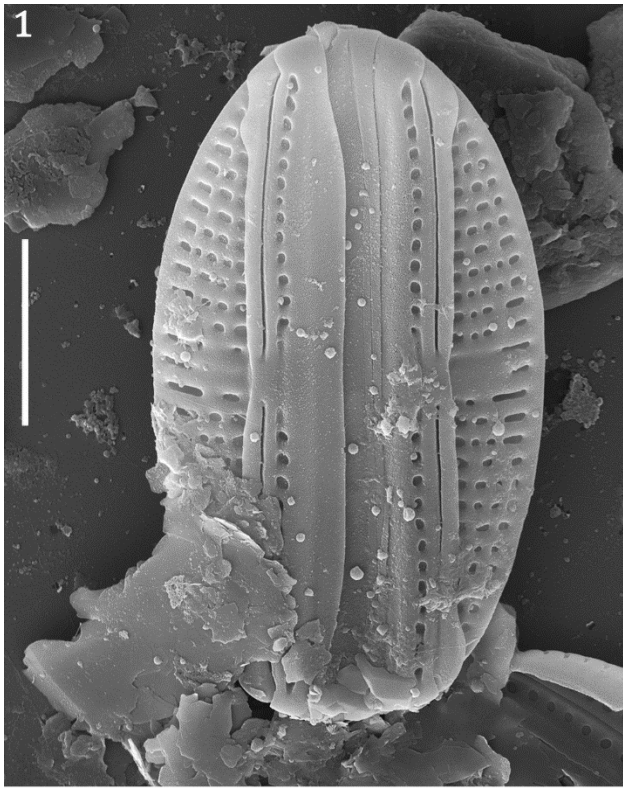


TABLA 62

Sl. 1-23 ×1500

Slike 1-3. *Gomphonema capitatum* Ehrenberg

Slike 4-7. *Gomphonema truncatum* Ehrenberg

Slike 8-12. *Gomphonema subclavatum* (Grunow) Grunow

Slike 13, 14. *Gomphonema italicum* Kützing

Slike 15-19. *Gomphonema occultum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slike 20-23. *Gomphonema productum* (Grunow) Lange-Bertalot & E.Reichardt

Skala = 10 µm

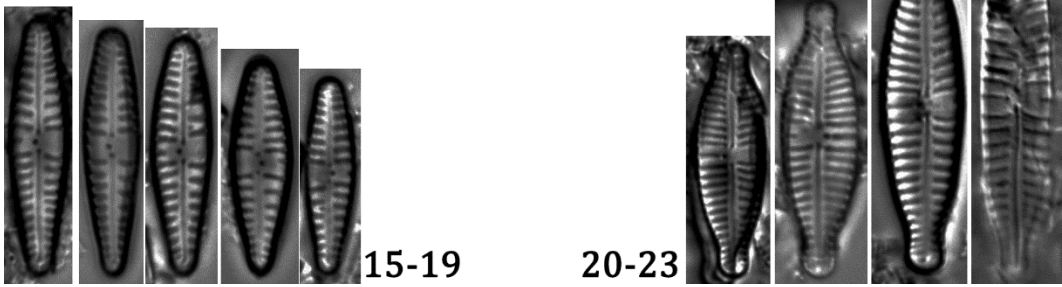
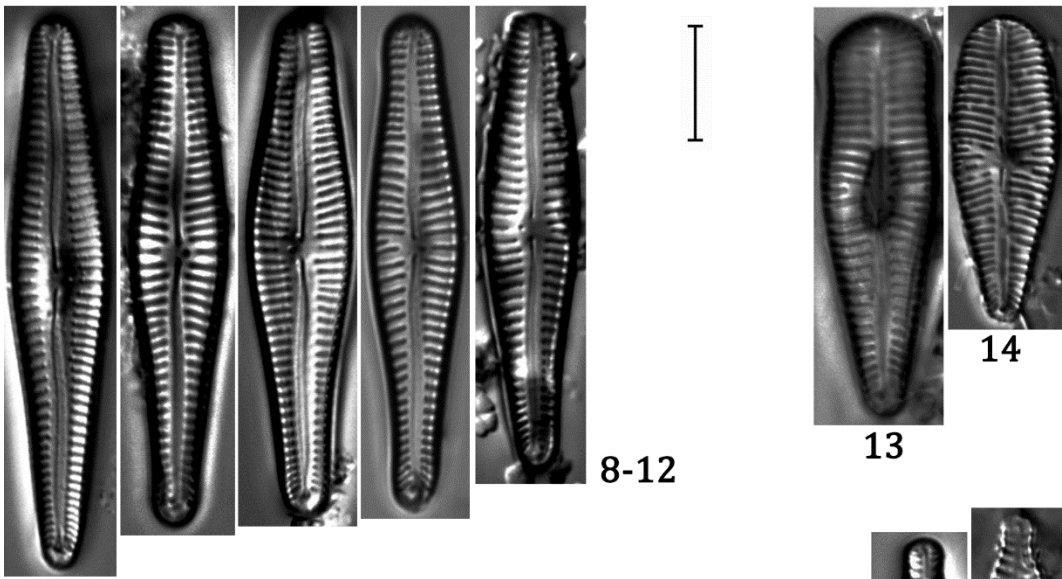
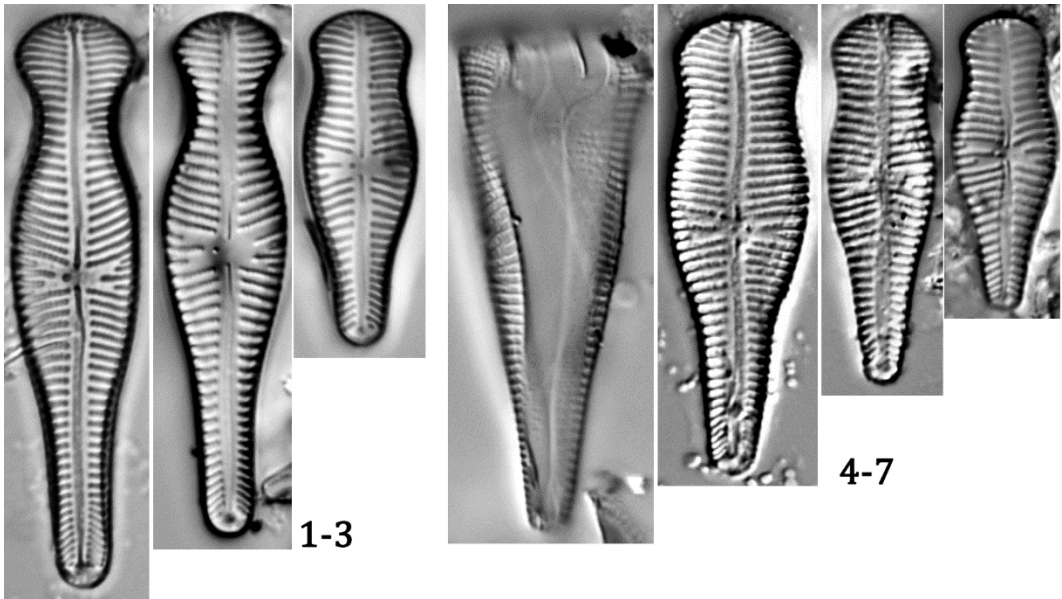


TABLA 63

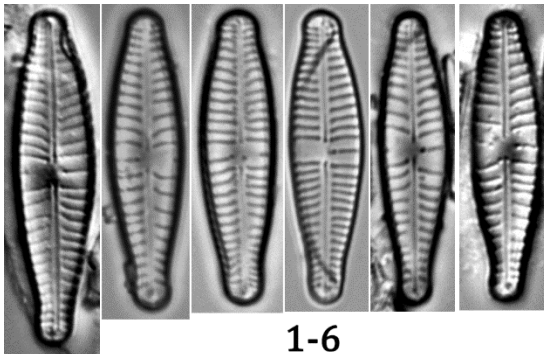
Sl. 1-38 ×1500

Slike 1-6. *Gomphonema cymbelliclinum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

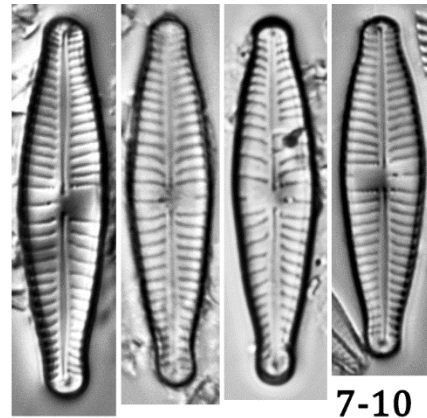
Slike 7-31. *Gomphonema micropus* Kützing

Slike 32-38. *Gomphonema drutelingense* E.Reichardt

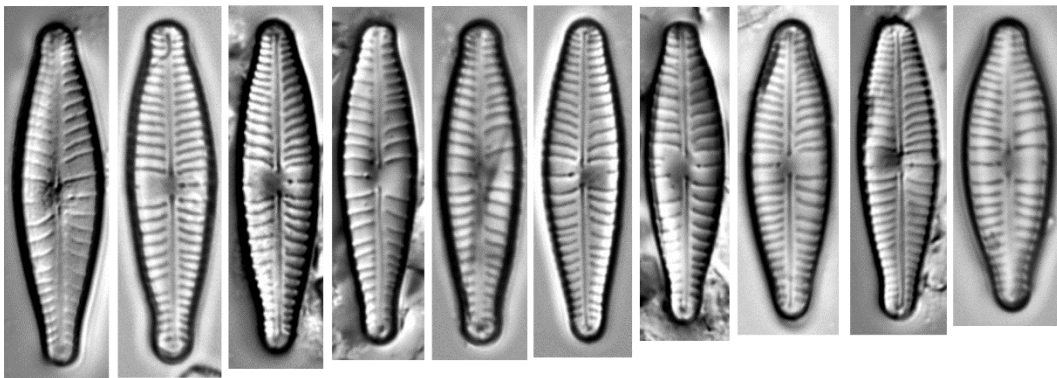
Skala = 10 μm



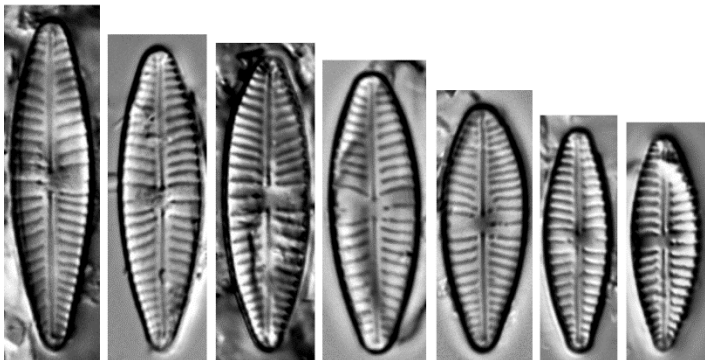
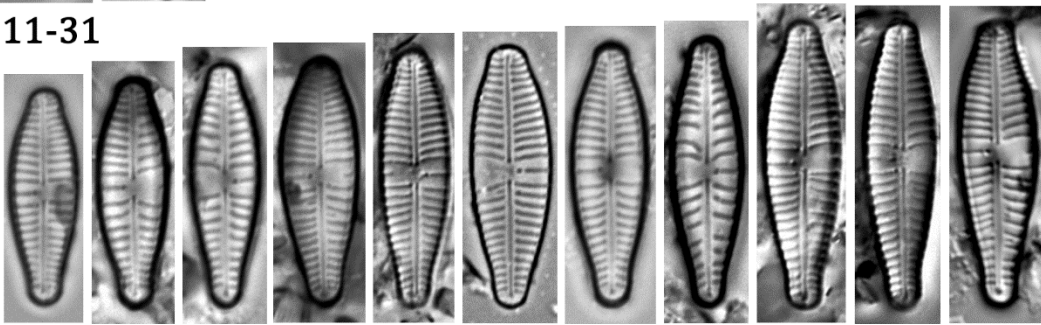
1-6



7-10



11-31



32-38



TABLA 64

Sl. 1-43 ×1500

Slike 1-10. *Gomphonema lagenula* Kützing

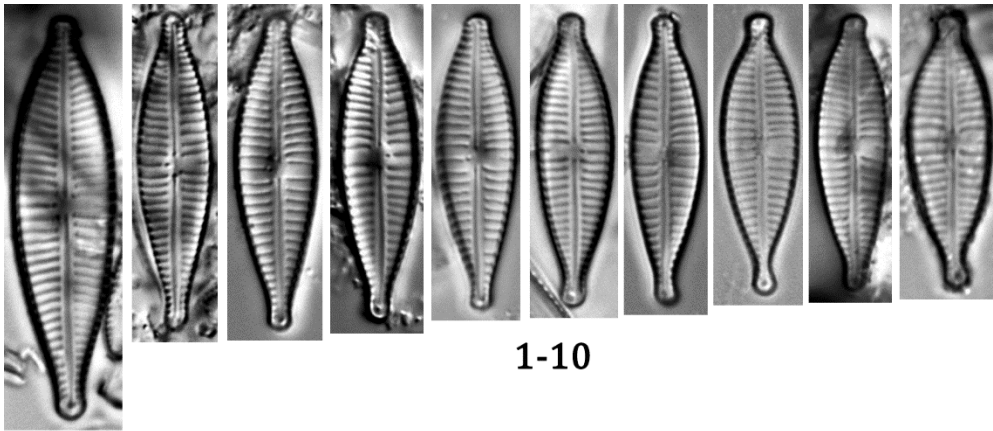
Slike 11-29. *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing

Slike 30-34. *Gomphonema saprophilum* (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Abraca,
R.Jahn, J.Zimmermann & Enke

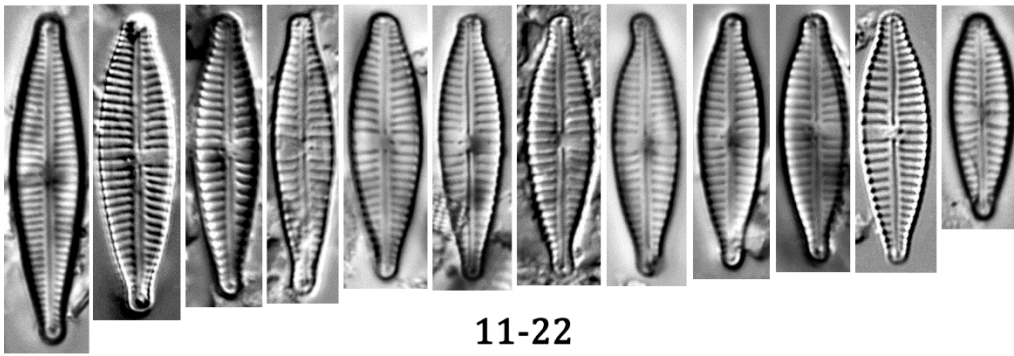
Slike 35, 36. *Gomphonema varioeduncum* Jüttner, Ector, E. Reichardt, et al.

Slike 37-43. *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & E.Reichardt

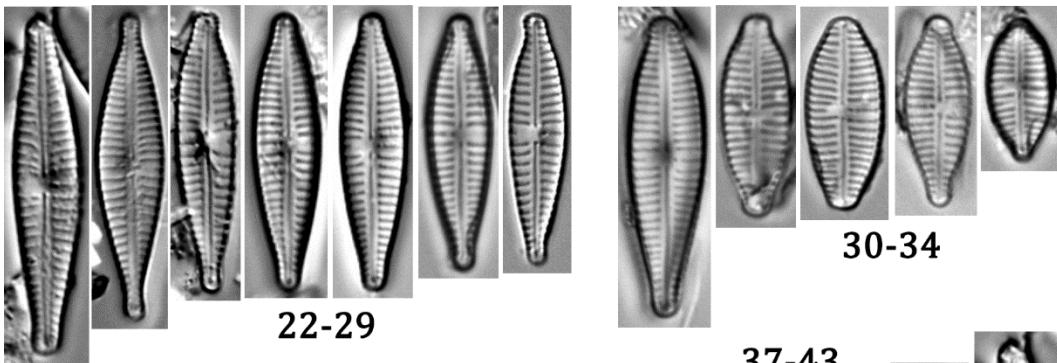
Skala = 10 µm



1-10

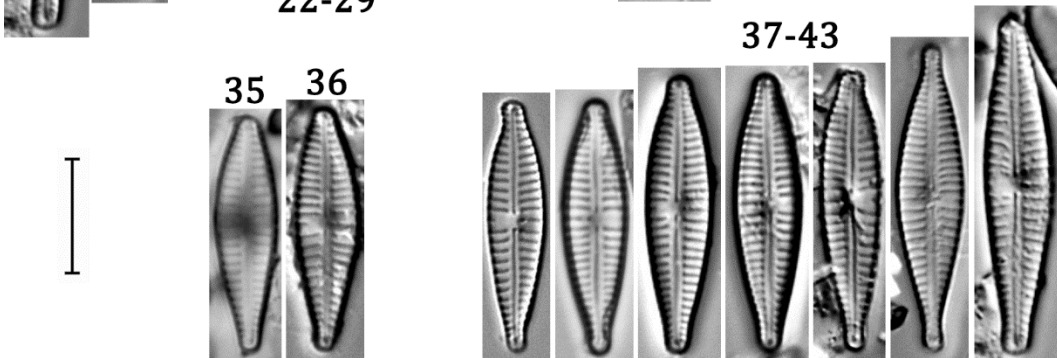


11-22



22-29

30-34



35 36

37-43



TABLA 65

Sl. 1-68 ×1500

Slike 1-16. *Gomphonema pumilum* (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slike 17-37. *Gomphonema elegantissimum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slike 38-51. *Gomphonema angustivalva* E.Reichardt

Slike 52-68. *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Skala = 10 μm

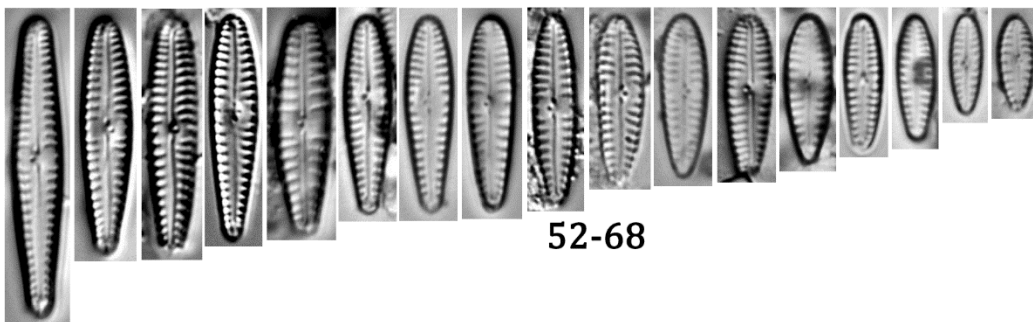
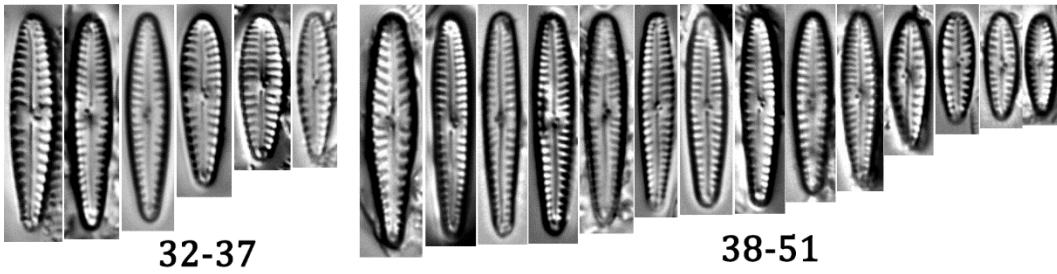
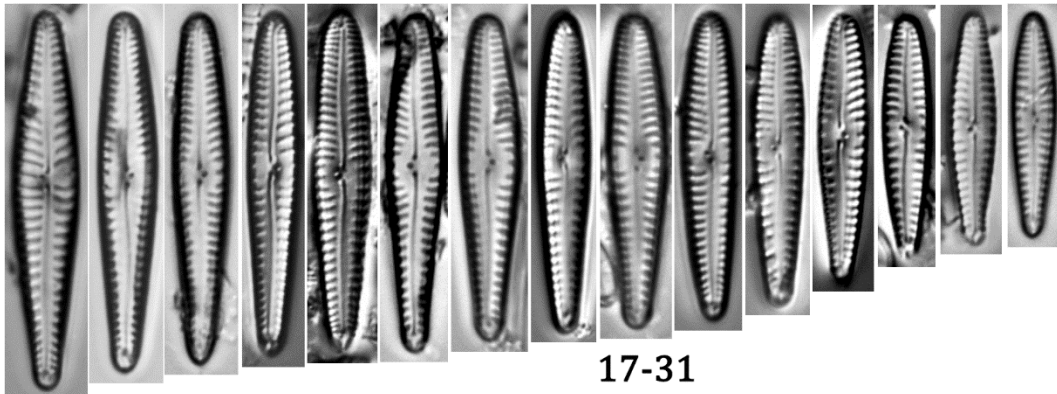
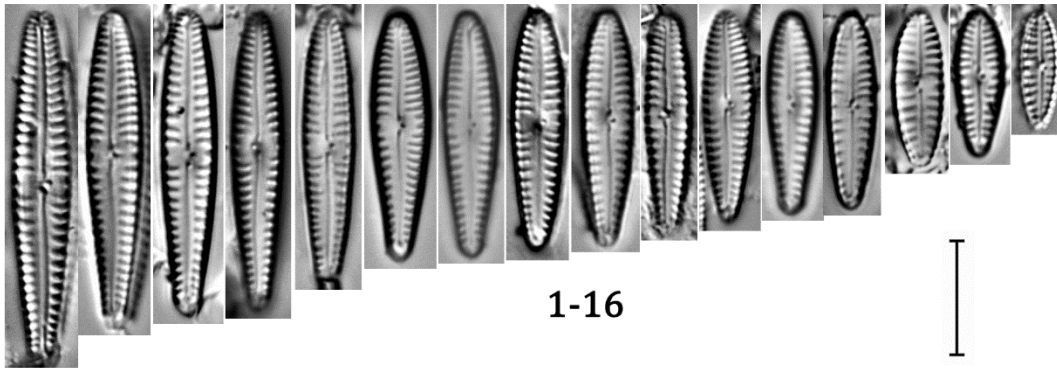


TABLA 66

Sl. 1-30 ×1500

Slike 1-12. *Gomphonema parvuliforme* Levkov, Mitic-Kopanja & E.Reichardt

Slike 13-16. *Gomphonema sarcophagus* W.Gregory

Slika 17. *Gomphonema procerum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slike 18, 19. *Gomphonema ristovskae* Levkov & Tofilovska

Slike 20-28. *Gomphonema minutum* (C.Agardh) C.Agardh

Slike 29, 30. *Gomphonema calcifugum* Lange-Bertalot & E.Reichardt

Skala = 10 μm

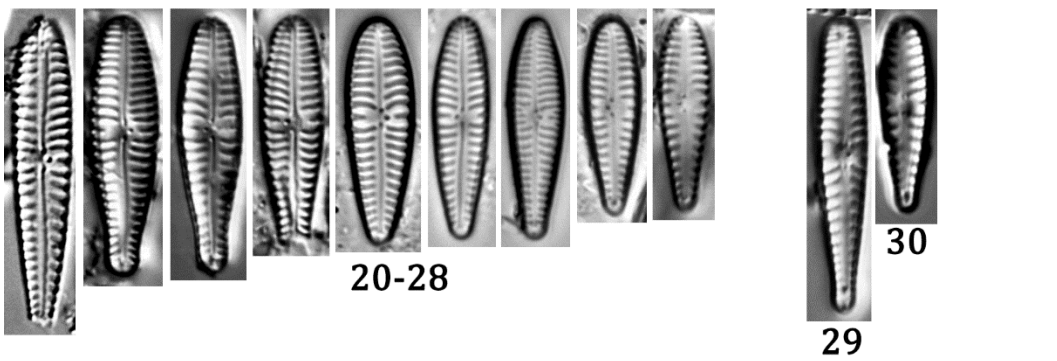
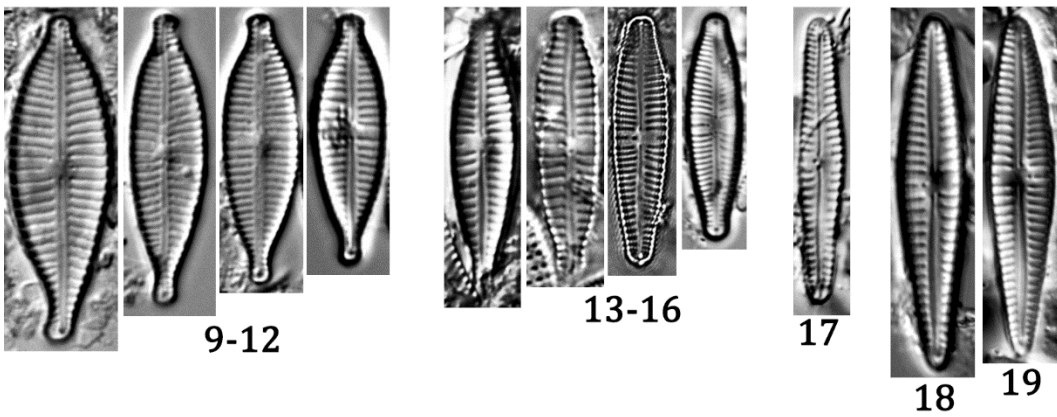
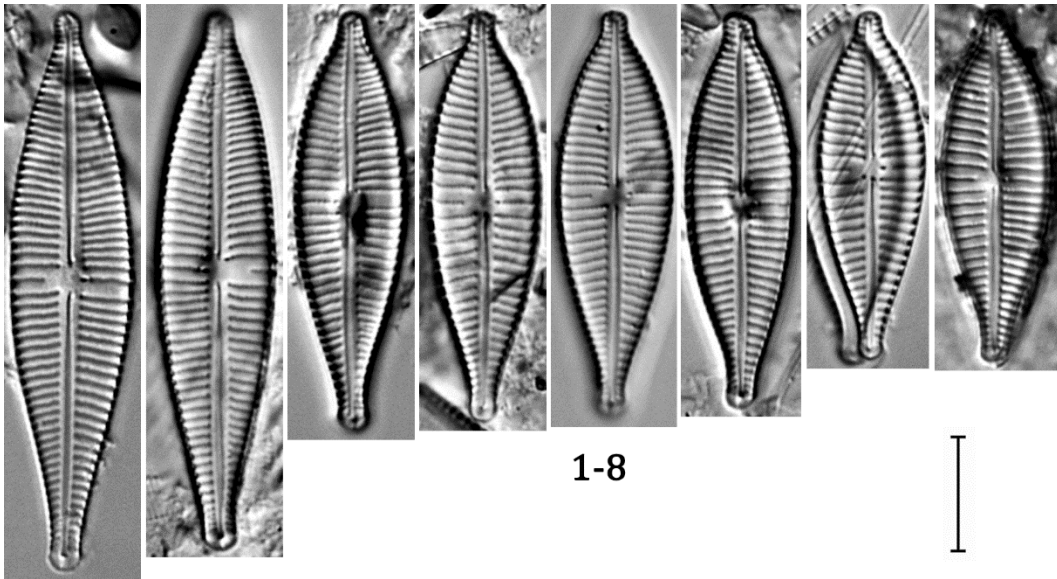


TABLA 67

Sl. 1-34 ×1500

Slike 1-5. *Gomphonema olivaceolacuum* (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Lange-Bertalot & E.Reichardt

Slike 6-26. *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson

Slike 27-34. *Gomphonema vulgare* Brébisson

Skala = 10 µm

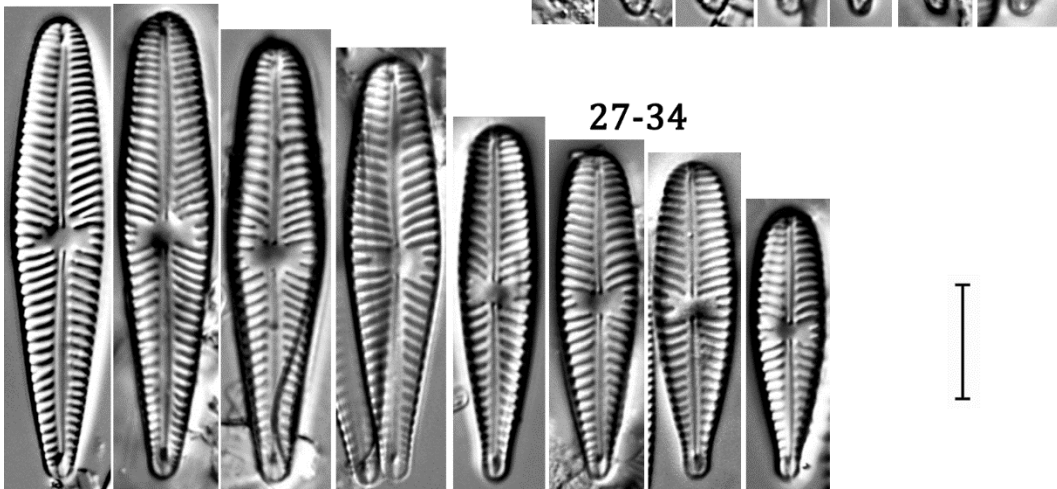
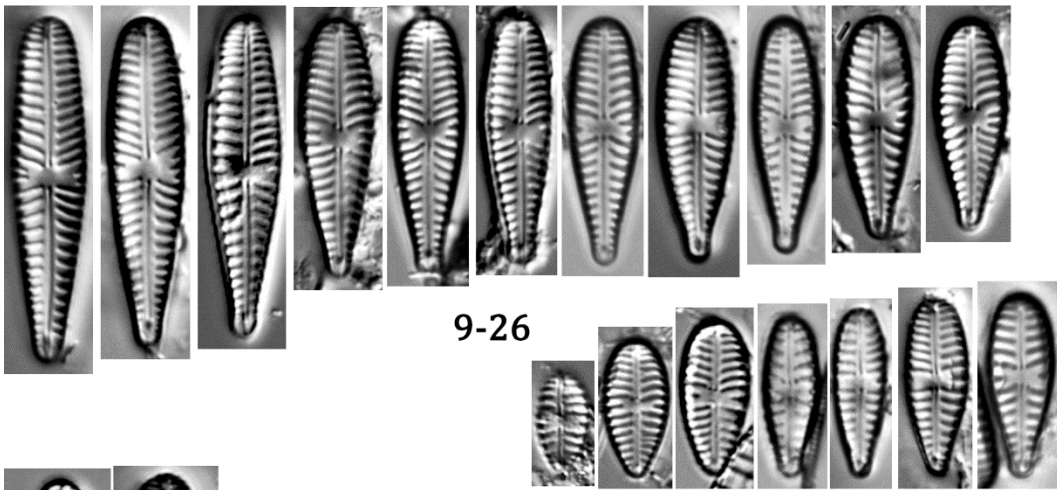
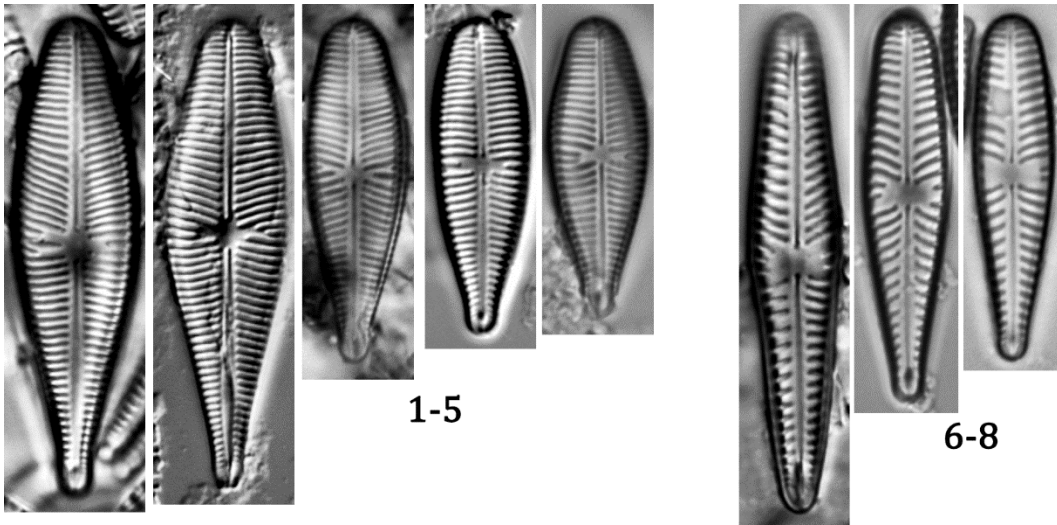


TABLA 68

Sl. 1-38 ×1500

Slike 1-4. *Gomphonema zellense* E.Reichardt

Slike 5-9. *Gomphonema angustius* E.Reichardt

Slike 10-26. *Gomphonema tergestinum* (Grunow) Fricke

Slika 27. *Gomphonema rosenstockianum* Lange-Bertalot & Reichardt

Slike 28-30. *Gomphonema* sp. 1

Slike 31, 32. *Gomphonema* sp. 2

Slika 33. *Gomphonema* sp. 3

Slika 34. *Gomphonema* sp. 4

Slika 35. *Gomphonema* sp. 5

Slika 36. *Gomphonema* sp. 6

Slika 37. *Gomphonema* sp. 7

Slika 38. *Gomphonema* sp. 8

Skala = 10 μm

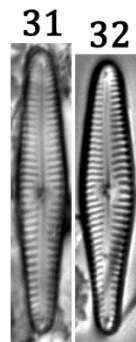
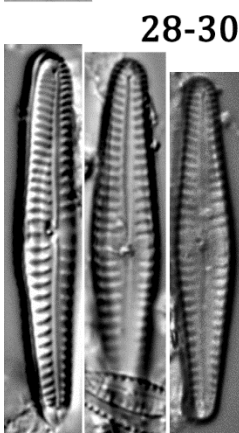
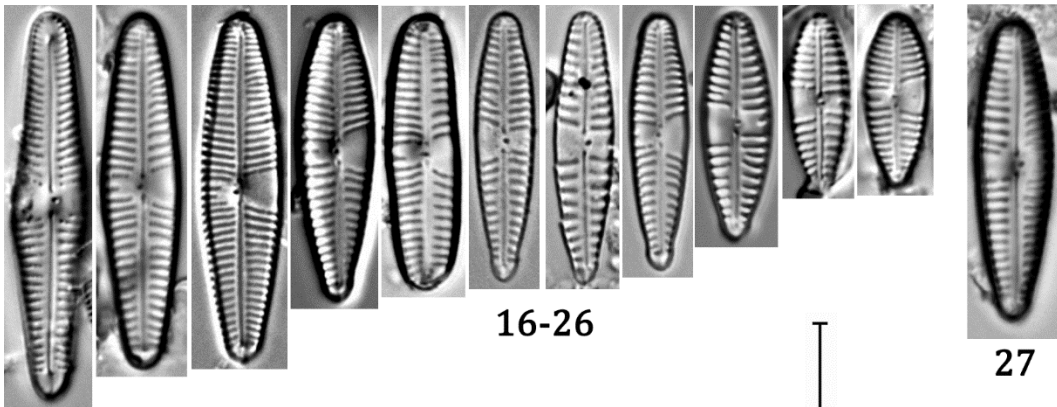
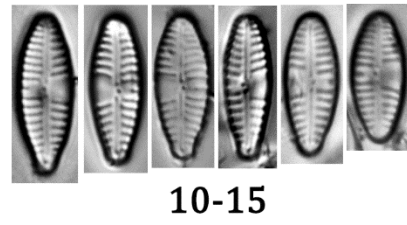
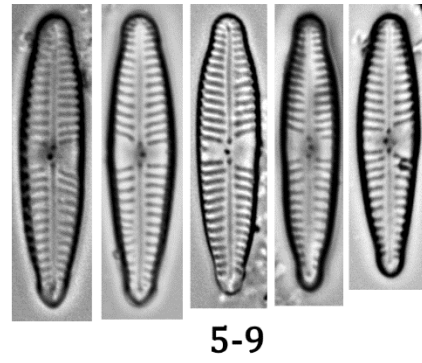
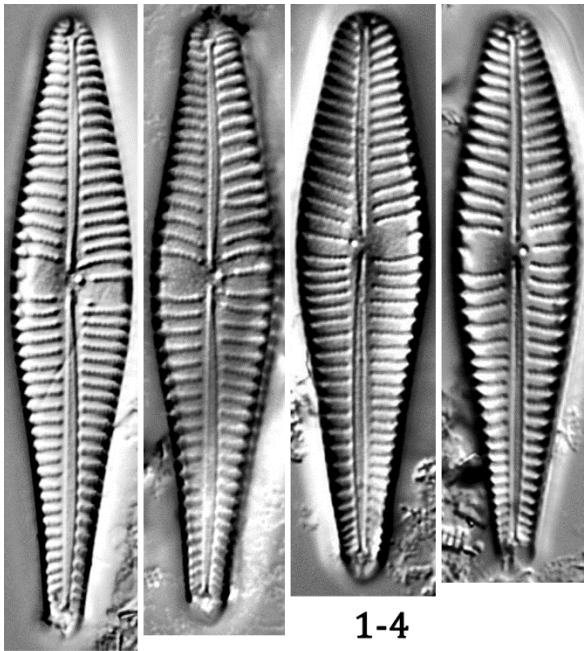


TABLA 69

Slike 1, 3. *Gomphonema cymbelliclinum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slika 2. *Gomphonema micropus* Kützing

Slike 4, 5. *Gomphonema truncatum* Ehrenberg

Skala na Sl. 1, 3-5 = 10 µm, Sl. 2 = 2 µm

Slike 1-3, 5. Spoljašnji izgled valve

Slika 4. Unutrašnji izgled valve

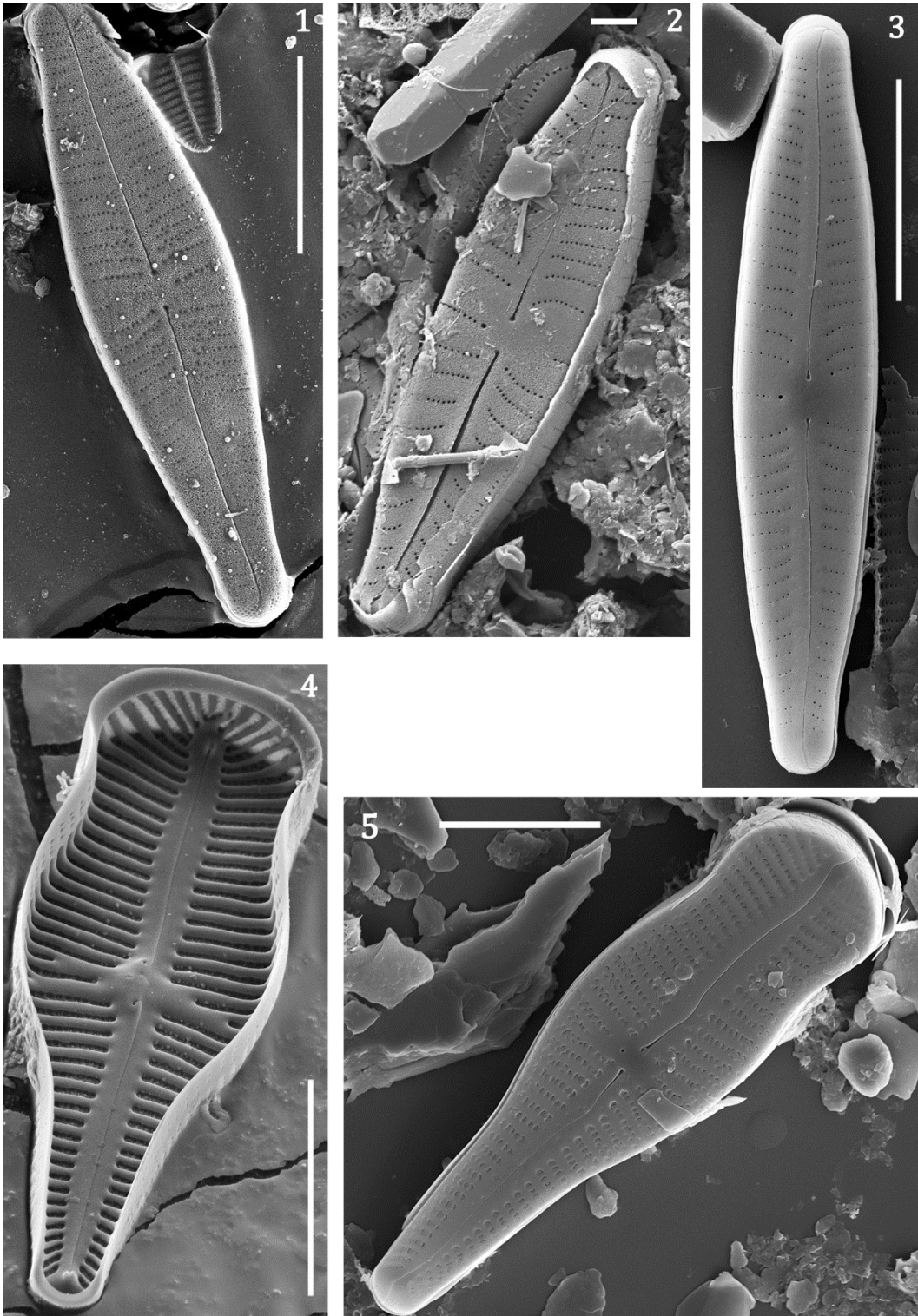


TABLA 70

Slika 1. *Gomphonema tergestinum* (Grunow) Fricke

Slike 2, 3, 5. *Gomphonema pumilum* (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slika 4. *Gomphonema parvuliforme* Levkov, Mitic-Kopanja & E.Reichardt

Slika 6. *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson

Slika 7. *Gomphonema lagenula* Kützing

Slika 8. *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1, 3-5, 8 = 5 μm , Sl. 2, 6, 7 = 10 μm

Slike 1, 4-8. Spoljašnji izgled valve

Slike 2, 3. Unutrašnji izgled valve

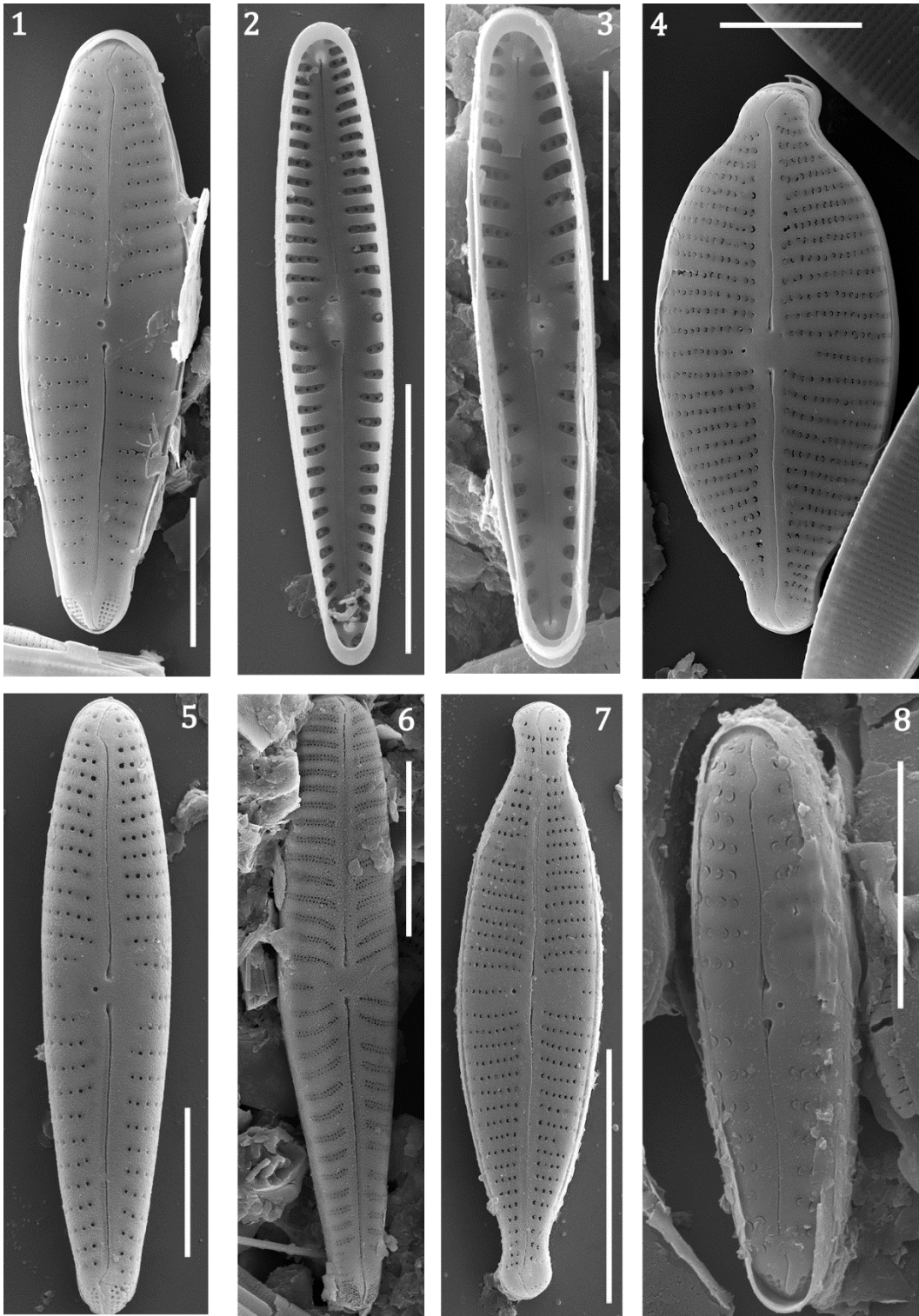


TABLA 71

Sl. 1-25 ×1500

Slike 1-12. *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot

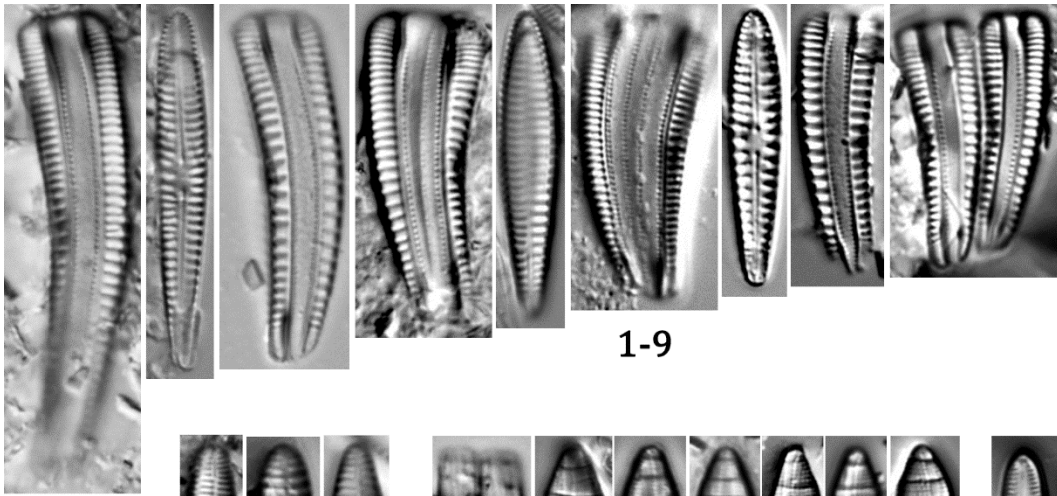
Slike 13-19. *Denticula tenuis* Kützing

Slika 20. *Gomphosphenia lingulatiformis* (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Lange-Bertalot

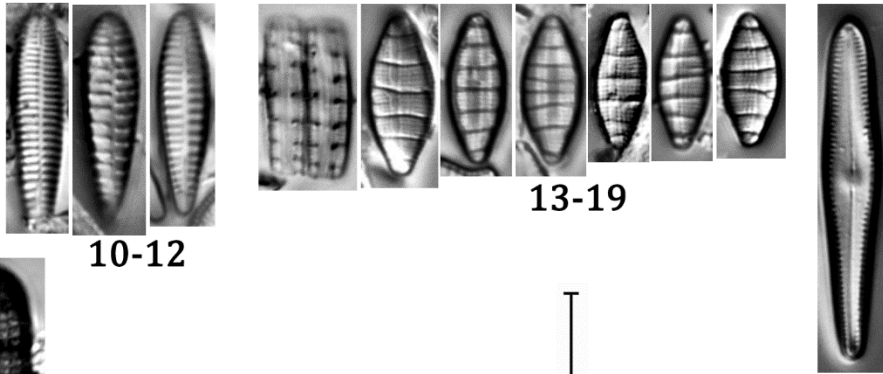
Slike 21-23. *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson

Slike 24, 25. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.Müller

Skala = 10 µm



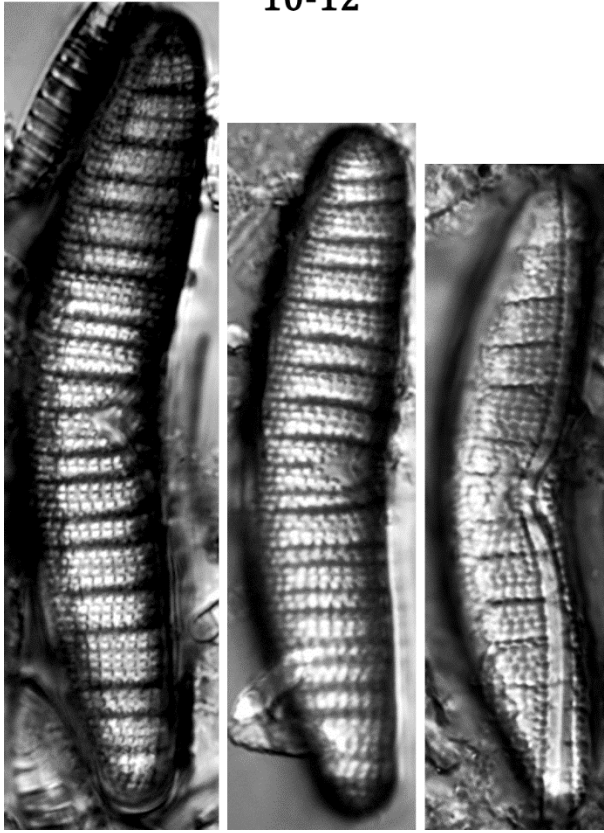
1-9



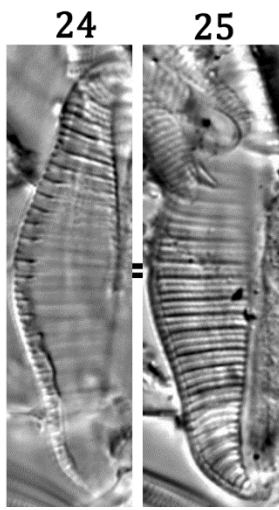
10-12

13-19

20



21-23



24

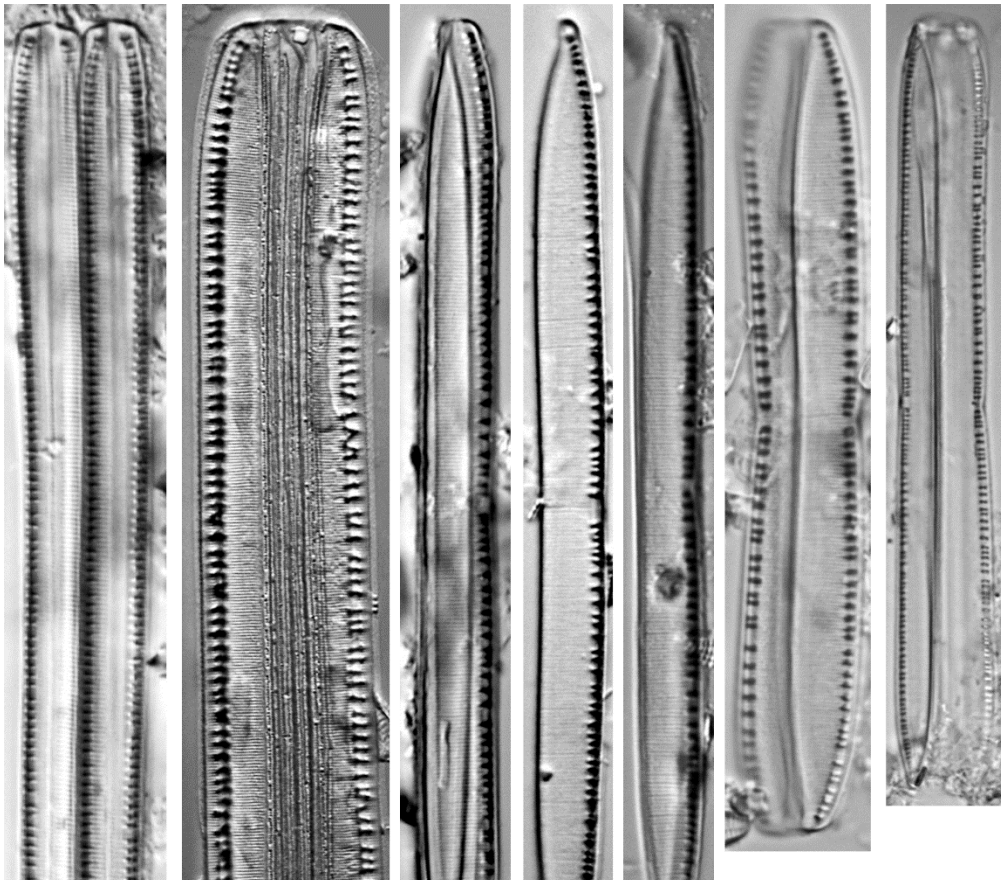
25

TABLA 72

Sl. 1-10 ×1500

Slike 1-10. *Nitzschia linearis* W.Smith

Skala = 10 μm



1-10

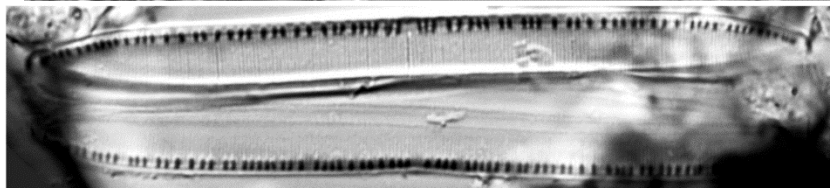
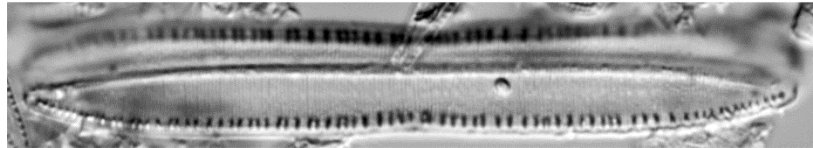
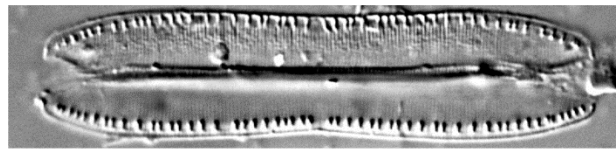


TABLA 73

Sl. 1-17 ×1500

Slika 1. *Nitzschia* sp. 12

Slike 2, 3. *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W.Smith

Slike 4, 5. *Nitzschia heufleriana* Grunow

Slike 6-8. *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith

Slika 9. *Nitzschia draveillensis* Coste & Ricard

Slika 10. *Nitzschia gracilis* Hantzsch

Slika 11. *Nitzschia* sp. 7

Slika 12. *Nitzschia* sp. 6

Slika 13. *Nitzschia* sp. 11

Slika 14. *Nitzschia* sp. 13

Slika 15. *Nitzschia sublinearis* Hustedt

Slike 16, 17. *Nitzschia intermedia* Hantzsch

Skala = 10 μm

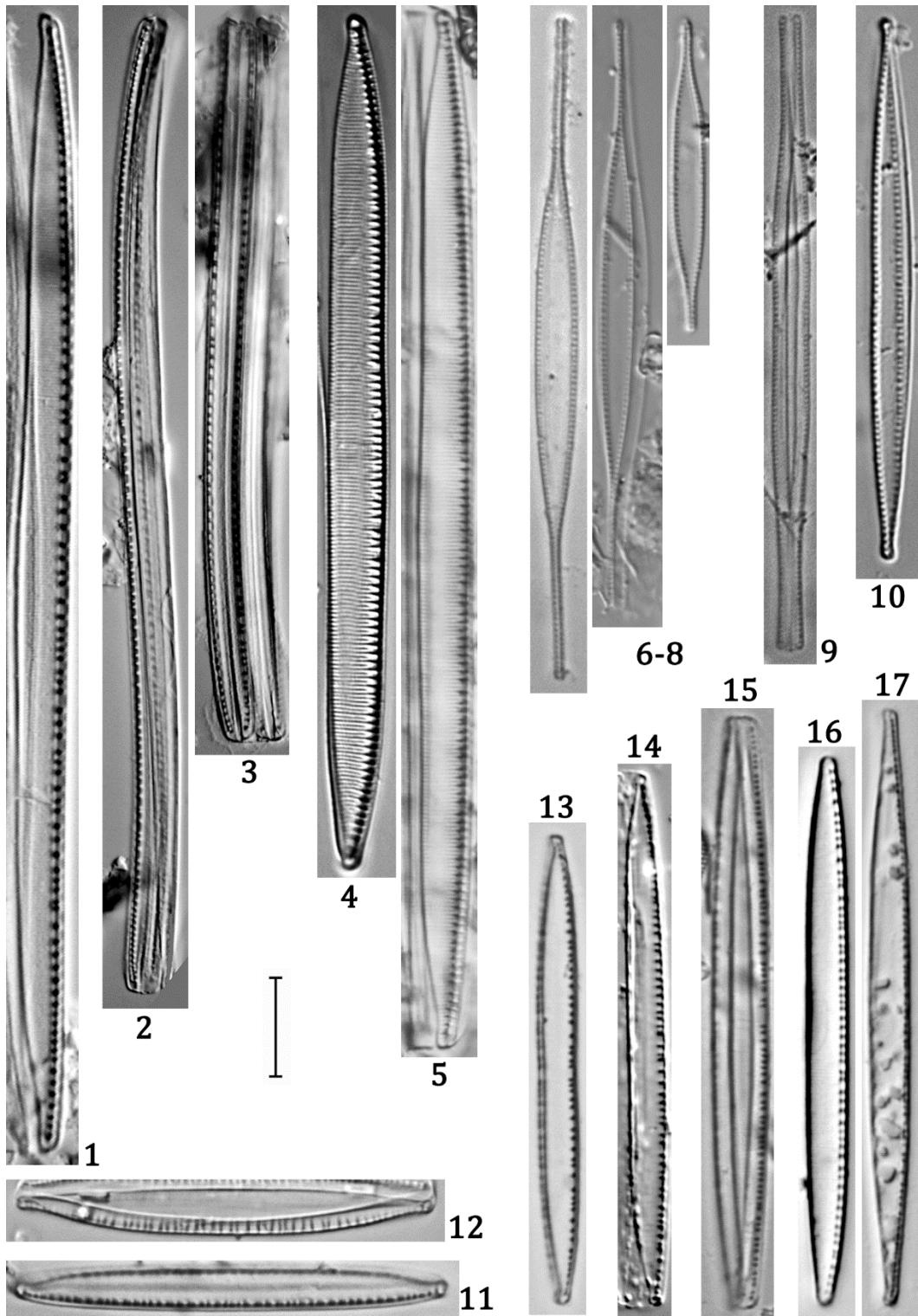


TABLA 74

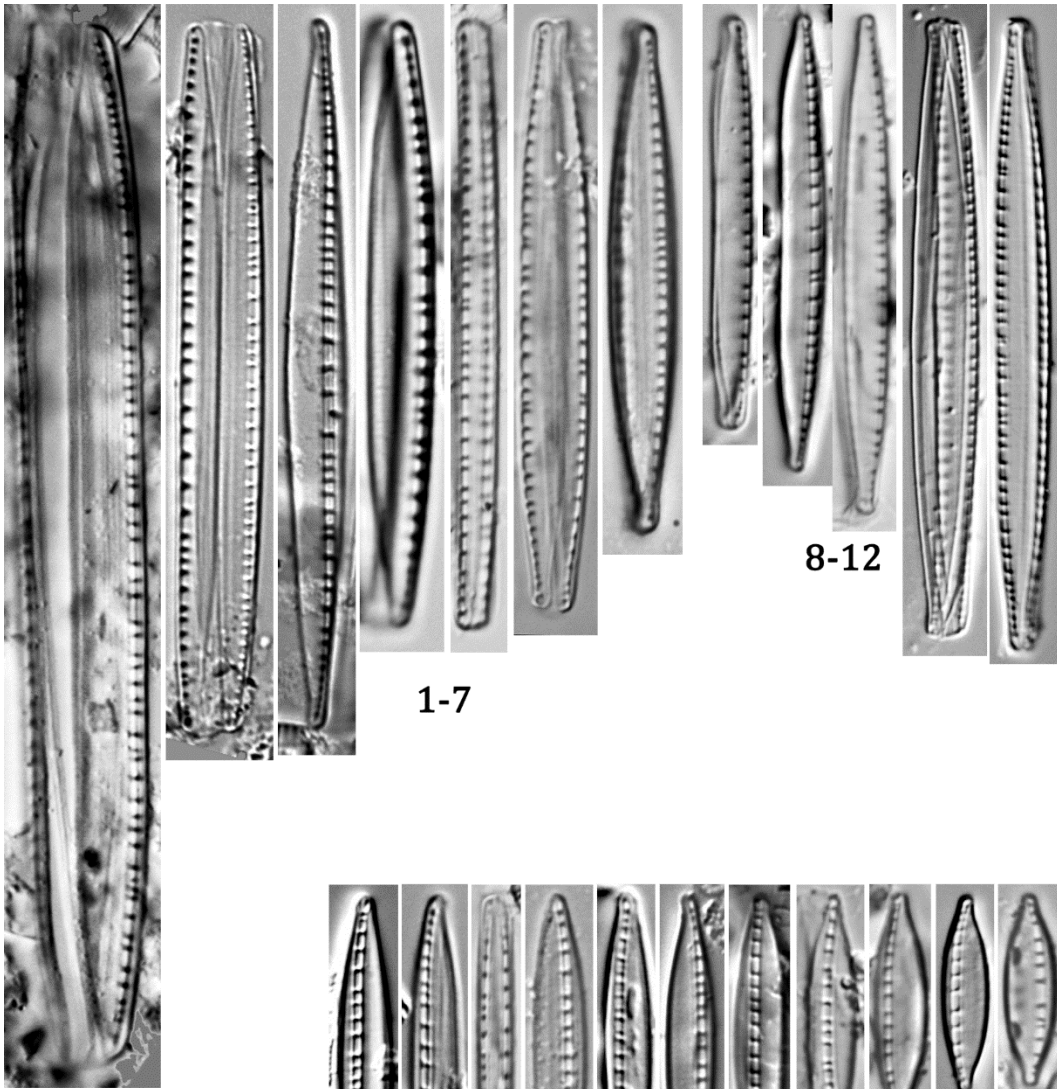
Sl. 1-25 ×1500

Slike 1-7. *Nitzschia recta* Hantzsch ex Rabenhorst

Slike 8-12. *Nitzschia dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow in Van Heurck

Slike 13-25. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst

Skala = 10 μm



1-7

8-12

13-25

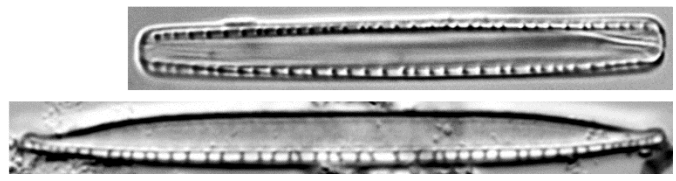


TABLA 75

Sl. 1-45 ×1500

Slike 1-12. *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith

Slike 13, 14. *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot

Slike 15-18. *Nitzschia palea* var. *tenuirostris* Grunow

Slike 19-22. *Nitzschia palea* var. *debilis* (Kützing) Grunow

Slike 23-27. *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow

Slika 28. *Nitzschia perminuta* Grunow

Slika 29. *Nitzschia* sp. 10

Slike 30-35. *Nitzschia pusilla* Grunow

Slike 36-38. *Nitzschia hamburgiensis* Lange-Bertalot

Slike 39-41. *Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot

Slike 42, 43. *Nitzschia suchlandtii* Hustedt

Slika 44. *Nitzschia* sp. 8

Slika 45. *Nitzschia* sp. 2

Skala = 10 µm

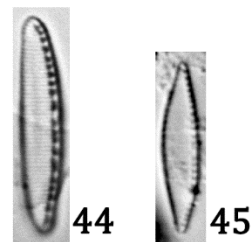
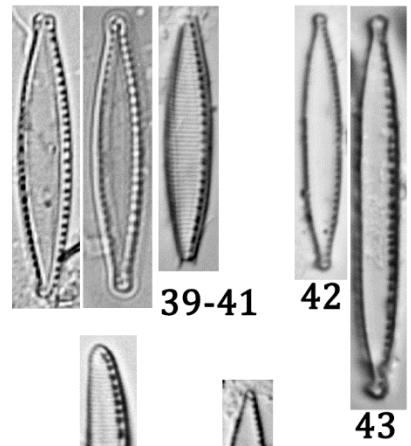
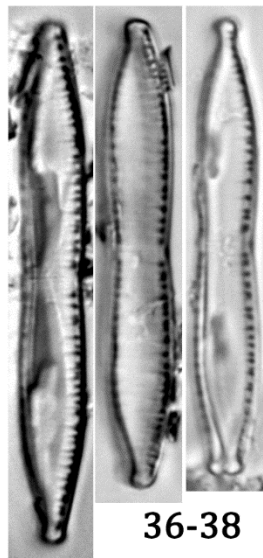
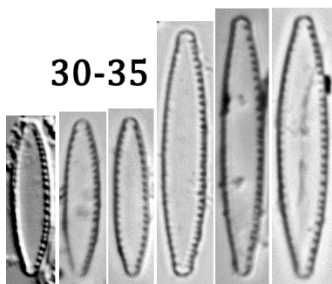
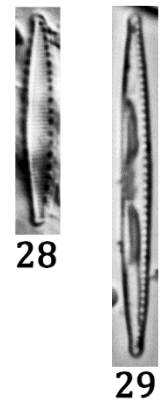
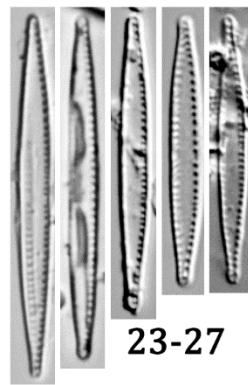
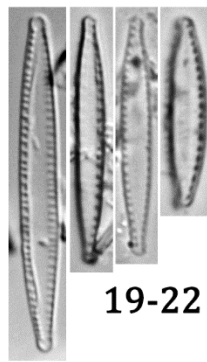
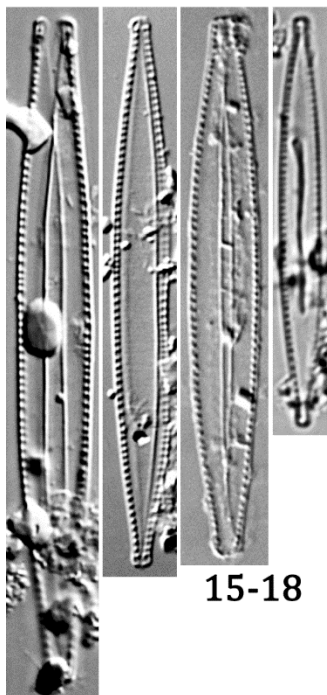
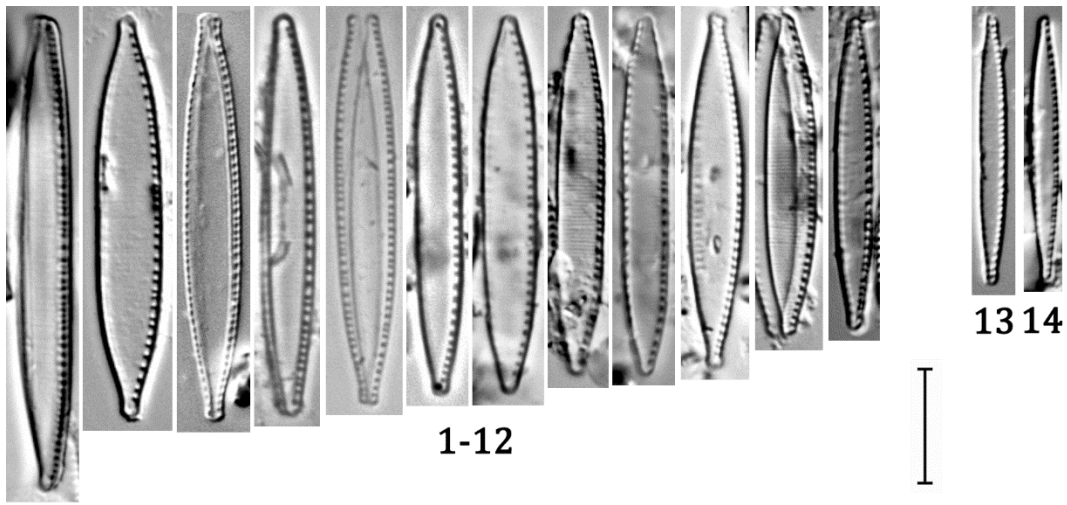


TABLA 76

Sl. 1-62 ×1500

Slike 1-17. *Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow

Slike 18-32. *Nitzschia soratensis* E.A.Morales & M.L.Vis

Slike 33-45. *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst

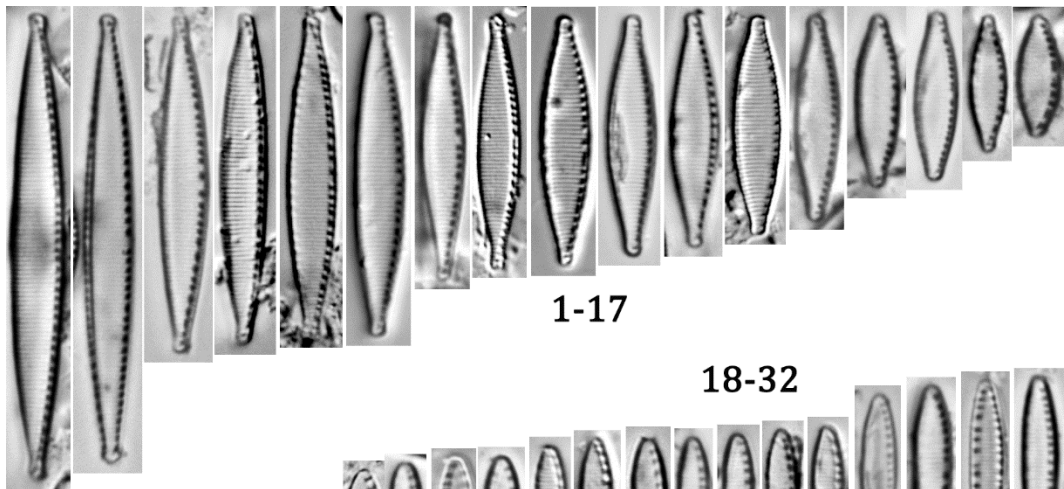
Slike 46, 47. *Nitzschia solgensis* Cleve-Euler

Slike 48-51. *Nitzschia alpina* Hustedt

Slike 52-61. *Nitzschia sociabilis* Hustedt

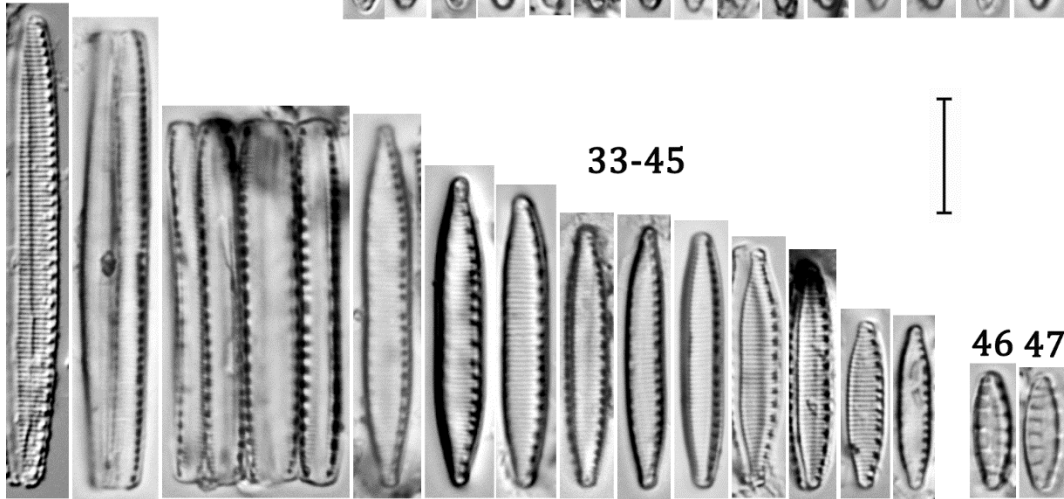
Slika 62. *Nitzschia communis* Rabenhorst

Skala = 10 μm



1-17

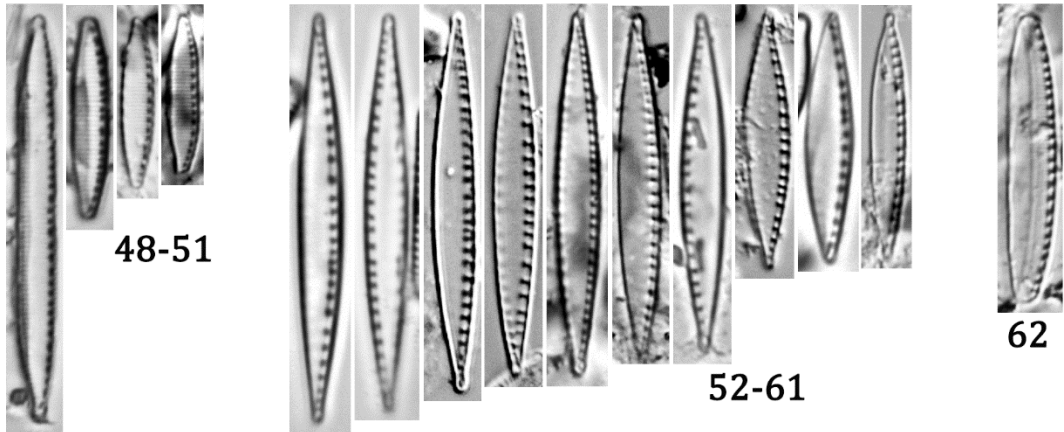
18-32



33-45



46 47



48-51

52-61

62

TABLA 77

Sl. 1-21 ×1500

Slike 1-8. *Nitzschia amphibia* Grunow

Slike 9, 10. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow

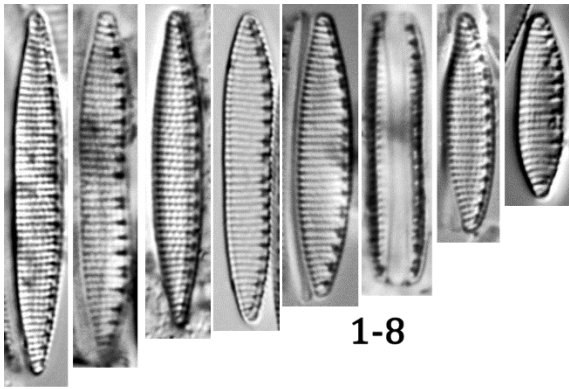
Slika 11. *Hantzschia calcifuga* E.Reichardt & Lange-Bertalot

Slike 12-18, 22. *Grunowia tabellaria* (Grunow) Rabenhorst

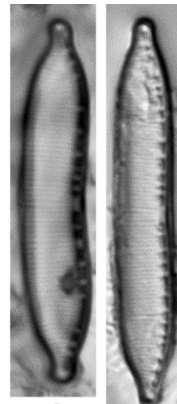
Slike 19-21. *Simonsenia delognei* (Grunow) Lange-Bertalot

Skala na Sl. 1-21 = 10 µm, Sl. 22 = 5 µm

Slika 22. Unutrašnji izgled valve

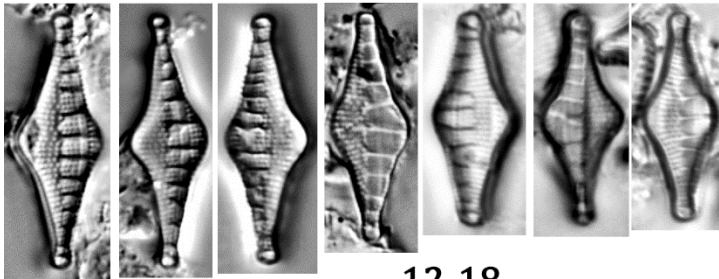


1-8

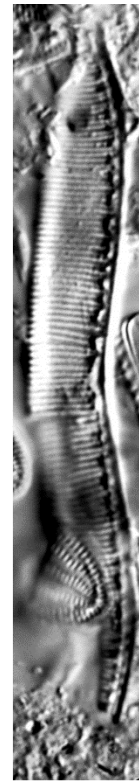
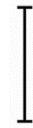


9

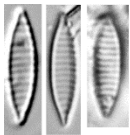
10



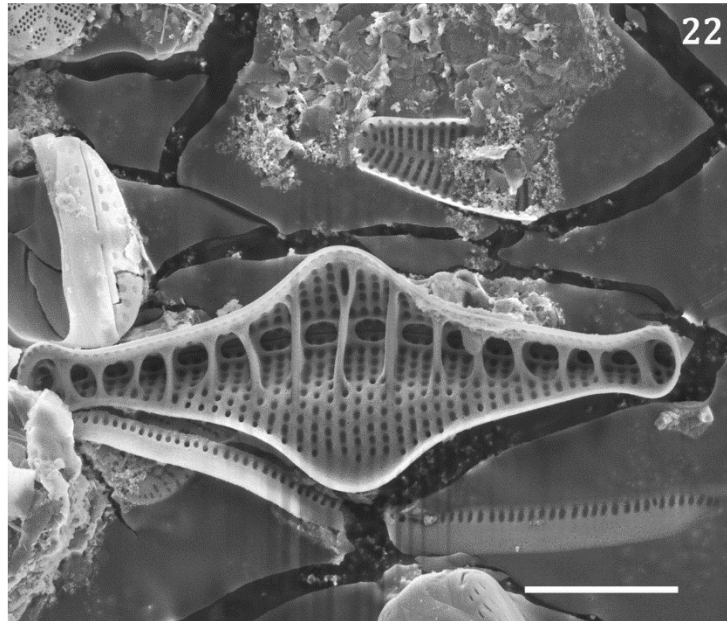
12-18



11



19-21



22

TABLA 78

Slike 1, 2. *Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow

Slika 3. *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst

Slike 4, 5. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst

Skala na Sl. 1-3 = 2 μm , Sl. 4, 5 = 10 μm

Slike 1, 4. Spoljašnji izgled valve

Slike 2, 3, 5. Unutrašnji izgled valve

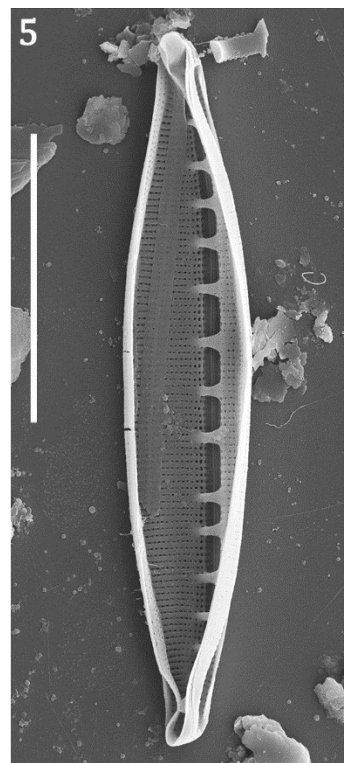
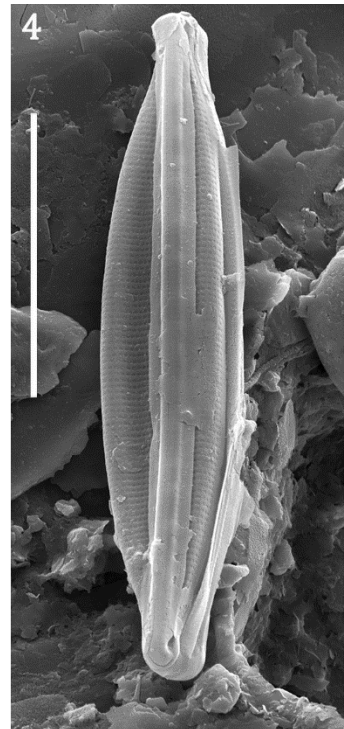
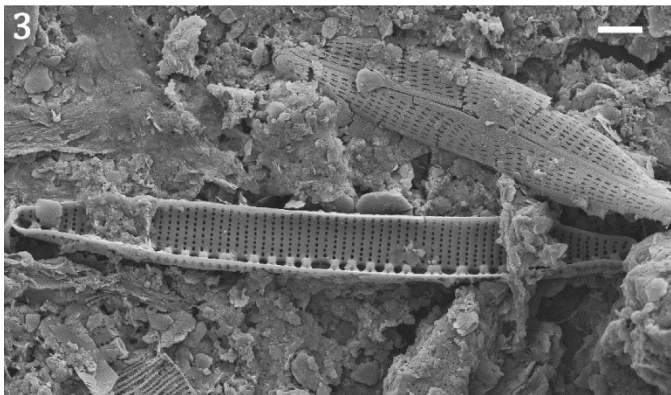
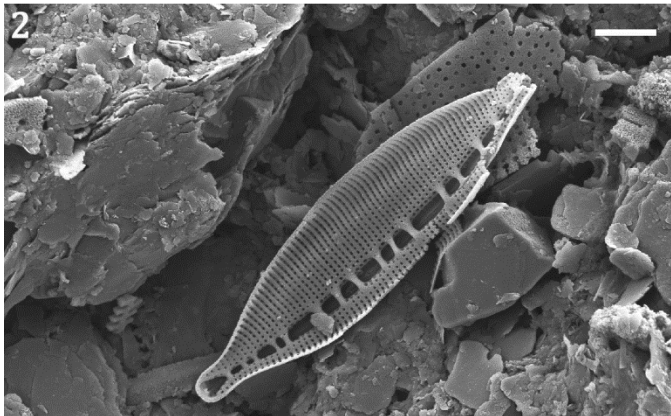
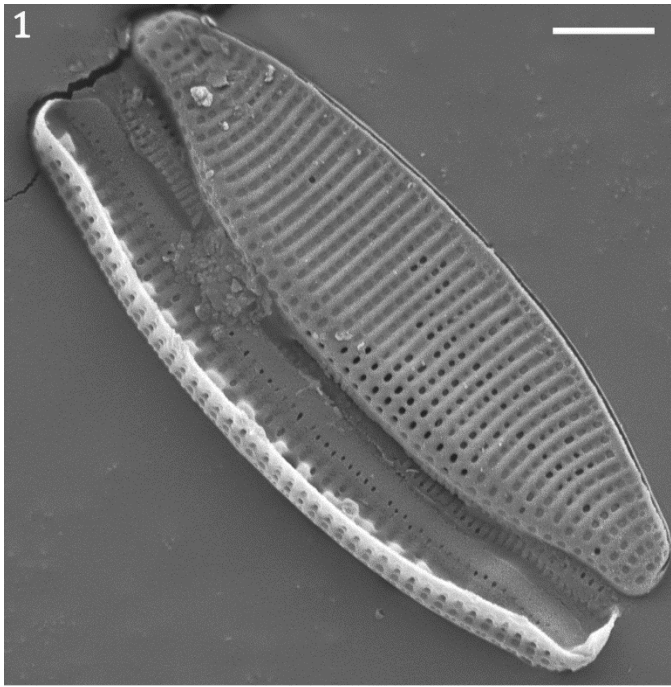


TABLA 79

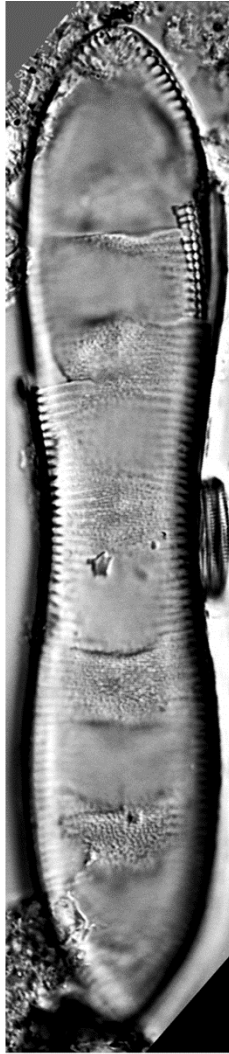
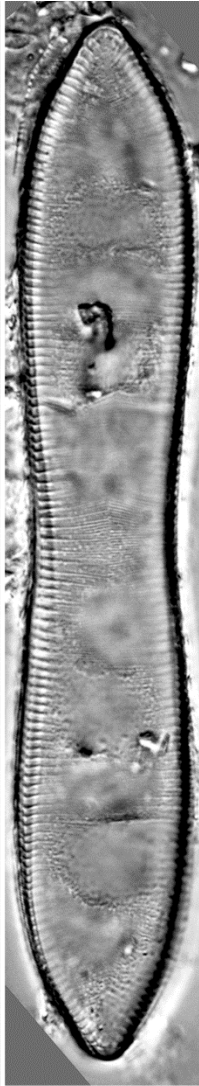
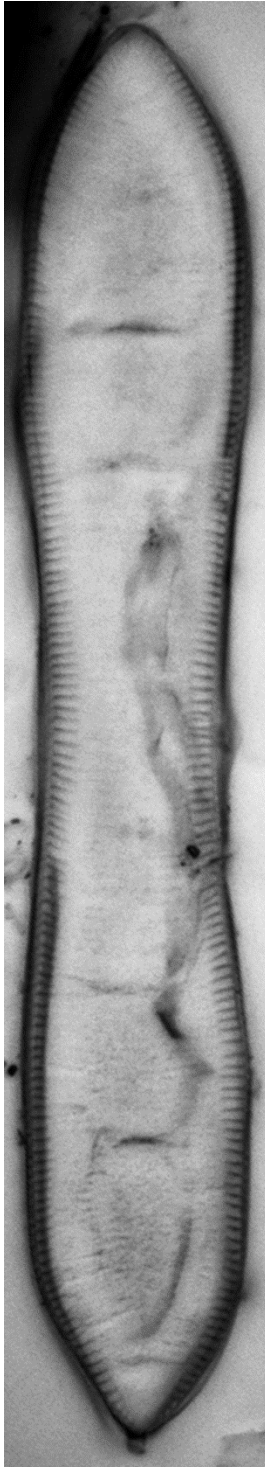
Sl. 1 ×1000, Sl. 2-5 ×1500

Slike 1-3. *Cymatopleura solea* var. *apiculata* (W.Smith) Ralfs

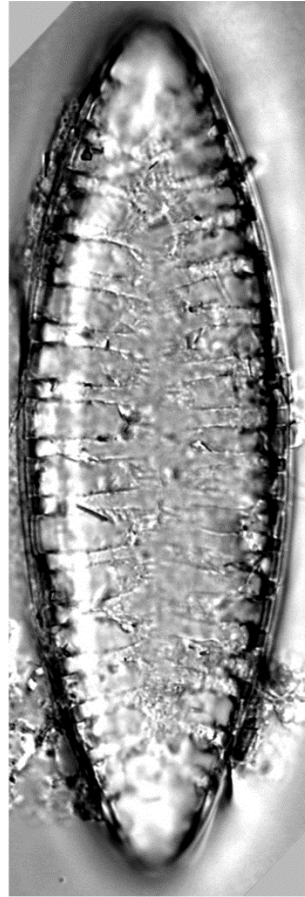
Slika 4. *Surirella biseriata* Brébisson

Slika 5. *Surirella tenera* W.Gregory

Skala = 10 μm



1-3



4



5

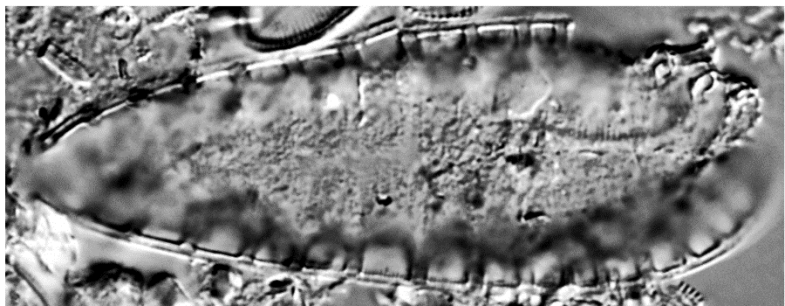


TABLA 80

Sl. 1-23 ×1500

Slike 1-9. *Surirella angusta* Kützing

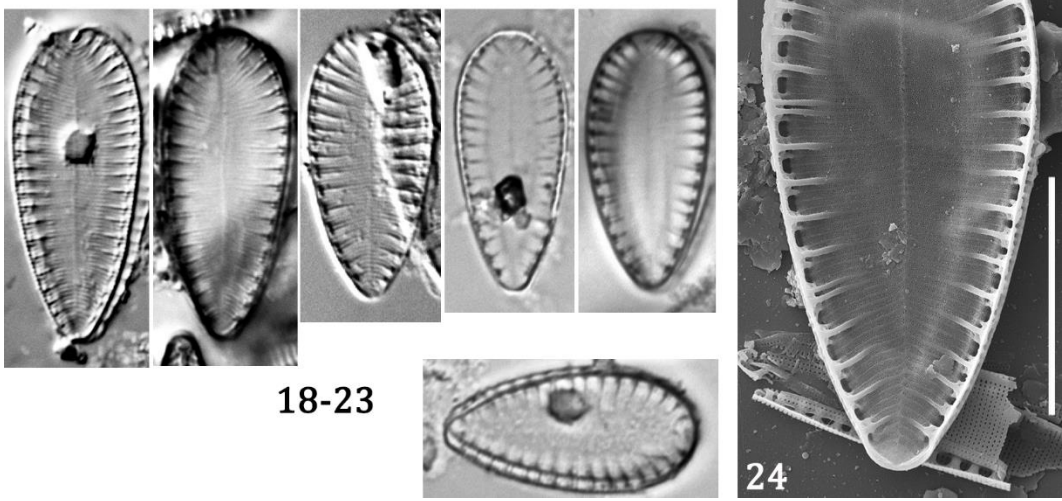
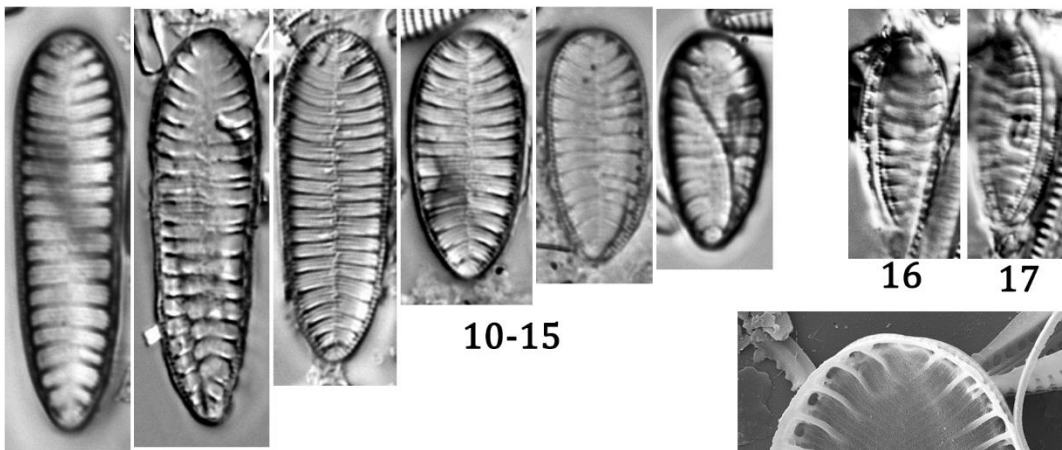
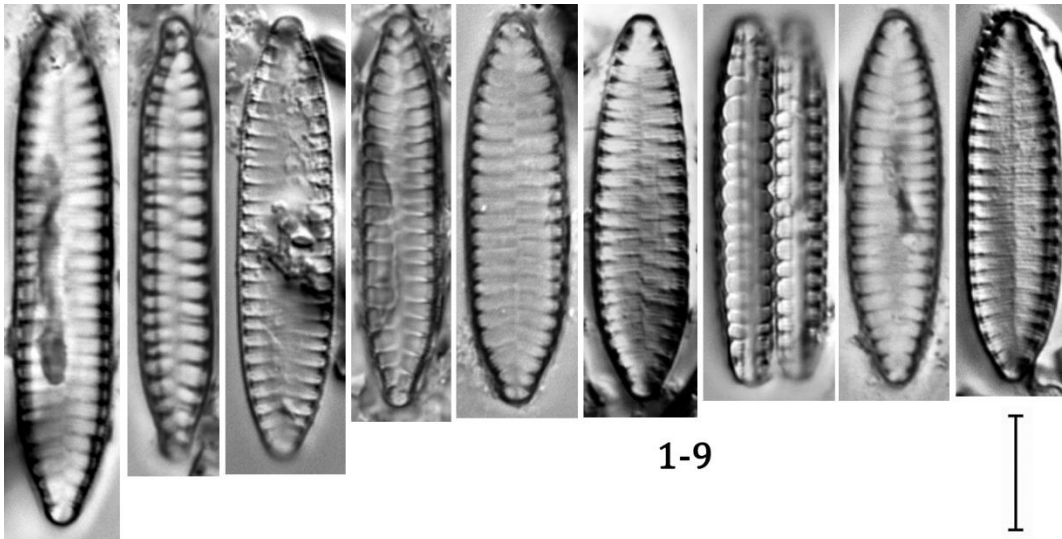
Slike 10-15. *Surirella minuta* Brébisson ex Kützing

Slike 16, 17. *Surirella terricola* Lange-Bertalot & E.Alles

Slike 18-24. *Surirella lacrimula* J.D.English in J.D.English & M.G.Potapova

Skala 1-24 = 10 µm

Slika 24. Unutrašnji izgled valve



BIOGRAFIJA AUTORA

Danijela (Predrag) Vidaković, rođena je 22.12.1989. godine u Zrenjaninu, Srbija. Osnovnu školu „Dositej Obradović“ završila je u Farkaždinu, a srednju Medicinsku školu u Zrenjaninu. Osnovne akademske studije na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisala je 2008. godine, a diplomirala je 2012. godine. Iste godine upisuje master studije na modulu Biologija algi, koje završava 2013. godine sa prosečnom ocenom 10,00.

Doktorske studije upisala je 2013. godine na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, modul Algologija. Na Katedri za algologiju, mikologiju i lihenologiju Biološkog fakulteta radila je kao saradnik u nastavi, a zatim kao asistent od maja 2015. do februara 2018. godine. Od maja 2018. godine radi na Institutu za hemijska, tehnološka i metalurška istraživanja kao istraživač saradnik na projektu Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije OI 172001. U periodu od 2015. godine do 2018. godine bila je učesnik na Međunarodnom projektu RER-14/0008, finansiranom od strane Ministarstva za inostrane poslove Norveške.

Danijela Vidaković je tokom 2012. godine boravila u Brazili na sručnoj praksi, na Universidade Estadual Paulista UNESP, Departamento de Microbiologia. Dobitnica je Synthesys projekta GB-TAF-7008, finansiranog od strane EU Framework Programme 7, gde je u martu 2017. godine boravila u Natural History Museum u Londonu. 2018. godine dobija nagradu na 7th Balkan Botanical Congress u Novom Sadu, na osnovu sažetka i biografije.

Rezultate dosadašnjih istraživanja objavila je u 43 bibliografske jedinice. Autor je 12 naučnih radova u časopisima međunarodnog značaja (M20), 24 rada u zbornicima sa međunarodnih naučnih skupova (M30), 2 rada u časopisu nacionalnog značaja (M50) i 5 radova u zbornicima sa skupova nacionalnog značaja (M60).

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: **Данијела П. Видаковић**

Број индекса: **Б3014/2013**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

**Биоиндикаторске карактеристике епилитских силикатних алги и процена
еколошког статуса одабраних река западне и централне 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: **Данијела П. Видаковић**

Број индекса: **Б3014/2013**

Студијски програм: **Биологија (Алгологија)**

Наслов рада: **Биоиндикаторске карактеристике епилитских силикатних алги и процена еколошког статуса одабраних река западне и централне 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:

Биоиндикаторске карактеристике епилитских силикатних алги и процена еколошког статуса одабраних река западне и централне 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.