

# Indikatorski sustav Trofičkog indeksa dijatomeja Republike Hrvatske

---

**Smetko, Mateo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:970740>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-21**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Mateo Smetko

**Indikatorski sustav Trofičkog indeksa  
dijatomeja Republike Hrvatske**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Mateo Smetko

**Indicator system of the Trophic Diatom  
Index of the Republic of Croatia**

Master thesis

Zagreb, 2022.

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za ekologiju slatkovodnih algi na Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

## Zahvale

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Mariji Gligori Udovič na razumijevanju i nesebičnoj pomoći, strpljenju, uloženom trudu, svim korisnim savjetima i uloženom dragocijenom vremenu tijekom izrade ovog rada.

Veliku zahvalu upućujem i dr. sc. Igoru Stankoviću na razumijevanju, interesu i pomoći oko ideje rada, strpljenju i trudu da ovaj rad bude što kvalitetniji.

Zahvaljujem se i Luciji Grladinović, mag.biol. te Mireli Šušnjari, mag. oecol. na pomoći oko analize podataka i pronalaska literature prilikom izrade ovog rada.

Hvala mojoj obitelji na neizmjerljivoj ljubavi, podršci i razumijevanju tijekom svih ovih godina!  
Hvala mojim prijateljima i kolegama na predivnim uspomenama stvorenim tijekom studija!  
Bez vas bi sve ovo bilo nezamislivo i teško ostvarivo!

Mateo

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## Indikatorski sustav Trofičkog indeksa dijatomeja Republike Hrvatske

Mateo Smetko

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Fitobentos je biološki element kakvoće tekućica u Hrvatskoj, kojeg u metodologiji ocjene ekološkog stanja predstavljaju dijatomeje, a korišteni indeks u metodologiji je Trofički indeks dijatomeja Republike Hrvatske (TID<sub>HR</sub>). Baza podataka višegodišnjeg monitoringa fitobentosa u razdoblju od 2010.-2020. obuhvaća ukupno 581 mjernu postaju i sadrži 1169 podataka o sastavu i relativnoj brojnosti dijatomeja. Od ukupno 959 vrsta dijatomeja u operativnoj listi, indikatorske vrijednosti i težine trofičkog indeksa ima 545 vrsta. Broj vrsta koje nemaju indikatorsku vrijednost i težinu je 415. Broj vrsta koje su zastupljene s više od 60 frustula (15 %) u uzorku, a nemaju indikatorske vrijednosti i težine, je ukupno 26. Prema ciljevima, relativne učestalosti 26 vrsta u uzorcima korelirane su s okolišnim čimbenicima te je prikazana njihova rasprostranjenost, ekološke značajke i mogućnosti uvođenja novih indikatorskih veličina i težina. Za sve izračunate OEK-e korelacijom prikazan je odgovor na okolišne čimbenike. Iako nisu dobivene značajne promijene u izračunima ekološkog stanja na cjelokupnom setu podataka, ovo istraživanje doprinos je novim spoznajama o indikatorskom sustavu Trofičkog indeksa dijatomeja Republike Hrvatske na način da je ukazalo na koje vrste daljnja istraživanja i statističke obrade, trebaju biti usmjerene kako bi se unaprijedio indikatorski sustav.

Ključne riječi: fitobentos, rasprostranjenost dijatomeja, ekološko stanje, okolišni čimbenici (42 stranice, 8 slika, 5 tablica, 49 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski  
Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič

Ocjenitelji:

izv. prof. dr. sc. Draginja Mrvoš-Sermek

dr. sc. Damir Sirovina, v. pred.

prof. dr. sc. Željka Soldin

Rad prihvaćen: 8.9.2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Master thesis

### Indicator system of the Trophic Diatom Index of the Republic of Croatia

Mateo Smetko

Rooseveltovej trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Fitobentos is a biological water quality element of streams and rivers in Croatia, represented in the assessment by diatoms. The index used in the methodology is the Trophic Diatom Index of the Republic of Croatia (TID<sub>HR</sub>). The database of phytobenthos monitoring for the period 2010-2020 includes a total of 581 monitoring stations and contains 1169 data on the composition and relative abundance of diatoms. Of the total 959 diatom species in the operational list, the indicator values and weights of the TID<sub>HR</sub> indicate 545 species. The number of species for which indicator values and weights are not available is 415, and the number of species represented in the sample with more than 60 frustules and no indicator values and weights is 26. Consistent with the main objectives of the study, the relative abundances of the 26 species in the samples were correlated with environmental factors. Their distribution, ecological characteristics, and the possibility of introducing new indicator values and weights were indicated. For all calculated OEKs, the correlation shows the response to environmental factors. Although no significant changes in ecological status were found for the whole data set, this study contributes to new knowledge about the indicator system of the Trophic Diatom Index of the Republic of Croatia and indicates what kind of further research and statistical processing should be carried out to improve the indicator system.

Keywords: phytobentos, distribution of diatoms, ecological status, environmental factors (42 pages, 8 figures, 5 tables, 49 references, original in: Croatian  
Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič

Reviewers:

izv. prof. dr. sc. Draginja Mrvoš-Sermek

dr. sc. Damir Sirovina, v. pred.

prof. dr. sc. Željka Soldin

Thesis accepted: 8.9.2022.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Praćenje kakvoće slatkih, površinskih voda u Europi .....	1
1.2. Program praćenja stanja voda u okviru Okvirne direktive o vodama.....	2
1.3. Razvoj metode za biološku procjenu stanja kakvoće vode.....	3
1.4. Biološki elementi kakvoće .....	4
1.4.1. Fitobentos kao biološki element kakvoće .....	4
1.4.2. Trofički indeks dijatomeja .....	7
1.4.3. Trofički indeks dijatomeja u Republici Hrvatskoj.....	8
2. Cilj.....	10
3. Materijali i metode .....	11
3.1. Baza podataka .....	11
3.2. Slikovni i grafički prikaz podataka .....	11
3.3. Statistička obrada podataka.....	12
3.3.1. Spearmanov i Pearsonov koeficijent korelacije .....	12
3.3.2. Analiza varijance (ANOVA) .....	12
4. Rezultati .....	15
4.1. <i>Achnanthydium atomoides</i> Monnier, Lange-Bertalot & Ector.....	17
4.2. <i>Achnanthydium delmontii</i> Pérès, Le Cohu & Barthès .....	18
4.3. <i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot .....	18
4.4. <i>Achnanthydium exile</i> (Kützing) Heiberg .....	18
4.5. <i>Achnanthydium jackii</i> Rabenhorst .....	19
4.6. <i>Achnanthydium lineare</i> W. Smith .....	19
4.7. <i>Achnanthydium neomicrocephalum</i> Lange-Bertalot & F. Staab .....	19
4.8. <i>Achnanthydium rivulare</i> Potapova & Ponader .....	20
4.9. <i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt .....	20
4.10. <i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee .....	21
4.11. <i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & E. Reichardt .....	21
4.12. <i>Encyonopsis thumensis</i> Krammer .....	21
4.13. <i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh .....	22
4.14. <i>Gomphonema elegantissimum</i> E. Reichardt & Lange-Bertalot.....	22
4.15. <i>Luticola frequentissima</i> Levkov, Metzeltin & A. Pavlov .....	22
4.16. <i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) K. Bruder & Medlin.....	23
4.17. <i>Navicula lundii</i> E. Reichardt.....	23
4.18. <i>Nitzschia schwabei</i> Krasske ex Lange-Bertalot.....	23



4.19. <i>Planothidium victorii</i> P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy .....	24
4.20.. <i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel & Van de Vijver.....	24
4.21. <i>Sellaphora nigri</i> (De Notaris) Wetzel & Ector .....	24
4.22. <i>Sellaphora saprotolerans</i> Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati.....	25
4.23. <i>Sellaphora saugerresii</i> (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann .....	25
4.24. <i>Skeletonema potamos</i> (C.I. Weber) Hasle .....	25
4.25. <i>Staurosirella</i> sp. ....	26
4.26. <i>Stephanodiscus minutulus/parvus</i> .....	26
4.27. <i>Surirella lacrimula</i> J.D. English .....	26
4.28. Ocjena ekološkog stanja .....	27
5. Rasprava.....	30
6. Zaključak.....	35
7. Literatura.....	36
8. Životopis .....	41
9. Prilozi.....	42

# 1. Uvod

## 1.1. Praćenje kakvoće slatkih, površinskih voda u Europi

Tijekom posljednjih desetljeća upravljanje kakvoćom vode u Europi postalo je jedan od najvažnijih izazova u zaštiti okoliša. Europska zajednica sustavno radi na poboljšanju kakvoće vode i osiguravanju dobrog stanja voda. Monitoring, odnosno praćenje kakvoće jedan je od važnih alata upravljanja vodama. Aktivnosti praćenja, ali i ocjene daju informacije o kakvoći vode te pomažu u usmjeravanju i provedbi mjera zaštite i pružaju informacije o uspješnosti u provedbi tih mjera. Provedba Okvirne direktive EU o vodama 2000/60/EC – ODV (Direktiva 2000/60/EC), koja je na snagu stupila u prosincu 2000. godine, izazov je za države članice EU-a. Prema Direktivi, ocjena ekološkog stanja površinskih slatkih voda temelji se na biološkim elementima kakvoće (BEK). Za pravilno korištenje bioloških elemenata u ovu svrhu potrebno je iskustvo, kao i spoznaja o prikladnosti različitih elemenata i pratećih čimbenika, njihovim odgovorima na pritiske i načinu provođenja uzorkovanja (Poikane i sur., 2020).

Bitna odredba svakog programa i praćenja je definiranje mjesta i elemenata koje treba nadzirati, kao i frekvencija praćenja. Također, važno je osigurati kvalitetnu provedbu programa praćenja u svim njegovim fazama (uzorkovanjima, analizi rezultata i izvještavanjima) (Direktiva 2000/60/EC). Nadalje, metodologija ocijene, koja uključuje izbor indeksa, mora biti provediva, usporediva i interkalibrirana.

Prema ODV dva su glavna cilja postavljena za površinske vode: (1) postići dobro ekološko stanje (ili dobar ekološki potencijal u slučaju umjetnih ili jako promijenjenih vodnih tijela) i (2) postići dobro kemijsko stanje u svim vodnim tijelima do 2027. godine. Normativne definicije za klasifikaciju ekološkog stanja obuhvaćaju biološke, hidromorfološke i fizikalno-kemijske elemente kvalitete vode za 5 klasa: (1) vrlo dobro, (2) dobro, (3) umjereno, (4) loše i (5) vrlo loše, stanje (Direktiva 2000/60/EC).

Za klasifikaciju ekološkog stanja koristi se omjer ekološke kakvoće, OEK (*Ecological Quality Ratio*, EQR) koji se za svaki biološki element kakvoće (BEK) računa posebno na temelju indeksa, tako da se uspoređuje opažena vrijednost s referentnom vrijednošću. U izračunu se koriste i normalizacije, ujednačavanje vrijednosti pojedinih indeksa. Dakle, za ocjenu biološkog stanja neophodne su nam referentne vrijednosti za svaki pojedini indeks. Referentna lokacija je mjesto gdje su utvrđeni referentni uvjeti, a to su područja na kojima je

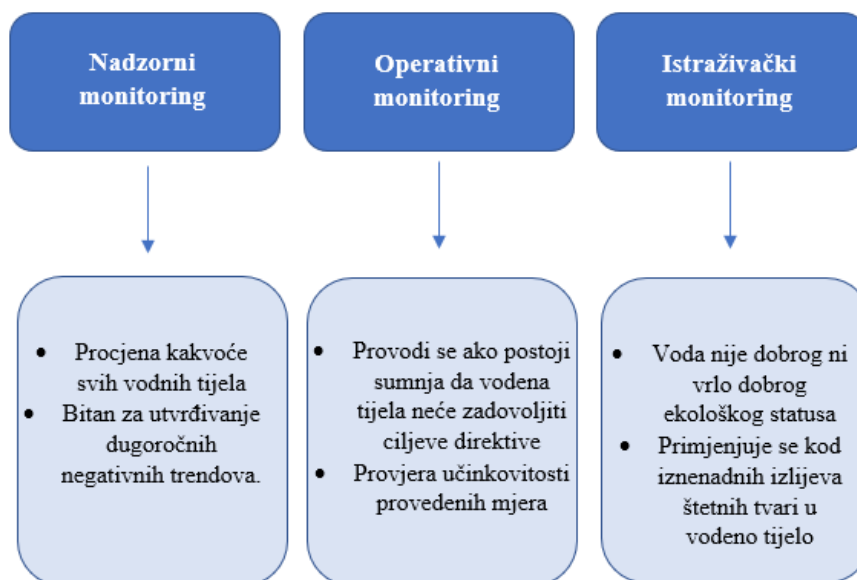
utvrđen vrlo mali ili nikakav utjecaji na vodno tijelo (Johnson i sur., 2014). Tu prvenstveno mislimo na područja koja su bez utjecaja urbanizacije, industrijalizacije te intenzivne poljoprivrede. Na takvim lokacijama mogu postojati samo neznatne promjene hidromorfoloških, bioloških i fizikalno-kemijskih pokazatelja relevantnih za biološke elemente kakvoće.

## **1.2. Program praćenja stanja voda u okviru Okvirne direktive o vodama**

Program monitoringa u okviru Direktive ima za cilj:

- praćenje kakvoće i razine vode u okvirima u kojima se postižu ekološki ciljevi,
- dugoročno praćenje stanja voda te utvrđivanje trendova,
- utvrđivanje razmjera promjena,
- stvaranje osnove za planiranje mjera, izvještavanje i ocjenu učinkovitosti provedenih mjera,
- procjenjivanje učinkovitosti mjera praćenjem kakvoće vode,
- sprječavanje mogućih katastrofa i opasnosti za ljudske živote.

S obzirom na svrhu monitoringa, razlikuje se učestalost provođenja, broj praćenih parametara te odabir lokacija za provođenje monitoringa. Postoje tri tipa monitoringa: nadzorni, operativni i istraživački (NN 96/2019). Nadzorni monitoring obuhvaća sva vodna tijela i važan je zbog praćenja dugoročnih trendova. Postaje obuhvaćene monitoringom moraju biti reprezentativne i stalne. Najčešće se postavljaju na glavne tokove ili na ušćima u glavne tokove, te se za svako vodeno tijelo provode najmanje dva monitoringa svakih šest godina. Za razliku od nadzornog, operativni monitoring provodi se za ona vodena tijela za koja se pretpostavlja da možda neće ispuniti zahtjeve direktive ili za provjeru jesu li mjere za poboljšanje ekološkog stanja vode uspješno provedene. Dok se istraživački monitoring provodi kada dođe do nekog neočekivanog događaja koji naruši kakvoću vode te npr. dovede do ekološke katastrofe i pomora živih organizama (Arle i sur., 2016).



Slika 1. Vrste monitoringa te situacije u kojima se provode u okviru Okvirne direktive o vodama

Postaje obuhvaćene monitoringom moraju biti reprezentativne za cijelo područje, zbog čega je poželjno napraviti dodatne višegodišnje analize i prikupiti što je moguće više podataka kako bi se mogla utvrditi najbolja pozicija i broj potrebnih postaja za monitoring. Na odabranoj postaji poželjno je znati koje se sve nepredvidive situacije mogu dogoditi i na koji način te u kojoj mjeri prirodne promjene biocenoze utječu na procjenu stanja vode. S obzirom na specifičnost svakog vodenog tijela, učestalost monitoringa se treba prilagoditi prema minimalnim zahtjevima Okvirne direktive o vodama s obzirom na antropogene pritiske na pojedinom vodenom tijelu (Arle i sur., 2016).

### 1.3. Razvoj metode za biološku procjenu stanja kakvoće vode

Razvoj metoda za procjenu stanja vode uz pomoć biološke komponente vrlo je zahtjevan proces. Brojne nove metode razvile su se na području Europe unazad 20-tak godina (Schmidt-Kloiber i sur., 2012). Pristup tzv. „*pressure-specific*“ razvio se tijekom procesa razvoja metoda i ovisi o taksonomskoj rezoluciji prikupljenog živog materijala (Poikane i sur., 2020). Pristup koji se bazira na vrstama i njihovom odgovoru na okolišni pritisak nadovezuje se na multimetrijski dizajn s glavnim pritiskom, a to je uglavnom eutrofikacija. U procjeni stanja rijeka, pritisci su različiti pri razvoju metoda u različitim državama i uglavnom su neujednačeni, a to je zbog znatnog broja prisutnih antropogenih pritisaka. Također, u učinkovitoj procjeni

potrebno je da vodna tijela budu pravilno tipski određena odnosno treba ih sagledavati ovisno o tipu te geološkim, geografskim, morfološkim i hidrološkim karakteristikama (Arle i sur.,2016). Kako bi se dobila usporedivost dobivenih rezultata u razvoju metoda, ali i tijekom praćenja, pokrenut je proces interkalibracije upravo prema BEK-u u određenom geografskom području takozvanim GIG-ovima, na području EU-a (European Commission, 2003).

#### **1.4. Biološki elementi kakvoće**

Za ocjenu ekološkog stanja voda koriste se analize bioloških zajednica vodenih ekosustava poput kvalitativnog i kvantitativnog sastava te biomase fitoplanktona, kvalitativnog i kvantitativnog sastava fitobentosa, makrozoobentosa i makrofita, i kvalitativnog i kvantitativnog sastava i dobne strukture riba (NN 96/2019). Takve zajednice su dobri indikatori promjena jer prve reagiraju na promjene fizikalno-kemijskih parametara u vodi. Za razliku od fizikalno-kemijskih elemenata kakvoće koji pokazuju trenutno stanje ekosustava, biološki elementi induciraju dugoročne promjene u ekosustavu. Analizom različitih vodenih organizama i varijacija u strukturi njihovih životnih zajednica kroz različit vremenski period, može se zaključiti stanje i očuvanost vodnog tijela. Prilikom ocjene ekološkog stanja vodnog tijela na temelju bioloških elemenata površinskih voda primjenjuju se prosječne godišnje vrijednosti pokazatelja bioloških elemenata uzorkovanih jednom godišnje ili rjeđe (Hrvatske vode, 2016).

##### **1.4.1. Fitobentos kao biološki element kakvoće**

Fitobentos, prema definiciji CEN-a (Europski odbor za standardizaciju), obuhvaća sve alge i cijanobakterije koje žive na supstratima ili drugim organizmima (Kelly, 2008). Alge koje ulaze u sastav fitobentosa su alge kremenjašice ili dijatomeje (Bacillariophyta), zeleni bičaši (Euglenozoa), ksantofiti (Ochrophyta: Xanthophyceae), zlatnožute alge (Ochrophyta: Chrysophyceae), crvene alge (Rhodophyta), veliki dio harofita (Charophyta) i zelene alge (Chlorophyta) (Habdija i sur., 2009).

Pod perifitonom se podrazumijeva skup organizama koji naseljavaju slobodne površine predmeta uronjenih u vodu prekrivajući ih sluzavim slojem. Ovaj smeđi ili zeleni sloj obično je pričvršćen na vodeno bilje, drvo, kamen ili druge predmete uronjene u vodu i može se postupno razvijati od nekoliko tankih želatinoznih niti do debelog vunastog sloja, glatkog i sluzavog ili inkrustiranog vapnencem ili pijeskom (Wu, 2016).

Fitobentos se kao element kakvoće u ocjeni ekološkog stanja koristi iz razloga:

- lako ga je uzorkovati
- predvidljivo reagira na promjene kakvoće vode
- ima kratko generacijsko vrijeme u trajanju od nekoliko sati do nekoliko dana što ga čini skupinom koja prva reagira na promjene u okolišu

Fitobentoske alge su dominantna komponenta obraštaja (perifitona), a s obzirom da su pričvršćene za supstrat, zajednica u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva tekućice. Alge kremenjašice ili dijatomeje najučestalije su fitobentoske alge i dobri su i najčešće korišteni indikatori kakvoće vode s obzirom da su ubikvisti i obitavaju u svim vrstama voda s visokom učestalošću (Hrvatske vode, 2016).

Alge kremenjašice su jednostanični, autotrofni protisti koje karakterizira frustula, stanična stijenka izgrađena od silicijevog dioksida ili kremenca,  $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ , ključno determinacijsko svojstvo skupine. S obzirom na simetriju frustule dijele se na dijatomeje s radijalnom (*Centriceae*) i s bilateralnom simetrijom (*Penateae*). Frustula je građena nalik Petrijevoj zdjelici, sastoji se od dva dijela (*thecae*), gornjeg (*epitheca*) i donjeg (*hypotheca*). Obje teke sastoje se od *epivalva*, odnosno *hypovalva* međusobno povezane pojasom (*cingulum*). Pojas grade *copulae*, *valvocopulae*, *epipleurae* i *hypopleurae* (John, 2012). Veličina stanica dijatomeja varira između 5 i 200  $\mu\text{m}$ , a najveći dio volumena zauzima vakuola čineći oko 90 % staničnog prostora.

U stanicama mogu imati jedan ili više plastida različitog oblika (ovalan, pločast, vrpčast) s fotosintetskim aparatom koji sadrži pigmente klorofil *a* i *c* te karotenoide (beta-karoten, ksantofil, fukoksantin, lutein, diadinoksantin, diatoksantin i neofukoksantin) koji daju kloroplastima karakterističnu zlatno žutu boju. Kao rezervne tvari nakupljaju krizolaminarin, volutinska zrnca, polifosfatne granule i uljne kapljice (Round i sur., 1990).

Osim po građi i načinu razmnožavanja, centrice i penate se međusobno razlikuju i po životnoj zajednici vodenih staništa u kojoj žive. Centrične dijatomeje su većinom planktonski, a penatne fitobentoski organizmi, pričvršćeni na podlogu morfološkom prilagodbom frustule te EPS-om i mogu se i kretati zahvaljujući razvijenom sustavu raphe (Round i sur., 1990).

Alge kremenjašice su najraznolikija i najbrojnija skupina algi s opisanih 17 917 vrsta (AlgaeBase, 2022). Bioraznolikost algi kremenjašica je velika zbog razvitka kopnenih površina, povećane koncentracije silicija u globalnom kruženju silicija, otpornosti na promjene u okolini i uspješnosti u kompetitivnim odnosima u usporedbi s ostalim planktonskim i bentoskim organizmima (Rabosky i Sorhannus, 2009).

Najstariji fosilni nalazi algi kremenjašica datiraju iz razdoblja krede, a tijekom tercijara i deluvija, debele naslage kremenih ljušturica su stvorile dijatomejski mulj ili kremenu zemlju (John, 2012).

Dijatomeje su dobri pokazatelji kvaliteta vodenih ekosustava jer su (Plenković-Moraj i sur. 2009):

- prisutne cijele godine,
- kozmopoliti,
- raznovrsnija skupina organizama u odnosu na druge alge i nekoliko kvadratnih centimetara sedimenta može sadržavati oko 100 različitih taksona,
- većina vrsta ima poznate ekološke valencije, odnosno karaktere koje ekološki ukazuju na stanje vodnog tijela,
- imaju kratak životni ciklus, zbog čega prve i veoma brzo reagiraju na novonastale promjene u vodenim ekosustavima,
- važne su u lancu prehrane, a svaka promjena odražava se na kompletan ekosustav jer predstavljaju vezu između bioloških i fizikalno-kemijskih komponenti u hranidbenim lancima,
- jednostavno se uzorkuju, istraživanja nisu skupa, a uzorci i trajni preparati se lako skladište i čuvaju.

#### 1.4.2. Trofički indeks dijatomeja

Prema Markert i sur. (1999) bioindikator je „organizam (ili dio organizma ili zajednice organizama) koja sadrži informacije o kvaliteti okoliša (ili dijela okoliša)”. Idealan bioindikator bi trebao imati sljedeća obilježja:

- lako ga je identificirati
- ima široku ili kozmopolitsku distribuciju
- slabo je pokretan
- ima dobro poznate ekološke karakteristike
- moguće je procijeniti brojnost jedinki
- prikladan je za laboratorijske pokuse
- specifičan je po velikoj osjetljivosti na stresore u okolišu
- moguća je kvantifikacija i standardizacija

Prema navedenim karakteristikama dijatomeje zadovoljavaju sve uvijete kao dobri bioindikator i stoga su i definirani u okviru ODV-a kao jedan od bioloških elemenata kakvoće u sklopu fitobentosa. Na osnovi njihove ekologije razvijeni su i indeksi od kojih je jedan od najčešće korištenih trofički indeks dijatomeja (TDI)

TDI je mjerilo koje ukazuje na opterećenost vodnog tijela hranjivim tvarima, odnosno stupanj trofije prema kvalitativnoj i kvantitativnoj prisutnosti dijatomeja (Rott i sur. 1999).

Za potrebe ocijene ekološkog stanja u tekućicama u RH je modificiran i nazvan Trofički indeks dijatomeja u Republici Hrvatskoj (TID<sub>HR</sub>) (Plenković-Moraj i sur. 2009).



### 1.4.3. Trofički indeks dijatomeja u Republici Hrvatskoj

Multimetrički dijatomejski indeks, Trofički indeks dijatomeja ( $TID_{HR}$ ) izračunava se prema modificiranoj jednadžbi Zelinka- Marwan (1961):

$$TID_{HR} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times IV_i \times IT_i}{\sum_{i=1}^n A_i \times IT_i},$$

$A_i$  = ukupan broj stanica/valvi neke vrste u uzorku

$IV_i$  = indikatorska vrijednost (osjetljivost) pojedine vrste

$IT_i$  = indikatorska težina (tolerantnost) pojedine vrste

Kategorizacija trofičkog stanja vode prema Rott i sur. (1999), temeljena na trofičkom indeksu prikazana je u tablici 1. Vrijednosti trofičkog indeksa za svaku dijatomejsku vrstu definirane su s obzirom na: indikatorsku vrijednost (osjetljivost,  $IV_i$ ) i indikatorsku težinu (tolerantnost,  $IT_i$ ). Indikatorska vrijednost definirana je rasponom od 1 do 4, gdje niže vrijednosti predstavljaju slabo osjetljive vrste, a više vrijednosti vrlo osjetljive vrste. Indikatorska težina definirana je u rasponu od 1 do 3, pri čemu niže vrijednosti označavaju vrste sa širokim rasponom tolerancije, a više vrijednosti, vrste s uskim rasponom tolerancije te kao takve predstavljaju vrlo osjetljive ekološke pokazatelje. U tablici 2. je prikazano 8 klasa trofičkog stanja, na koje je podijeljen  $TID_{HR}$ , s pripadajućim klasama ekološkog stanja (ES). Granične vrijednosti trofičkog indeksa prilagođene su uvažavajući specifičnosti i razlike vodotoka u Republici Hrvatskoj.

Tablica 1. Kategorizacija trofičkog statusa vode temeljena na trofičkom indeksu prema Rott i sur. 1999.

TROFIČKI INDEKS	TROFIČKI STATUS
$\leq 1,0$	ultraoligotrofni
1,1 – 1,3	oligotrofni
1,4 – 1,5	oligo-mezotrofni
1,6 – 1,8	mezotrofni
1,9 – 2,2	mezo-eutrofni
2,3 – 2,6	eutrofni
2,7 – 3,1	eu-politrofni
3,2 – 3,4	politrofni
$> 3,4$	poli-hipertrofni

Tablica 2. Klasifikacija ekološkog stanja (ES) tekućica u Republici Hrvatskoj na temelju preporučenih graničnih vrijednosti trofičkog indeksa dijatomeja ( $TID_{HR}$ ) (Plenković-Moraj i sur., 2009)

ES	TROFIČKO STANJE	$TID_{HR}$
VRLO DOBRO	oligotrofno	$\leq 2,400$
DOBRO	Umjereno mezotrofno	
DOBRO	mezotrofno	$\leq 2,700$
	Umjereno eutrofno	
UMJERENO DOBRO	eutrofno	$\leq 3.200$
	Umjereno politrofno	
LOŠE	politrofno	$\leq 3,400$
VRLO LOŠE	hipertrofno	$\leq 3,401$

## 2. Cilj

Omjer ekološke kakvoće (OEK) prema biološkom elementu izračunava se iz vrijednosti dobivenih izračunom indeksa prema biološkoj skupini i taksonomskoj razlučivosti. Indeksi sadrže indikatorske vrijednosti težine za svaku pojedinu vrstu kada je u pitanju Trofički indeks dijatomeja (TID<sub>HR</sub>) za fitobentos kao biološki element kakvoće. Razvojem znanosti i povećanom frekvencijom, kvalitetom i godinama uzorkovanja operativne liste vrsta u metodologiji su sve duže s novim vrstama koje nemaju definirane vrijednosti potrebne za izračun indeksa. Kao takve budu u konačnom izračunu izostavljene u izračunu te ukoliko je njihova frekvencija pojavljivanja i učestalost u uzorcima visoka, znatno utječu na ukupnu ocjenu ekološkog stanja vodotoka prema fitobentosu kao biološkom elementu kakvoće. Stoga je cilj ovog diplomskog:

1. Temeljem podataka višegodišnjeg monitoringa bioloških elemenata kakvoće u razdoblju od 2010.-2020. definirati vrste algi kremenjašica bez indikatorskih vrijednosti u sustavu Trofičkog indeksa dijatomeja u Republici Hrvatskoj;
2. Temeljem iste baze podataka definirati, prema tipu tekućica, uzorke koji imaju relativnu brojnost valvi bez indikatorske vrijednosti veću od 15 %;
3. Prikazati rasprostranjenost algi kremenjašica zastupljenih s više od 15% u uzorku i bez indikatorske vrijednosni u Hrvatskoj;
4. Na osnovi fizikalno-kemijskih pokazatelja u rijekama i potocima definirati optimalan ekološki raspon okolišnih čimbenika pri pojavljivanju definiranih vrsta algi kremenjašica;
5. Na osnovi indikatorskih vrijednosti algi kremenjašica za rodove ocijeniti ekološka stanja, usporediti ocijene ekološkog stanja dobivene na dva različita pristupa i korelacijom prikazati odgovor indeksa i ekološkog stanja na okolišne čimbenike.

## **3. Materijali i metode**

### **3.1. Baza podataka**

Iz baze podataka Hrvatskih voda, za istraživanja provedena od 2010. do 2020. godine, preuzeti su podaci o analiziranim postajama koji uključuju: pripadajuće fizikalno-kemijske čimbenike, svojstva postaja (ekoregija, veličina sliva, nadmorska visina, tip podloge) prema kojima su postaje kategorizirane, i relativne brojnosti jedinki dijatomeja.

Odabrano je 15 fizikalno-kemijskih čimbenika koji utječu na brojnost i raznolikost vrsta: temperatura vode, pH vrijednost, električna vodljivost pri 25 °C, koncentracija fosfata, koncentracija ukupnog fosfora, koncentracija nitrata, koncentracija nitrita, koncentracija amonija, koncentracija ukupnog dušika, koncentracija otopljenog kisika, ukupni organski ugljik (TOC), biološka potrošnja kisika (BPK5), kemijska potrošnja kisika (KPK-Mn), alkalitet i količina suspendirane tvari.

Na temelju preuzetih podataka, izrađena je baza podataka u programu Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation 2016).

### **3.2. Slikovni i grafički prikaz podataka**

Brojnost jedinki preuzeta je iz baza Hrvatskih voda, a određena je kao relativna učestalost vrste na 400 valvi u trajnim preparatima ispitivanih uzoraka te su rezultati iskazani u postotnim vrijednostima.

Na karti Republike Hrvatske, uporabom računalnog programa QGIS Geographic Information System (QGIS.org 2022), prikazana je relativna brojnost i rasprostranjenost dijatomeja definiranih prema ciljevima istraživanja. Točke rasprostranjenosti analiziranih postaja ucrtane su pomoću koordinata postaja preuzetih iz baze podataka Hrvatskih voda, a podloga za izradu karata preuzeta je iz otvorenog internetskog izvora Diva GIS. Ucrtane točke prikazuju svaku postaju na kojoj je uočena barem jedna frustula određene vrste.

U prilogu 1 na slici 3 prikazane su sve istraživane postaje s pripadajućim oznakama, a u prilogu 2 u tablici 1 nazivi svih istraživanih postaja.

Oznake se međusobno razlikuju u veličini ovisno o relativnoj brojnosti pojedine vrste te su kategorizirane u četiri kategorije od manje do veće točke – 0,1-25%, 25-50%, 50-75% i 75-100% (u prilogima 3 do 29).

Uporabom računalnog programa Grapher (Golden Software 2019) grafički su prikazani fizikalno-kemijski čimbenici. Odnos fizikalno-kemijskih čimbenika i relativne brojnosti svake

pojedine vrste dijatomeja za one postaje na kojima su zabilježene prikazan je grafovima raspršenih dijagrama.

### **3.3. Statistička obrada podataka**

#### **3.3.1. Spearmanov i Pearsonov koeficijent korelacije**

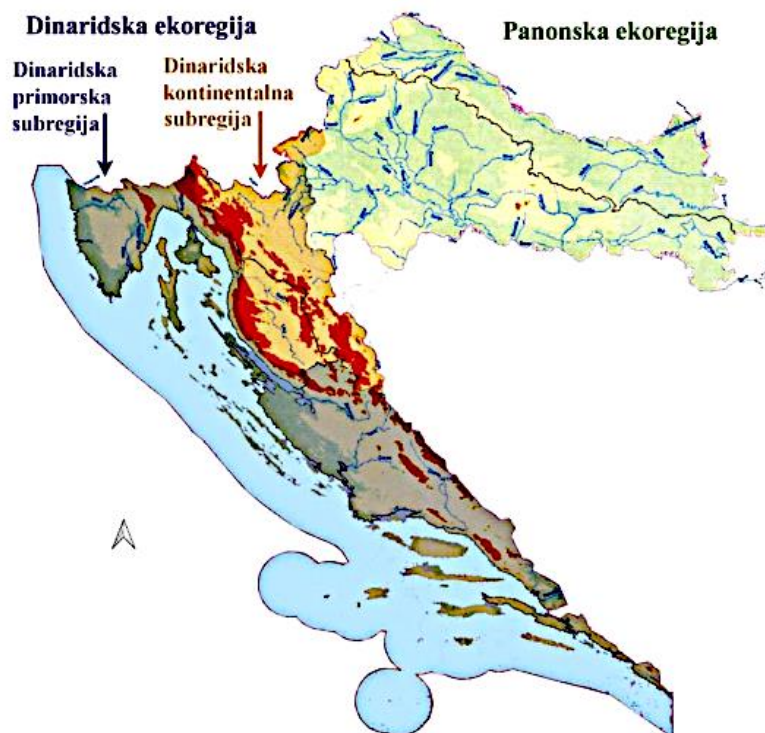
Za određivanje statistički značajne korelacije relativne brojnosti pojedinih vrsta dijatomeja i određenog fizikalno-kemijskog čimbenika korišten je Spearmanov koeficijent korelacije uporabom računalnog programa Statistical Package for the Social Sciences – SPSS (IBM 2013). Raspon koeficijenata korelacije iznosi od -1 do +1, gdje je korelacija veća što je koeficijent bliži nuli, a niža što je koeficijent korelacije dalje od nule. Smjer korelacije je definiran predznakom, a snaga korelacije zvjezdicom (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ) (Udovičić i sur., 2007; Laerd, 2018). Pearsonovi koeficijenti korelacije između omjera ekološke kakvoće izračunatih tijekom istraživanja, izračunati su i prikazani uz pomoć R programskog jezika-R v. 4.0.2 (R Core Team, 2020).

#### **3.3.2. Analiza varijance (ANOVA)**

Za potrebe ovog rada korištena je analiza varijance s jednim promjenjivim faktorom (eng. One-Way ANOVA), definiranim kao kategorije čimbenika koji opisuju analizirane postaje (ekoregija, veličina sliva, nadmorska visina i tip podloge), provedena unutar računalnog programa Statistical Package for the Social Sciences – SPSS (IBM 2013).

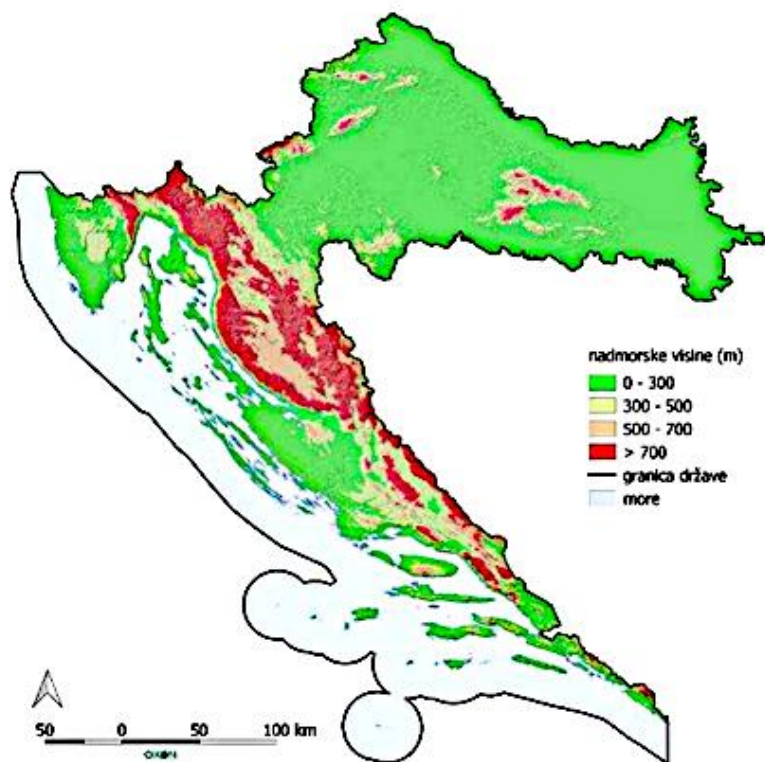
Zvjezdicom su označene vrijednosti značajnosti manje od 0,05 koje predstavljaju statistički značajne razlike između kategorija (ekoregija, nadmorska visina, tip podloge i veličina sliva) i relativne brojnosti. Tukey post hoc testom statistički značajno različite grupe su izdvojene ukoliko im je vrijednost manja od 0,05 te su označene zvjezdicom (Arnerić i Protrka, 2019; Laerd, 2018). Tablični prikazi značajnih korelacija prikazani su u prilogima 3 do 29. Kategorije koje su pokazale značajnu pozitivnu korelaciju s relativnom brojnošću određene vrste dijatomeja prikazane su podebljanim oznakama. Granice ekoregija i subekoregija utemeljene su prema vodenoj fauni (Ilies, 1978) te su prikazane na Slici 2. Granica Panonske i Dinaridske ekoregije prolazi kroz sliv rijeke Kupe, a Dinaridska ekoregija se dijeli na Dinaridsko kontinentalnu i Dinaridsko primorsku subekoregiju. U prilogima 3-29 korištene

su oznake: 1 – Panonska ekoregija, 2 – Dinaridska kontinentalna subekoregija, 3 – Dinaridska primorska subekoregija.



Slika 2. Prikaz granica ekoregija i subekoregija u Republici Hrvatskoj (preuzeto: Habdija i sur., 2009)

Iz službene abiotičke tipologije tekućica Republike Hrvatske iščitane su kategorije nadmorskih visina, tipova geoloških podloga i veličina slivova. Na nadmorskim visinama manjim od 200 metara su nizinske tekućice, od 200-500 metara prigorske, a od 500 metara gorske tekućice. U prilogima 3-29 korištene su oznake: 1 – nizinska, 2 – prigorska, 3 – gorska. Na slici 3. prikazane su navedene kategorije nadmorskih visina. U prilogima 3-29 korištene su sljedeće oznake za sedam kategorija tipova geoloških podloga: 1 – vapnenačka, 2 – vapnenačko-silikatna, 3 – vapnenačko-flišna, 4 – silikatna, 5 – silikatno-organogena, 6 – silikatno-vapnenačka i 7 – organogena. Kategorije veličine slivova određene su veličinom topografskog slivnog područja s kojeg se voda slijeva u tekućicu, a temeljem toga su veličine tekućica podijeljene u četiri kategorije: 1 – male, 2 – srednje velike, 3 – velike i 4 – vrlo velike tekućice.

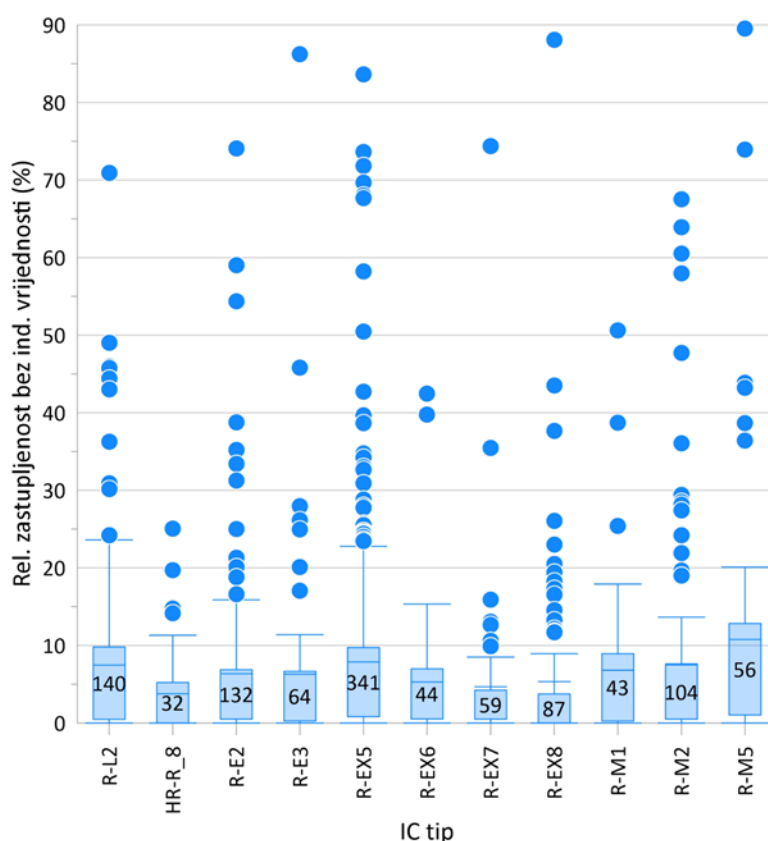


Slika 3. Nadmorske visine u Republici Hrvatskoj (prema: OIKON 2018.)

## 4. Rezultati

Baza podataka algi kremenjašica u prirodnim tekućicama u razdoblju od 2010. do 2020. godine obuhvaća ukupno 581 mjernu postaju s područja Panonske i Dinaridske ekoregije. Mjerne postaje dio su nadzornog monitoringa na području Republike Hrvatske, a kako se za iste provode najmanje dva monitoringa svakih šest godina, u prikupljenoj bazi ukupan broj podataka o sastavu zajednice algi kremenjašica iznosi 1169. Na temelju prikupljenih podataka o sastavu zajednice, ukupno su zabilježene 973 vrste algi kremenjašica. Od ukupno 973 vrsta, indikatorske vrijednosti i težine trofičkog indeksa ima 545 vrsta. Broj vrsta koje nemaju indikatorsku vrijednost i težinu je 415.

Njihova relativna brojnost valvi u svim uzorcima u Republici Hrvatskoj prema interkalibracijskim tipovima u razdoblju od 2010. do 2020. godine prikazana je na slici 4.



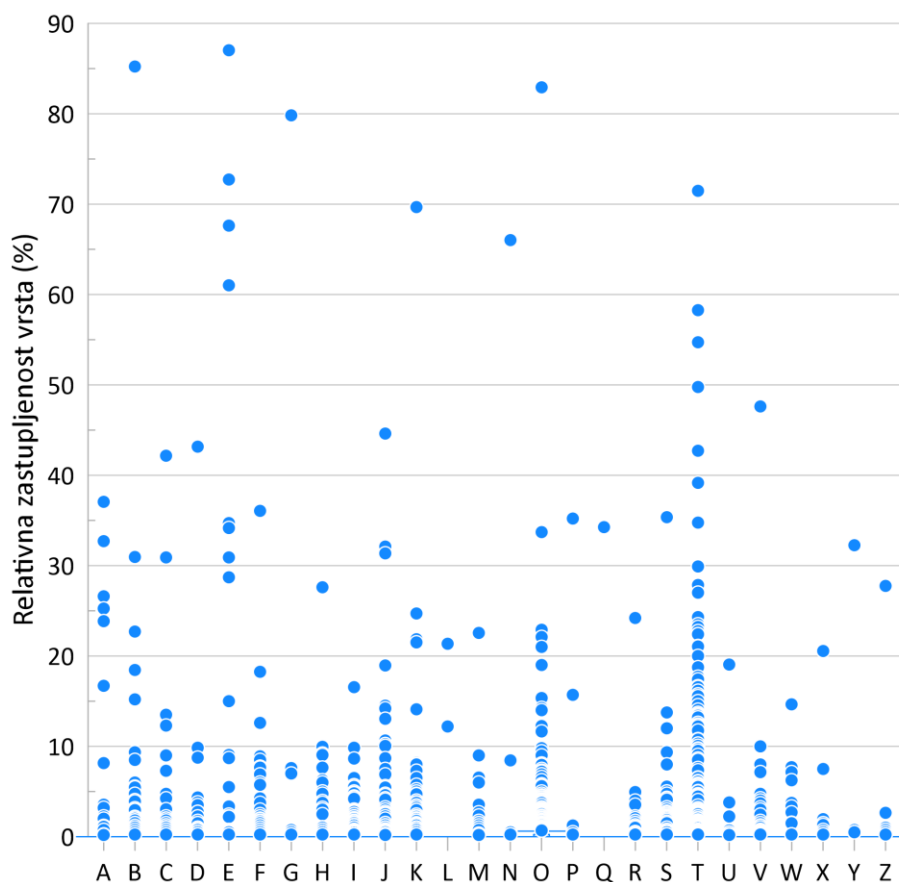
Slika 4. Box-Whiskers prikaz relativne brojnosti valvi dijatomeja bez indikatorske vrijednosti u svim uzorcima u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2020. godine. Brojevi na grafu označavaju broj uzoraka unutar IC tipa. Linija na Box-Whiskers stupićima je srednja vrijednost relativne zastupljenosti vrsta bez indikatorske vrijednosti. Plave pojedinačne točke predstavljaju outlier-e.



Broj vrsta koje su zastupljene s više od 60 frustula u uzorku na izbrojanih 400 (15%) u cijelom setu podataka, a nemaju indikatorske vrijednosti i težine je ukupno 26 (Tablica 3, Slika 5).

Tablica 3. Popis vrsta dijatomeja koje su zastupljene u zajednici s više od 15 % u razdoblju od 2010. do 2020. godine na 581 mjernoj postaji.

Broj	Oznaka na Slici 5	Vrsta
1	A	<i>Achnantheidium atomoides</i> Monnier, Lange-Bertalot & Ector
2	B	<i>Achnantheidium delmontii</i> Pérès, Le Cohu & Barthès
3	C	<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
4	D	<i>Achnantheidium exile</i> (Kützing) Heiberg
5	E	<i>Achnantheidium jackii</i> Rabenhorst
6	F	<i>Achnantheidium lineare</i> W. Smith
7	G	<i>Achnantheidium neomicrocephalum</i> Lange-Bertalot & F. Staab
8	H	<i>Achnantheidium rivulare</i> Potapova & Ponader
9	I	<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt
10	J	<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee
11	K	<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & E. Reichardt
12	L	<i>Encyonopsis thumensis</i> Krammer
13	M	<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh
14	N	<i>Luticola frequentissima</i> Levkov, Metzeltin & A. Pavlov
15	O	<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) K. Bruder & Medlin
16	P	<i>Navicula lundii</i> E. Reichardt
17	Q	<i>Nitzschia schwabei</i> Krasske ex Lange-Bertalot
18	R	<i>Planothidium victorii</i> P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy
19	S	<i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel & Van de Vijver
20	T	<i>Sellaphora nigri</i> (De Notaris) Wetzel & Ector
21	U	<i>Sellaphora saprotolerans</i> Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati
22	V	<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann
23	W	<i>Skeletonema potamos</i> (C.I. Weber) Hasle
24	X	<i>Staurosirella sp</i>
25	Y	<i>Stephanodiscus minutulus/parvus</i>
26	Z	<i>Surirella lacrimula</i> J.D. English



Slika 5. Relativna zastupljenost 26 vrsta dijatomeja na 581 mjernoj postaji u razdoblju od 2010. do 2020. godine (nazivi vrsta označenih A-Z prikazani su u tablici 3)

#### 4.1. *Achnantheidium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot & Ector

U prilogu 3. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnantheidium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot & Ector. Vrsta *A. atomoides* utvrđena je na 18 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 37,07 %. Vrsta *A. atomoides* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *A. atomoides* bila je značajno brojnija pri nižim temperaturama i višim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 3b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama (F (2, 1109) = 5,094, p = 0,006). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *A. atomoides* je utvrđena u Dinaridsko primorskoj subekoregiji ( $0,564 \pm 3,98$ , p = 0,004) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,046 \pm 1,00$ ).

#### **4.2. *Achnanthydium delmontii* Pérès, Le Cohu & Barthès**

U prilogu 4. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnanthydium delmontii* Pérès, Le Cohu & Barthès. Vrsta *A. delmontii* utvrđena je na 30 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 85,26 %. Vrsta *A. delmontii* bila je značajno brojnija na postajama s nižim pH vrijednostima, nižim vrijednostima električne vodljivosti pri 25 °C te nižim koncentracijama nitrita, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika (Prilog 4b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.3. *Achnanthydium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**

U prilogu 5. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnanthydium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot. Vrsta *A. eutrophilum* utvrđena je na 25 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,25 do 42,17 %. Vrsta *A. eutrophilum* bila je značajno brojnija na postajama s nižim pH vrijednostima (Prilog 5b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.4. *Achnanthydium exile* (Kützing) Heiberg**

U prilogu 6. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnanthydium exile* (Kützing) Heiberg. Vrsta *A. exile* utvrđena je na 28 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 43,15 %. Vrsta *A. exile* bila je značajno brojnija na postajama s nižim pH vrijednostima, nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrata, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari (Prilog 6b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 1109) = 3,119, p = 0,045$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *A. exile* je utvrđena u Dinaridsko kontinentalnoj subekoregiji ( $0,318 \pm 3,21, p = 0,035$ ) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,037 \pm 0,50$ ).

#### **4.5. *Achnanthydium jackii* Rabenhorst**

U prilogu 7. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnanthydium jackii* Rabenhorst. Vrsta *A. jackii* utvrđena je na 24 postaje u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,25 do 87,04 %. Vrsta *A. jackii* bila je značajno brojnija na postajama s nižom temperaturom, nižim koncentracijama fosfata, ukupnog fosfora, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika, otopljenog kisika (Prilog 7b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.6. *Achnanthydium lineare* W. Smith**

U prilogu 8. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnanthydium lineare* W. Smith. Vrsta *A. lineare* utvrđena je na 41 postaji u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 36,07 %. Vrsta *A. lineare* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrata, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *A. lineare* bila je značajno brojnija pri nižim temperaturama, nižim vrijednostima električne vodljivosti pri 25 °C te višim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 8b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama s različitim tipovima podloga ( $F(6, 1107) = 3,430, p = 0,002$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *A. lineare* je utvrđena na vapnenačko-silikatnoj podlozi ( $1,449 \pm 4,62$ ) za razliku od vapnenačke ( $0,186 \pm 0,94, p = 0,001$ ), vapnenačko-flišne ( $0,024 \pm 0,17, p = 0,002$ ), silikatne ( $0,098 \pm 1,50, p = 0,000$ ), silikatno-organogene ( $0,0 \pm 0,0, p = 0,006$ ) te silikatno-vapnenačke ( $0,0 \pm 0,0, p = 0,026$ ) podloge.

#### **4.7. *Achnanthydium neomicrocephalum* Lange-Bertalot & F. Staab**

U prilogu 9. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Achnanthydium neomicrocephalum* Lange-Bertalot & F. Staab. Vrsta *A. neomicrocephalum* utvrđena je na 6 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 79,85 %. Vrsta *A. neomicrocephalum* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom ukupnog fosfora (Prilog 9b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.8. *Achnantheidium rivulare* Potapova & Ponader**

U prilogu 10. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *A. rivulare* Potapova & Ponader. Vrsta *A. rivulare* utvrđena je na 28 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 27,62 %. Vrsta *A. rivulare* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *A. rivulare* bila je značajno brojnija pri nižim temperaturama vode i višim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 10b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 1109) = 7,909, p = 0,000$ ) i postajama s različitim tipovima podloga ( $F(6, 1107) = 1,950, p = 0,070$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *A. rivulare* je utvrđena na postajama u Dinaridsko-kontinentalnoj subekoregiji ( $0,360 \pm 2,36, p = 0,000$ ) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,019 \pm 0,26$ ) te na postajama s vapnenačkom podlogom ( $0,256 \pm 1,84, p = 0,020$ ) za razliku od postaja s silikatnom podlogom ( $0,022 \pm 0,28$ ).

#### **4.9. *Cyclotella distinguenda* Hustedt**

U prilogu 11. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Cyclotella distinguenda* Hustedt. Vrsta *C. distinguenda* utvrđena je na 58 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 16,55 %. Vrsta *C. distinguenda* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrata, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *C. distinguenda* bila je značajno brojnija pri nižim temperaturama vode, nižim pH vrijednostima te višim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 11b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 1109) = 16,592, p = 0,000$ ) i postajama s različitim tipovima podloga ( $F(6, 1107) = 4,975, p = 0,000$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *C. distinguenda* je utvrđena na postajama u Dinaridsko-kontinentalnoj subekoregiji ( $0,302 \pm 1,53, p = 0,000$ ) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,029 \pm 0,20$ ), na postajama u Dinaridsko-primorskoj subekoregiji ( $0,350 \pm 1,21, p = 0,000$ ) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,029 \pm 0,20$ ) te na postajama s vapnenačkom podlogom ( $0,335 \pm 1,42, p = 0,000$ ) za razliku od silikatne podloge ( $0,037 \pm 0,27$ ).

#### **4.10. *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee**

U prilogu 12. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee. Vrsta *D. pseudostelligera* utvrđena je na 56 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,23 do 44,6 %. Vrsta *D. pseudostelligera* bila je značajno brojnija na postajama s višom temperaturom te pri višim pH-vrijednostima. Također, vrsta *D. pseudostelligera* je bila brojnija na postajama s nižim vrijednostima električne vodljivosti pri 25 °C i alkaliteta, višim koncentracijama nitrata, ukupnog dušika i ukupne suspendirane tvari (Prilog 12b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.11. *Encyonopsis subminuta* Krammer & E. Reichardt**

U prilogu 13. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Encyonopsis subminuta* Krammer & E. Reichardt. Vrsta *E. subminuta* utvrđena je na 64 postaje u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,23 do 69,66 %. Vrsta *E. subminuta* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrata, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *E. subminuta* bila je značajno brojnija pri manjoj električnoj vodljivosti pri 25 °C te višim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 13). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.12. *Encyonopsis thumensis* Krammer**

U prilogu 14. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Encyonopsis thumensis* Krammer. Vrsta *E. thumensis* utvrđena je na 2 postaje u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 12,22 i 21,38 %. Vrsta *E. thumensis* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, ukupnog dušika, biološke potrošnje kisika te kemijske potrošnje kisika (Prilog 14b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 1109) = 4,136$ ,  $p = 0,016$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *E. thumensis* je utvrđena na postajama u Dinaridsko-primorskoj subekoregiji ( $0,164 \pm 1,72$ ,  $p = 0,014$ ) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,0 \pm 0,0$ ).

#### **4.13. *Gomphonema angustum* C. Agardh**

U prilogu 15. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Gomphonema angustum* C. Agardh. Vrsta *G. angustum* je utvrđena na 29 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 22,58 %. Vrsta *G. angustum* bila je značajno brojnija na postajama s višom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, biološke potrošnje kisika te nižom koncentracijom otopljenog kisika (Prilog 15b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.14. *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot**

U prilogu 16. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot. Vrsta *G. elegantissimum* utvrđena je na 15 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 25,61 %. Vrsta *G. elegantissimum* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *G. elegantissimum* bila je značajno brojnija na postajama s nižom temperaturom, nižim vrijednostima alkaliteta, manjoj električnoj vodljivosti pri 25 °C te višim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 16b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 1109) = 4,715, p = 0,009$ ) te na različitim podlogama ( $F(6, 1107) = 1,525, p = 0,166$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *G. elegantissimum* je utvrđena u Dinaridskoj primorskoj subekoregiji ( $0,207 \pm 1,93, p = 0,009$ ) za razliku od Panonske ekoregije ( $0,002 \pm 0,04$ ). Također, veća brojnost je utvrđena na vapnenačkoj podlozi ( $0,177 \pm 1,58, p = 0,049$ ) za razliku od silikatne podloge ( $0,002 \pm 0,04$ ).

#### **4.15. *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & A. Pavlov**

U prilogu 17. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & A. Pavlov. Vrsta *L. frequentissima* utvrđena je na 7 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,25 do 66 %. Vrsta *L. frequentissima* bila je značajno brojnija na postajama s nižim pH vrijednostima te nižim koncentracijama otopljenog kisika (Prilog 17b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.16. *Mayamaea permitis* (Hustedt) K. Bruder & Medlin**

U prilogu 18. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Mayamaea permitis* (Hustedt) K. Bruder & Medlin. Vrsta *M. permitis* utvrđena je na 236 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,21 do 82,92 %. Vrsta *M. permitis* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom otopljenog kisika te višim koncentracijama fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrata, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *M. permitis* bila je značajno brojnija pri višim temperaturama vode, većoj električnoj vodljivosti pri 25 °C te nižim pH vrijednostima (Prilog 18b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 443) = 6,343$ ,  $p = 0,002$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *M. permitis* je utvrđena u Panonskoj ekoregiji ( $0,872 \pm 3,99$ ) za razliku od Dinaridsko kontinentalne subekoregije ( $0,124 \pm 0,80$ ,  $p = 0,015$ ) i Dinaridsko primorske subekoregije ( $0,163 \pm 0,78$ ,  $p = 0,016$ ).

#### **4.17. *Navicula lundii* E. Reichardt**

U prilogu 19. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Navicula lundii* E. Reichardt. Vrsta *N. lundii* utvrđena je na 5 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 35,23 %. Vrsta *N. lundii* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom ukupnog fosfora, ukupnog organskog ugljika te ukupne suspendirane tvari (Prilog 19b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.18. *Nitzschia schwabei* Krasske ex Lange-Bertalot**

U prilogu 20. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Nitzschia schwabei* Krasske ex Lange-Bertalot. Vrsta *N. schwabei* utvrđena je na jednoj postaji u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 34,26 %. Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.



#### **4.19. *Planothidium victorii* P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy**

U prilogu 21. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Planothidium victorii* P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy. Vrsta *P. victorii* utvrđena je na 22 postaje u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 24,2 %. Vrsta *P. victorii* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom otopljenog kisika te višom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrita, ukupnog dušika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *P. victorii* bila je značajno brojnija pri nižim pH vrijednostima (Prilog 21b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.20. *Sellaphora atomoides* (Grunow) Wetzel & Van de Vijver**

U prilogu 22. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Sellaphora atomoides* (Grunow) Wetzel & Van de Vijver. Vrsta *S. atomoides* utvrđena je na 51 postaji u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 35,34 %. Vrsta *S. atomoides* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom otopljenog kisika te višom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *S. atomoides* bila je značajno brojnija pri višim temperaturama vode te nižim pH vrijednostima (Prilog 22b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.21. *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel & Ector**

U prilogu 23. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel & Ector. Vrsta *S. nigri* utvrđena je na 177 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 71,5 %. Vrsta *S. nigri* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom otopljenog kisika, nižom pH-vrijednošću te višim koncentracijama fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrata, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *S. nigri* bila je značajno brojnija pri višim temperaturama vode, većoj električnoj vodljivosti pri 25 °C te višoj razini alkaliteta (Prilog 23b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama u različitim ekoregijama ( $F(2, 1109) = 8,655, p = 0,000$ ) te na različitim tipovima podloga ( $F(6, 1107) = 2,543, p = 0,019$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *S. nigri* je utvrđena u Panonskoj ekoregiji ( $1,737 \pm 6,73$ ) za razliku od Dinaridsko kontinentalne subekoregije ( $0,292 \pm 1,86, p = 0,005$ ) i Dinaridsko primorske subekoregije

( $0,286 \pm 1,84$ ,  $p = 0,003$ ) te na silikatnoj podlozi ( $1,757 \pm 6,82$ ,  $p = 0,006$ ) za razliku od vapnenačke podloge ( $0,414 \pm 2,97$ ).

#### **4.22. *Sellaphora saprotolerans* Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati**

U prilogu 24. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Sellaphora saprotolerans* Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati. Vrsta *S. saprotolerans* utvrđena je na 16 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,2 do 19,06 %. Vrsta *S. saprotolerans* bila je značajno brojnija na postajama s nižim pH vrijednostima, nižom koncentracijom otopljenog kisika te višom koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrata, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *S. saprotolerans* bila je značajno brojnija pri većoj električnoj vodljivosti pri 25 °C (Prilog 24b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.23. *Sellaphora saugerresii* (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann**

U prilogu 25. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Sellaphora saugerresii* (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann. Vrsta *S. saugerresii* utvrđena je na 36 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,22 do 47,63 %. Vrsta *S. saugerresii* bila je značajno brojnija na postajama s nižom koncentracijom otopljenog kisika te višim koncentracijama fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *S. saugerresii* bila je značajno brojnija pri višim temperaturama vode, većoj električnoj vodljivosti pri 25 °C, višoj razini alkaliteta te nižim pH vrijednostima (Prilog 25b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.24. *Skeletonema potamos* (C.I. Weber) Hasle**

U prilogu 26. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Skeletonema potamos* (C.I. Weber) Hasle. Vrsta *S. potamos* utvrđena je na 14 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 14,64 %. Vrsta *S. potamos* bila je značajno brojnija na postajama s višom koncentracijom kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Također, vrsta *S. potamos* bila je značajno brojnija pri višoj temperaturi, manjoj električnoj vodljivosti pri 25 °C te nižim vrijednostima alkaliteta (Prilog 26b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.25. *Staurosirella* sp.**

U prilogu 27. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Staurosirella* sp. Vrsta *Staurosirella* sp. utvrđena je na 9 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,23 do 20,55 %. Vrsta *Staurosirella* sp bila je značajno brojnija na postajama s nižim pH vrijednostima, nižom koncentracijom fosfata, višom koncentracijom nitrata te ukupnog dušika (Prilog 27b). Analiza varijance nije pokazala značajnu statističku razliku relativne brojnosti vrste u testiranim kategorijama.

#### **4.26. *Stephanodiscus minutulus/parvus***

U prilogu 28. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Stephanodiscus minutulus/parvus*. Vrsta *S. minutulus/parvus* utvrđena je na 8 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,49 do 32,25 %. Vrsta *S. minutulus/parvus* bila je značajno brojnija na postajama s višom koncentracijom ukupnog fosfora i ukupnog organskog ugljika (28b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama s različitim tipovima podloga ( $F(6, 1107) = 11,798, p = 0,000$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *S. minutulus/parvus* je utvrđena na silikatno-vapnenačkoj podlozi ( $1,942 \pm 7,81$ ) za razliku od vapnenačke ( $0,0 \pm 0,0, p = 0,000$ ), vapnenačko-silikatne ( $0,023 \pm 0,11, p = 0,000$ ), vapnenačko-flišne ( $0,010 \pm 0,07, p = 0,000$ ), silikatne ( $0,004 \pm 0,05, p = 0,000$ ), silikatno-organogene ( $0,0 \pm 0,0, p = 0,000$ ) te organogene ( $0,0 \pm 0,0, p = 0,004$ ) podloge.

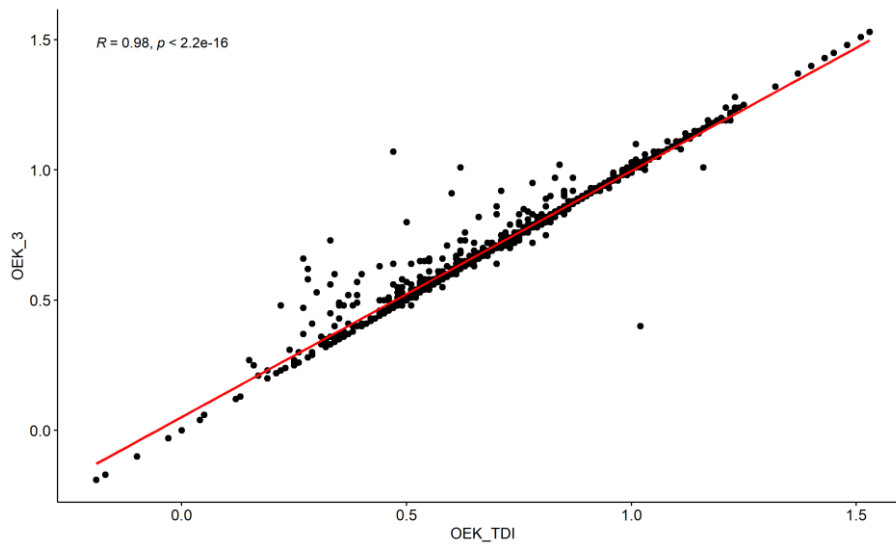
#### **4.27. *Surirella lacrimula* J.D. English**

U prilogu 29. prikazana je rasprostranjenost i ekološke karakteristike vrste *Surirella lacrimula* J.D. English. Vrsta *S. lacrimula* utvrđena je na 10 postaja u Republici Hrvatskoj s relativnom brojnošću od 0,24 do 27,75 %. Vrsta *S. lacrimula* bila je značajno brojnija na postajama s nižom temperaturom te višom koncentracijom otopljenog kisika (Prilog 29b). Analiza varijance je pokazala značajnu razliku relativne brojnosti na postajama s različitim tipovima podloga ( $F(6, 1107) = 3,374, p = 0,003$ ). Prema Tukey post hoc testu veća brojnost vrste *S. lacrimula* je utvrđena na postajama s vapnenačkom-flišnom podlogom ( $0,538 \pm 3,85$ ) za razliku od postaja s vapnenačkom ( $0,002 \pm 0,02, p = 0,000$ ) i silikatnom ( $0,009 \pm 0,12, p = 0,000$ ) podlogom.

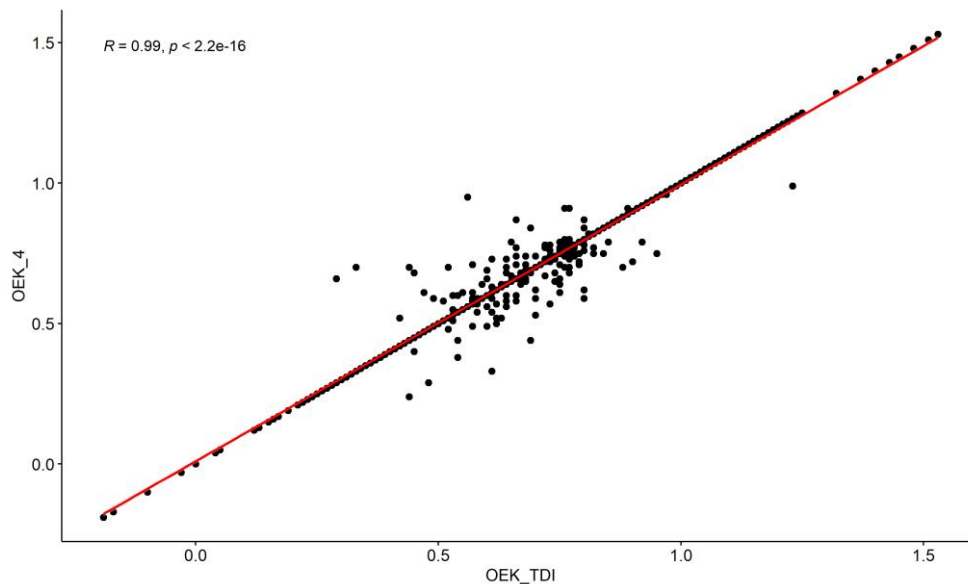
#### 4.28. Ocjena ekološkog stanja

Na 1169 postaja u Hrvatskoj, temeljem fitobentosa kao biološkog pokazatelja stanja tekućica, ekološko stanje je temeljem interkalibrirane metodologije ocijenjeno u rasponu od lošeg do vrlo dobrog stanja (0,04-1,53; sr.vr. = 0,71; med. = 0,71; stdev. = 0,22), dok je  $TID_{HR}$  pri izračunu OEK-a u rasponu od 1,11 do 4,74 (sr.vr.= 2,63; med.=2,65; stdev.= 0,49). Uvrštavanjem vrijednosti za rodove za 415 vrsta bez indikatorske vrijednosti u bazi, ekološko stanje ocijenjeno je u rasponu od 0,04-1,53 (sr.vr.=0,72; med.=0,72; stdev.=0,21) dok je  $TDI_{RH}$  u rasponu od 1,12 do 4,74 (sr.vr.=2,60; med.=2,62; stdev.= 0,49). Uvrštavanjem indikatorskih vrijednosti za 26 vrsta koje su zastupljene s više od 15% u uzorcima rasponi OEK-a su između 0,04 i 1,53 (sr.vr. = 0,72; med = 0,72; stdev. = 0,21), a rasponi  $TID_{HR}$  indeksa kreću se od 1,12 do 4,74 (sr.vr. = 2,63; med.=2,60; stdev.= 0,49).

Na slikama 6 i 7 prikazana je korelacija između omjera ekološke kakvoće TDI, izračunatog prema trenutno važećoj metodologiji u Republici Hrvatskoj i OEK dobivenog uvrštavanjem indikatorskih vrijednosti za rod za svih 415 vrsta bez indikatorskih vrijednosti (OEK\_3, Slika 6) te korelacija s OEK-om dobivenim uvrštavanjem novih indikatorskih vrijednosti za 26 vrsta koje su zastupljene s više od 15% u uzorcima na osnovi korelacija s okolišnim čimbenicima koje su dobivene u ovom istraživanju (OEK\_4, Slika 7) .



Slika 6. Pearsonov koeficijent korelacije omjera ekološke kakvoće TDI (OEK\_TDI) i omjera ekološke kakvoće dobivenog uvrštavanjem indikatorskih vrijednosti za rod za svih 415 vrsta bez indikatorskih vrijednosti (OEK\_3)



Slika 7. Pearsonov koeficijent korelacije omjera ekološke kakvoće TDI (OEK\_TDI) i omjera ekološke kakvoće dobivenog uvrštavanjem novih indikatorskih vrijednosti za 26 vrsta koje su zastupljene s više od 15% u uzorcima na osnovi korelacija s okolišnim čimbenicima koje su dobivene u ovom istraživanju (OEK\_4).

Novo dobiveni rezultati omjere ekološke kakvoće korelirani s osnovnim kemijskim čimbenicima u vodi nisu pokazali promijene u Spearmanovim koeficijentim korelacije (Tablica 4)

Tablica 4. Spearmanov koeficijent korelacije između najznačajnijih kemijskih čimbenika vode i omjera ekološke kakvoće TDI (OEK\_TDI), omjera ekološke kakvoće dobivenog uvrštavanjem indikatorskih vrijednosti za rod za svih 415 vrsta bez indikatorskih vrijednosti (OEK\_3) te omjera ekološke kakvoće dobivenog uvrštavanjem novih indikatorskih vrijednosti za 26 vrsta koje su zastupljene s više od 15% u uzorcima (OEK\_4).

<b>FIZIKALNO-KEMIJSKI ČIMBENICI</b>	<b>OEK_TDI</b>	<b>OEK_3</b>	<b>OEK_4</b>
<b>Fosfati</b>	-.607**	-.606**	-.594**
<b>Ukupni fosfor</b>	-.646**	-.642**	-.635**
<b>Nitrati</b>	-.495**	-.499**	-.492**
<b>Nitriti</b>	-.092**	-.095**	-.087**
<b>Amonij</b>	-.489**	-.475**	-.475**
<b>Ukupan dušik</b>	-.441**	-.442**	-.432**
<b>Ukupni organski ugljik</b>	-.547**	-.549**	-.536**
<b>Biološka potrošnja kisika</b>	-.533**	-.539**	-.521**
<b>Kemijska potrošnja kisika</b>	-.580**	-.570**	-.569**

## 5. Rasprava

Mjerne postaje monitoringa ekološkog stanja i dijatomeja kao biološkog elementa kakvoće, klasificirane su kao male, srednje, srednje velike, velike te vrlo velike prirodne tekućice. Prošle su europski interkalibracijski proces unutar Panonske i Dinaridske ekoregije čime je uz klasifikaciju vodnih tijela, interkalibiran i sustav ocjene ekološkog stanja prema biološkom elementu fitobentos. Sustav ocjene ekološkog stanja (ES) prema fitobentosu uključuje izračun trofičkog indeksa dijatomeja ( $TID_{HR}$ ), a vrijednost indeksa određena je indikatorskom vrijednošću i indikatorskom veličinom za svaku pojedinu vrstu. S obzirom na postojeću metodologiju ocjene, zabilježenim vrstama unutar baze podataka pridružene su postojeće indikatorske veličine i indikatorske težine iz Operativne liste dijatomeja (Hrvatske vode, 2016) na osnovi čega su doneseni i prikazani rezultati koji su ovim istraživanjem dali uvid u vrste koje u Operativnoj listi dijatomeja nemaju indikatorske vrijednosti. Njih ukupno 26, odnosno njihove relativne učestalosti u uzorku korelirane s okolišnim čimbenicima ukazali su na njihove pojedine ekološke značajke i mogućnosti uvođenja novih indikatorskih veličina i indikatorskih težina za tih 26 vrsta.

Vrsta *A. atomoides* utvrđena je na ukupno 18 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama u Dinaridsko primorskoj subekoregiji i zabilježena je u sustavima s nižom koncentracijama fosfata, ukupnog fosfora, amonija, ukupnog organskog ugljika, biološke i kemijske potrošnje kisika te ukupne suspendirane tvari. Prema literaturnim podacima ova vrsta je tolerantna vrsta prema različitim koncentracijama nutritijenata, odnosno organskog zasićenja te različitim koncentracijama ukupnog fosfora i biološke potrošnje kisika (Monnier i sur., 2004).

Učestalost vrste *A. delmontii* u ovom istraživanju je negativno korelirala s koncentracijom nitrita, ukupnog organskog ugljika i biološke potrošnje kisika što nije u skladu s literaturnim podacima koji prikazuju pozitivnu korelaciju s koncentracijama nutrijenata, s temperaturom vode i negativnu korelaciju s konduktivitetom. Također se navodi optimalan pH od 7,8 za ovu vrstu (Buczko i sur., 2022). Rezultati ovog istraživanja su pokazali značajne negativne korelacije s vrijednostima električne vodljivosti pri 25 °C te pH vrijednostima, a nisu pokazali značajne korelacije s temperaturom vode.

Učestalost vrste *A. eutrophilum* u ovom istraživanju je negativno korelirala s pH vrijednostima, što je nije u skladu s literaturnim podacima koji ukazuju na značajnu pozitivnu korelaciju s vrijednostima pH. Također, učestalost vrste *A. eutrophilum* literaturno pokazuje

toleranciju prema širokom rasponu koncentracije nutritijenata te većim vrijednostima konduktiviteta (Ponader i sur., 2007).

Vrsta *A. exile* je, prema dostupnim podacima, zabilježena u mezo- do eutrofnim trofičkim stanjima i najčešće u staništima s nižim protokom vode (Lange-Bertalot i sur., 2017). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajnu negativnu korelaciju učestalosti vrste *A. exile* s pH vrijednostima, koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrata, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, kemijske potrošnje kisika i ukupne suspendirane tvari. Vrsta *A. exile* utvrđena je na 28 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama u Dinaridsko kontinentalnoj subekoregiji.

S obzirom na sličnost *A. jackii* s vrstom *Achnanthydium minutissimum*, literaturni navodi o ekološkim preferencijama vrste nisu razjašnjeni (Morales i sur., 2011).

Vrsta *A. lineare* preferira neutralno do slabo alkalne vode (pH 7,0-8,5) s niskim do srednjim konduktivitetom (23-200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Učestalost vrste ne pokazuje toleranciju prema povišenim koncentracijama nutrijenata te su zabilježene preferencije prema niskim koncentracijama nitrata (<150  $\mu\text{g}/\text{l}$  TN) i fosfata (2-11  $\mu\text{g}/\text{l}$  TP) (Van der Vijver i sur., 2011). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajnu negativnu korelaciju učestalosti vrste *A. lineare* s koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrata, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika, ukupne suspendirane tvari, vrijednostima temperature, električne vodljivosti pri 25 °C te pozitivnu korelaciju s višim koncentracijama otopljenog kisika. Vrsta *A. lineare* utvrđena je na 41 postaji u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama s vapnenačko-silikatnom podlogom.

Prema dostupnim literaturnim podacima, vrsta *A. neomicrocephalum* preferira oligotrofna slatkovodna staništa na karbonatnoj podlozi (Lange-Bertalot i sur., 2017). Vrsta je osjetljiva na organska onečišćenja (Bey i Ector, 2013). Rezultati ovog istraživanja pokazala su značajne negativne korelacije učestalosti vrste s koncentracijom ukupnog fosfora.

Vrsta *A. rivulare* prema literaturnim podacima pokazuje toleranciju prema povišenim koncentracijama nutrijenata te pokazuje afinitet prema relativno niskim koncentracijama kalcija i klorida, odnosno brojnost vrste je uvjetovana ionskim sastavom vode (Ponader i sur., 2007). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajnu negativnu korelaciju učestalosti vrste s koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, nitrita, amonija, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika, ukupne suspendirane tvari, nižim temperaturama vode te višim koncentracijama otopljenog kisika. Vrsta *A. rivulare*



utvrđena je na 28 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama s vapnenačkom podlogom u Dinaridsko-kontinentalnoj subekoregiji.

Učestalost vrste *C. distinguenda* po rezultatima ovog istraživanja značajno negativno korelira s koncentracijom nutrijenata što je u skladu s literaturnim podacima i karakteristikama cijelog roda *Cyclotella* (Saros i sur., 2014). Vrsta *C. distinguenda* utvrđena je na 58 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama s vapnenačkom podlogom u Dinaridskoj ekoregiji.

Vrsta *D. pseudostelligera* literaturno pokazuje široku trofičku toleranciju s većom prisutnošću u eutrofnim vodama što odgovara rezultatima ovog istraživanja u kojima je učestalost vrste pokazala značajnu pozitivnu korelaciju s koncentracijom ukupnog organskog ugljika i ukupne kemijske potrošnje kisika (Ivanovich Genkal, 2015).

Učestalost vrsta *E. subminuta* i *E. thumensis* su rezultatima ovog istraživanja pokazale značajnu negativnu korelaciju koncentracijom nutrijenata i organske tvari što potvrđuje literaturne podatke (Solak i sur., 2016). Vrsta *E. subminuta* utvrđena je na 64 postaje u Republici Hrvatskoj čija učestalost ne pokazuje značajnu korelaciju s vrstom podloge i ekoregijom. Najveća relativna brojnost vrste utvrđena je na postajama Orešćak, Kupa (Ozalj), Opatovica, Donji kanal (pritok Cetine kod Trilja). Široka rasprostranjenost u različitim ekoregijama, vrstama podloge, veličinama rijeka te nadmorskim visinama ukazuje kako je vrsta tolerantna na različite ekološke uvjete.

Vrsta *G. angustum* prema literaturnim podacima pokazuje veću brojnost u vodama s organskim opterećenjem što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja koji pokazuju značajnu pozitivnu korelaciju učestalosti vrste s koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora te biološke potrošnje kisika (Ndiritu i sur., 2006).

Vrsta *G. elegantissimum* prema literaturnim podacima zabilježena je u vodama s višom temperaturom, većim konduktivitetom, nižom koncentracijom otopljenog kisika, većom koncentracijom nitrata te većom koncentracijom amonija (Jakovljević i sur., 2016). Rezultati ovog istraživanja nisu u potpunosti u skladu s literaturnim podacima, odnosno učestalost *G. elegantissimum* pokazala je značajne negativne korelacije s koncentracijama amonija, fosfata, ukupnog fosfora, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke potrošnje kisika, kemijske potrošnje kisika, ukupne suspendirane tvari, vrijednostima temperature, alkaliteta, električne vodljivosti pri 25 °C te značajnu pozitivnu korelaciju s koncentracijama otopljenog kisika. Vrsta *G. elegantissimum* utvrđena je na 15 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama s vapnenačkom podlogom u Dinaridsko primorskoj subekoregiji.

Vrsta *L. frequentissima* se prema literaturnim podacima češće pojavljuje u alkalnim do neutralnim vodama u rasponu pH od 6,3-8,5, s električnom vodljivošću u rasponu od 138-402  $\mu\text{S cm}^{-1}$  te temperaturom vode u rasponu od 5,6-13,4 °C. Vrsta *L. frequentissima* se često, u istraživanjima, pogrešno identificira zbog sličnosti s vrstom *Luticola mutica* (Noga i sur., 2017). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajne negativne korelacije učestalosti vrste s pH vrijednostima koncentracijama otopljenog kisika.

Vrsta *M. permitis* se pojavljuje s velikom zastupljenošću u organski jako onečišćenim vodama. Zabilježena je i u staništima s nižim trofičkim stanjem, ali sa značajno nižom brojnošću (Lange-Bertalot i sur., 2017). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajne negativne korelacije učestalosti vrste s koncentracijom otopljenog kisika i pH vrijednostima te značajne pozitivne korelacije s koncentracijama fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrata, nitrita, ukupnog dušika, ukupnog organskog ugljika, biološke i kemijske potrošnje kisika, ukupne suspendirane tvari, vrijednostima temperaturama vode i električne vodljivosti pri 25 °C. Vrsta *M. permitis* utvrđena je na 236 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom brojnošću na postajama u Panonskoj ekoregiji. *M. permitis* je kozmopolitska vrsta koja je utvrđena diljem zemalja Europe, Sjeverne i Južne Amerike, Azije te čak i na subantarktičkim otocima (AlgaeBase, 2022).

Vrsta *N. lundii* u literaturnim podacima preferira alkalne vode s umjerenim do umjereno povišenim koncentracijama nutritijenata (Bahls, 2012). U ovom istraživanju učestalost *N. lundii* pokazala je značajnu negativnu korelaciju s koncentracijom ukupnog fosfora, ukupnog organskog ugljika te ukupne suspendirane tvari.

Vrsta *N. schwabei* utvrđena je na samo jednoj postaji u Republici Hrvatskoj. Dosadašnja istraživanja utvrdile su navedenu vrstu u tekućicama Njemačke, Mongolije, Turske i Sjeverne Amerike (AlgaeBase, 2022).

S obzirom na sličnost *P. victorii* s vrstom *Planothidium frequentissimum*, literaturni navodi o ekološkim preferencijama vrste nisu razjašnjeni. Novis i sur., 2012. navode *Planothidium victorii* kao osjetljivu na zagađenja te time potencijalno korisnom indikativnom vrstom. Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajnu negativnu korelaciju učestalosti vrste s koncentracijom otopljenog kisika i pH vrijednostima te značajnu pozitivnu korelaciju s koncentracijom fosfata, ukupnog fosfora, amonija, nitrita, ukupnog dušika, kemijske potrošnje kisika, ukupne suspendirane tvari.

Učestalost vrsta *S. atomoides*, *S. nigri*, *S. saprotolerans* i *S. saugerresii* pokazala je značajnu pozitivnu korelaciju s pokazateljima koji ukazuju na organsko opterećenje što je u skladu s literaturnim podacima (Wetzel i sur., 2015). Vrsta *S. nigri* utvrđena je na 177 postaja

u Republici Hrvatskoj s značajno većom relativnom brojnosti na postajama sa silikatnom podlogom u Panonskoj ekoregiji. Sve navedene vrste roda *Sellaphora* pokazale su veću brojnost u tekućicama Panonske ekoregije što ukazuje na povećano trofičko stanje tekućica u Panonskoj ekoregiji obzirom na ekološke karakteristike učestalosti vrste pozitivno koreliranim s pokazateljima organskog opterećenja.

Na brojnost vrste *S. potamos* značajno utječe visoka temperatura vode i koncentracija nutritijenata nije limitirajući faktor za brojnost vrste (Tihamér i sur., 1994), što je pokazano i ovim istraživanjem.

Vrste unutar roda *Staurosirella* prema literaturnim navodima toleriraju širok spektar trofičkih uvjeta, od oligotrofnih do eutrofnih stanja. Veći broj vrsta preferira staništa na karbonatnim podlogama (Lange-Bertalot i sur., 2017). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajnu negativnu korelaciju učestalosti vrste *Staurosirella* sp. s pH vrijednostima i koncentracijom fosfata te značajnu pozitivnu korelaciju s koncentracijom nitrata i ukupnog dušika.

Učestalost vrste *S. minutulus/parvus* pokazala je značajnu pozitivnu korelaciju, u ovom istraživanju, s koncentracijom ukupnog fosfora, što je u skladu s literaturnim podacima (Lynn i sur., 2000). Osim značajnih korelacija s ukupnim fosforom, rezultati ovog istraživanja pokazali su značajne pozitivne korelacije učestalosti vrste s ukupnim organskim ugljikom. Vrsta *S. minutulus/parvus* utvrđena je na 177 postaja u Republici Hrvatskoj s značajno većom relativnom brojnosti na postajama sa silikatnom podlogom

Ekologija vrste *S. lacrimula* zbog sličnosti s vrstom *Surirella minuta* nije u potpunosti razjašnjena (English i Potapova, 2012).

Ocijene ekološkog stanja tekućica u Republici Hrvatskoj prema trenutno važećoj metodologiji uspoređene s novim izračunima na temelju indikatorskih vrijednosti za rodove i novih indikatorskih vrijednosti za 26 vrsta koje su zastupljene s više od 15%, ukazale su na potrebu daljnjeg istraživanja vrsta koje su široko rasprostranjenije u pojedinim ekoregijama i subekoregijama. Iako nisu dobivene značajne promijene u izračunima ekološkog stanja na cjelokupnom setu podatak ovo istraživanje doprinos je novim spoznajama o indikatorskom sustavu Trofičkog indeksa dijatomeja Republike Hrvatske na način da je ukazalo da daljnja istraživanja i statističke obrade trebaju biti usmjerene na područja raspostranjenosti vrsta *S. nigri* i *M. permitis*, *A. atomoides*, *E. thumensis*, *G. elegantissimum*, *A. exile* i *A. rivulare*, *C. distinguenda*, *A. eutrophilum*, *A. exile*, *G. elegantissimum* i *N. lundii*, *A. jackii*, *P. victorii* i *S. lacrimula*.

## 6. Zaključak

- Na 581 mjernoj postaji prirodnih tekućica s područja Panonske i Dinaridske ekoregije Republike Hrvatske u razdoblju od 2010. do 2020. godine zabilježeno je 959 vrsta algi kremenjašica od kojih 26 vrsta nema indikatorsku vrijednost i indikatorsku težinu u sustavu Trofičkog indeksa dijatomeja u Republici Hrvatskoj, a imaju relativnu brojnost valvi u uzorcima veću od 15 %.
- Za 26 vrsta dijatomeja prikazana je rasprostranjenost na području Republike Hrvatske te opisane njihove ekološke karakteristike.
- Vrste za koje je opažena značajna negativna korelacija relativne učestalosti s koncentracijama nutritijenata su: *A. atomoides*, *A. delmontii*, *A. exile*, *A. jackii*, *A. lineare*, *A. neomicrocephalum*, *A. rivulare*, *C. distinguenda*, *E. subminuta*, *E. thumensis*, *G. elegantissimum*, *Staurosirella* sp.
- Vrste za koje je opažena značajna pozitivna korelacija relativne učestalosti s koncentracijama nutritijenata su: *D. pseudostelligera*, *G. angustum*, *M. permitis*, *P. victorii*, *S. atomoides*, *S. nigri*, *S. saprotolerans*, *S. saugerresii*, *S. minutulus/parvus*.
- Uvrštavanjem vrijednosti za rodove za 415 vrsta bez indikatorske vrijednosti i težine, ekološko stanje ocjenjeno je u rasponu od 0,04-1,53, dok je TID<sub>HR</sub> u rasponu od 1,12 do 4,74. Uvrštavanjem indikatorskih vrijednosti za 26 vrsta koje su zastupljene s više od 15 % u uzorcima, rasponi OEK-a su između 0,04 i 1,53, a rasponi TID<sub>HR</sub> kreću se od 1,12 do 4,74.
- Vrste čiju bi distribuciju i relativnu učestalost trebalo nastaviti pratiti te definirati nove indikatorske vrijednosti u sklopu indikatorskog sustava Trofičkog indeksa dijatomeja Republike Hrvatske su: *S. nigri* i *M. permitis* zbog široke rasprostranjenosti i pojavljivanja u Panonskoj ekoregiji; *A. atomoides*, *E. thumensis*, *G. elegantissimum* zbog prisutnosti u tekućicama Dinaridsko primorske subekoregije; *A. exile* i *A. rivulare* zbog značajne korelacije učestalosti vrsta s Dinaridsko kontinentalnom subekoregijom; *C. distinguenda* zbog značajne korelacije njihove relativne učestalosti s Dinaridskom ekoregijom; *A. eutrophilum*, *A. exile*, *G. elegantissimum* i *N. lundii* zbog rezultata ovog istraživanja koji su pokazali značajno različitu korelaciju njihove relativne učestalosti s fizikalno-kemijskim parametrima u odnosu na literaturne podatke; *A. jackii*, *P. victorii* i *S. lacrimula* zbog nedovoljno istraženih ekoloških preferencija.

## 7. Literatura

- Arle, J., Mohaupt, V., Kirst, I. (2016): Monitoring of surface waters in Germany under the water framework directive - a review of approaches, methods and results. *Water*, 8 (6), 217.
- Arnerić, J., Protrka, K. (2019): Modeli analize varijance (ANOVA). *Matematičko fizički list*, 70 (277): 25-32.
- Bey, M.Y., Ector, L. (2013): Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes. Tome 1. Vincennes, France: Agence Française pour la Biodiversité (in French)
- Bahls, L. (2012): *Navicula lundii*. In *Diatoms of North America*. [https://diatoms.org/species/navicula\\_lundii](https://diatoms.org/species/navicula_lundii) (pristupljeno 21.8.2022)
- Buczkó, K., Trábert, Z., Stenger-Kovács, C., Tapolczai, K., Bíró, T., Duleba, M., Földi, A., Korponai, J., Vadkerti, E., Végvári, Z., Ács, É. (2022): Rapid expansion of an aquatic invasive species (AIS) in Central-European surface waters; a case study of *Achnantheidium delmontii*. *Ecological Indicators* 135: 5-6.
- Diva GIS (2022): <https://www.diva-gis.org/> (pristupljeno 31.7.2022.)
- English, J., Potapova, M. (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: 9-27.
- European Commission (2003): Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the process on the intercalibration exercise, European Communities, Luxemburg.
- Grapher™ (2019): Golden Software, Inc., 809 14th Street, Golden, Colorado 80401. <https://www.goldensoftware.com/products/grapher> (pristupljeno 31.7.2022.)
- Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2022): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org> (pristupljeno 31.7.2022.)
- Habdija, I., Kerovec, M., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Primc Habdija, B. (2009): Ekološko istraživanje površinskih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama. PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Hrvatske vode (2001): Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC Europskog parlamenta i vijeća. Zagreb.

- Hrvatske vode (2016): Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće, <https://www.voda.hr/> (pristupljeno 5.4.2022.)
- IBM Corp. Released (2013): IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software> (pristupljeno 31.7.2022.)
- Illies, J. (1978): Limnofauna Europaea, 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Ivanovich Genkal, S. (2015): Morphological variability, taxonomy and ecology of *Discostella pseudostelligera* (Bacillariophyceae, Centrales) and similar species. *Nova Hedwigia*. 101. 427-449.
- Jakovljević, O., Popović, S. S., Vidaković, D. P., Stojanović, K. Z., Krizmanić, J. Z. (2016): The application of benthic diatoms in water quality assessment (Mlava River, Serbia). *Acta Botanica Croatica*, 75 (2): 202.
- John, J. (2012): A beginner's guide for diatoms. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggel, Liechtenstein.
- Johnson, R., Lindegarth, M., Carstensen, J. (2014): Reference conditions and class boundaries: Initial set of guidelines for establishing reference conditions and class boundaries WATERS Report no. 2014:5, 51 pp.
- Kelly, M. G, Great Britain, & Environment Agency. (2008): Using science to create a better place. Environment Agency.
- 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. Koeltz Botanical Books, Schmittensberg, 1–942 pp. 1
- Lynn, S., Kilham, S., Kreeger, D., Interlandi, S. (2000): Effect of nutrient availability on the biochemical and elemental stoichiometry in the freshwater diatom *Stephanodiscus minutulus* (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology*. 36: 510 - 522.
- Markert, B., Wappelhorst, O., Weckert, V., Herpin, U., Siewers, U., Friese, K., Breulmann, G. (1999): The Use of Bioindicators for Monitoring the Heavy Metal Status of the Environment. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 240: 425-429.
- Monnier O., Lange-Bertalot H., Rimet F., Hoffmann L., Ector L. (2004): *Achnantheidium atomoides* sp. nov., a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg. *Vie et Milieu*. 54: 127-136.

- Narodne novine 96/2019 (2019): Uredba o standardu kakvoće voda. str. 45., [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_10\\_96\\_1879.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_10_96_1879.html) . (prestupljeno 5.4.2022.)
- Ndiritu, G., Gichuki, N., Triest, L. (2006): Distribution of Epilithic Diatoms in Response to Environmental Conditions in an Urban Tropical Stream, Central Kenya. *Biodiversity and Conservation*. 15: 3267-3293.
- Noga, T., Stanek-Tarkowska, J., Kochman- Kędziora, N., Rybak, M., Peszek, Ł., Poradowska, A. (2017): *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & Pavlov-morphological and ecological characteristics of a population from Southern Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 46: 237-243.
- Novis, P., Braidwood, J., Killroy, C. (2012): Small diatoms (Bacillariophyta) in cultures from the Styx River, New Zealand, including descriptions of three new species. *Phytotaxa*. 64: 11-45.
- OIKON (2018): Stručna podloga za utvrđivanje obuhvata brdsko-planinskih područja
- One-Way ANOVA Statistical Guide (2018): <https://statistics.laerd.com/statisticalguides/one-way-anova-statistical-guide.php> (pristupljeno 31.7.2022.).
- Plenković-Moraj, A., Gligora Udovič, M., Kralj Borojević, K., Žutinić, P. (2009): Fitobentos u: EK-KO projekt Habdija, I., Kerovec, M., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Primc Habdija, B. (2009): Ekološko istraživanje površinskih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama. PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
- Poikane, S., Salas Herrero, F., Kelly, M., Borja, A., Birk, S., van de Bund, W. (2020): European aquatic ecological assessment methods: A critical review of their sensitivity to key pressures. *Science of The Total Environment*. 740. 140075. 10.1016/j.scitotenv.2020.140075.
- Ponader K., Potapova M. (2007): Diatoms from the genus *Achnanthisidium* in flowing waters of the Appalachian Mountains (North America): Ecology, distribution and taxonomic notes. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*. 37: 227-241.
- QGIS.org (2022): QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org> (pristupljeno 31.7.2022.)

- R (2020): A Language And Environment For Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Rabosky, D. L., Sorhannus U. (2009): Diversity dynamics of marine phytoplankton diatoms across the Cenozoic. *Nature* 457: 183-186.
- Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N., Ortler, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Fließgewässern Österreichs, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. Wasserwirtschaftskataster. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. (1990): *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, Cambridge
- Saros, J.E., Anderson, N.J. (2014): The ecology of the planktonic diatom *Cyclotella* and its implications for global environmental change studies. *Biological Reviews*. Cambridge Philosophical Society. 90: 522-541.
- Schmidt-Kloiber, A., Moe, J., Dudley, B., Strackbein, J., Vogl, R. (2012): The WISER metadatabase: The key to more than 100 ecological datasets from European rivers, lakes and coastal waters. *Hydrobiologia*. 704. 1-10.
- Solak, C.N., Kaleli, A., Baytut, O. (2016): The Distribution of Cymbelloid Diatoms in Yalova Runningwaters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 16: 953-959.
- Spearmans Rank Order Correlation Statistical Guide (2018): <https://statistics.laerd.com/statistical-guides/spearmans-rank-order-correlation-statisticalguide-2.php> (pristupljeno 31.7.2022.).
- Tihamér, K.K., Acs, E., Kovács, A. (1994): Ecological observations on *Skeletonema potamos* (Weber) Hasle in the River Danube, near Budapest (1991–92, daily investigations). *Hydrobiologia*. 289: 163-170.
- Udovičić, M., Baždarić, K., Bilić-Zulle, L. i Petrovečki, M. (2007): Što treba znati kada izračunavamo koeficijent korelacije? *Biochemia Medica*, 17 (1), 10-15.
- Van de Vijver, B., Ector, L., Beltrami, M.E., De Hann, M., Falasco, E., Hlubikova, D., Jarlman, A., Kelly, M., Novais, M.H., Wojtal, A.Z. (2011): A critical analysis of the type material of *Achnanthydium lineare* W. Sm. (Bacillariophyceae). *Algological Studies*. 136/137: 167-191.



- Wetzel, C., Ector, L., Van de Vijver, B., Compere, P., Mann, D. (2015): Morphology, typification and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (Bacillariophyta). *Journal of the Czech Phycological Society*. 15: 203-234.
- Wu, Y. (2016): *Periphyton: Functions and Applications in Environmental Remediation*. Elsevier, Cambridge.
- Zelinka, M., Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57: 389-40.

## **8. Životopis**

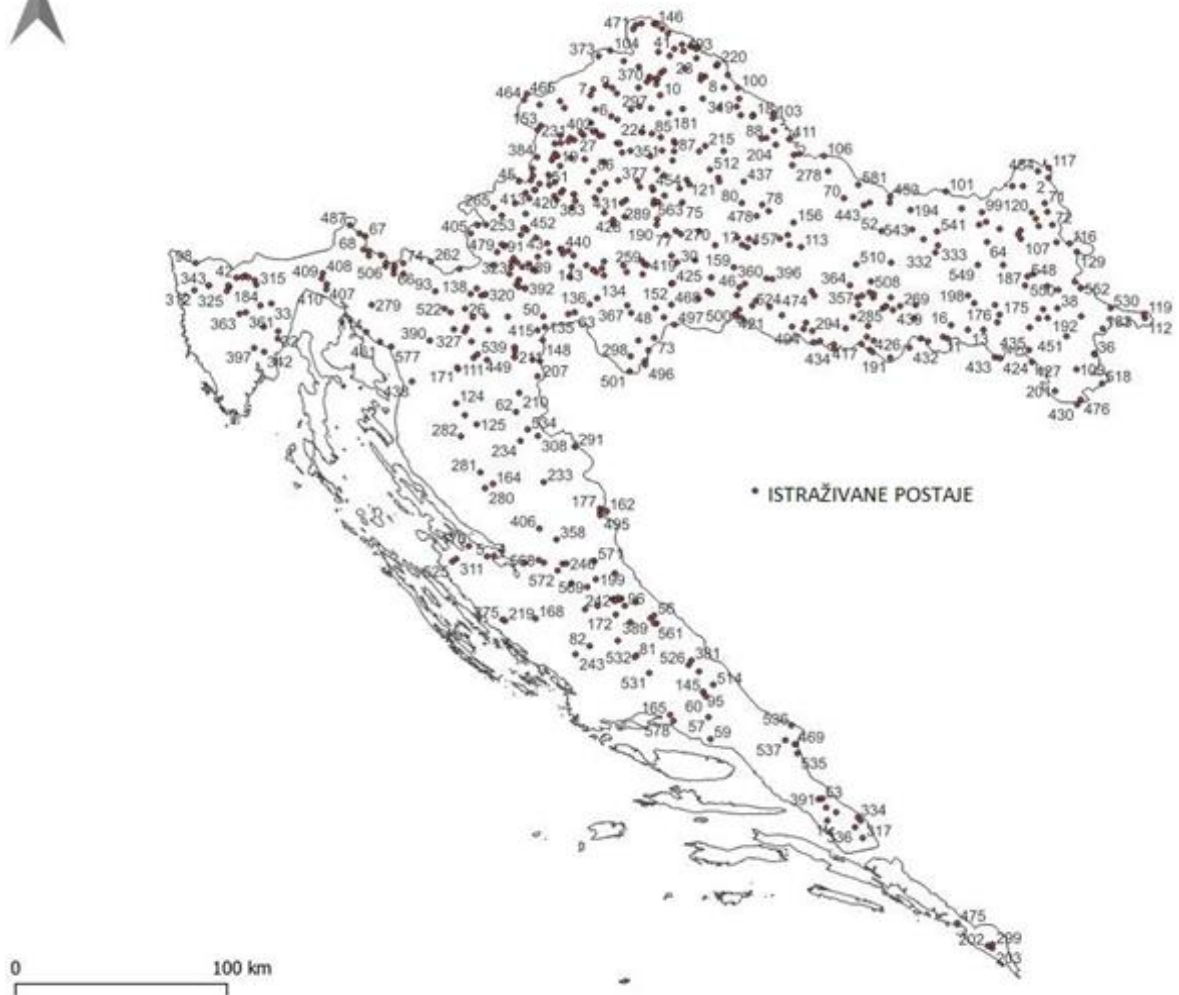
Osnovnoškolsko obrazovanje stekao sam u Osnovnoj školi Popovača u Popovači. Srednjoškolsko obrazovanje sam završio u Srednjoj školi Tin Ujević u Kutini, smjer opća gimnazija. Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, integrirani preddiplomski i diplomski studij Biologija i kemija, smjer: nastavnički, upisao sam 2017. godine. Tijekom studija odradio sam metodičku praksu nastave kemije u XIII. Gimnaziji u Zagrebu, a metodičku praksu nastave biologije u Osnovnoj školi Medvedgrad u Zagrebu.

## 9. Prilozi

Popis priloga:

- Prilog 1. Slika 7. Karta istraživanih postaja s pripadajućim oznakama  
Prilog 2. Tablica 2. Popis istraživanih postaja s pripadajućim oznakama  
Prilog 3. *Achnanthydium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot & Ector  
Prilog 4. *Achnanthydium delmontii* Pérès, Le Cohu & Barthès  
Prilog 5. *Achnanthydium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot  
Prilog 6. *Achnanthydium exile* (Kützing) Heiberg  
Prilog 7. *Achnanthydium jackii* Rabenhorst  
Prilog 8. *Achnanthydium lineare* W. Smith  
Prilog 9. *Achnanthydium neomicrocephalum* Lange-Bertalot & F. Staab  
Prilog 10. *Achnanthydium rivulare* Potapova & Ponader  
Prilog 11. *Cyclotella distinguenda* Hustedt  
Prilog 12. *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee  
Prilog 13. *Encyonopsis subminuta* Krammer & E. Reichardt  
Prilog 14. *Encyonopsis thumensis* Krammer  
Prilog 15. *Gomphonema angustum* C. Agardh  
Prilog 16. *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot  
Prilog 17. *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & A. Pavlov  
Prilog 18. *Mayamaea permitis* (Hustedt) K. Bruder & Medlin  
Prilog 19. *Navicula lundii* E. Reichardt  
Prilog 20. *Nitzschia schwabei* Krasske ex Lange-Bertalot  
Prilog 21. *Planorhynchium victorii* P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy  
Prilog 22. *Sellaphora atomoides* (Grunow) Wetzel & Van de Vijver  
Prilog 23. *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel & Ector  
Prilog 24. *Sellaphora saprotolerans* Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati  
Prilog 25. *Sellaphora saugerresii* (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann  
Prilog 26. *Skeletonema potamos* (C.I. Weber) Hasle  
Prilog 27. *Staurosirella* sp.  
Prilog 28. *Stephanodiscus minutulus/parvus*  
Prilog 29. *Surirella lacrimula* J.D. English

Prilog 1.



Slika 8. Karta istraživanih postaja s pripadajućim oznakama

## Prilog 2.

Tablica 5. Popis istraživanih postaja s pripadajućim oznakama

Broj	Naziv postaje
1	Baćinska jezera, tunel jezero Podgora
2	Baranjska Karašica, Batina
3	Baranjska Karašica, Branjin Vrh
4	Bašćica, Posedarje
5	Bašćica, uzvodno od Posedarja
6	Batina, Konjščina
7	Bednja, Lepoglava
8	Bednja, Mali Bukovec
9	Bednja, Stažnjevec
10	Bednja-Tuhovec
11	Biđ (zapadni lateralni kanal), uzvodno od Trnjanskih Kuta
12	Biđ, Cerna
13	Biđ, kod Divoševaca
14	Biđ, kod Strizivojne
15	Biđ, most na cesti Velika Kopanica- Vrpolje
16	Biđ, uzv. od Sredanaca
17	Bijela Rijeka, cesta Gaj - Parmakovac
18	Bistra Koprivnička, most kod Molvi
19	Bistra, Jakovlje
20	Bistra, jugozapadno od Darde
21	Bistra, Krainje, Kraljev vrh
22	Bistra, Krajnica
23	Bistrec-Rakovnica I, most na cesti Hemuševac – Goričan
24	Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D. Dubrava-Kotoriba
25	Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D. Dubrava-Kotoriba
26	Bistrica, gornji tok, Tuk
27	Bistrica, Podgrađe Bistričko
28	Bjelovacka, cesta Veliko i Malo Korenovo
29	Blatnica, Blatnica
30	Blinja, Komarevo
31	Bliznec
32	Boljunčica, Kožljak
33	Boljunčica, nizvodno od mjesta Brus
34	Boljunčica, ušće
35	Bosut - Vinkovci uzvodno
36	Bosut, Apševci
37	Bosut, most na cesti Rokovci-Andrijaševci
38	Bosut, na cesti Slakovci-Otok

39	Bosut, nizvodno od Vinkovaca
40	Boščak II, most na cesti Domašinec - Kvitrovec
41	Boščak, Belica-Držimurec
42	Bračana, uzvodno od ceste Buzet - Motovun
43	Brebernica, Donja Kupčina
44	Bregana, Bregana
45	Bregana, Divlje vode
46	Brestača
47	Brežnica, prije utoka u Biđ
48	Brijebovina, prije utoka u Sunju, Umetić
49	Brodec, Peklenica, uz cestu kod osn. škole
50	Brusovača, selo Sagradžije
51	Brzava, Delovi
52	Bukvik, prije utoka u Vučicu
53	Butina, izvorište
54	Butižnica, Bulin most
55	Butižnica, HE Golubić
56	Cetina, Barišići
57	Cetina, Čikotina Lađa
58	Cetina, desni obodni kanal, Sinj
59	Cetina, Radmanove mlinice
60	Cetina, Trilj
61	Cetina, Vinalić
62	Crna Rijeka, prije utoka u Maticu
63	Crna rijeka, Vorkapići, prije utoka u Kupu
64	Crni fok, Čepinska obilaznica
65	Cuklin, Novo Selo Podravsko
66	Curak, most prije utoka u Kupicu
67	Čabranka, iza Čabra
68	Čabranka, izvorište
69	Čabranka, utok u Kupu - most
70	Čađavica, most na ulazu u Gornji Miholjac
71	Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda), Čarna - Zlatna Greda
72	Čarna, nakon crpne stanice Podunavlje-Čarna
73	Čatlan, Donja Divuša
74	Čedanj, prije utoka u Kupu
75	Česma, Čazma
76	Česma, Narta
77	Česma, Obedišće
78	Česma, Pavlovac
79	Česma, Siščani
80	Česma, St. Ploščica
81	Čikola
82	Čikola, nizvodno od Drniša

83	Črnec III
84	Črnec kanal prije Rugvice, na cesti Dugo Selo - Rugvica
85	Črnec, G. Dubovec
86	Čučerska reka, Čučerje, Jalševac
87	Čvrstec, Ladinec
88	Čivićevac-Kalinovac
89	Dabrovica, Sređani
90	Desni drenažni jarak HE Čakovec, Štefanec
91	Dobra, Gornje Pokupje
92	Dobra, Lešće
93	Dobra, Luke
94	Dobra, Novigrad
95	Donji kanal, prtok Cetine kod Trilja
96	Došnica, Zelenbabe
97	Draga Baredine, most Štuparija
98	Dragonja, ušće, kod Kaštela
99	Drava, Belišće
100	Drava, Botovo-Ortilos
101	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc
102	Drava, Legrad
103	Drava, Novo Virje
104	Drava, Ormož
105	Drava, prije utoka u Dunav
106	Drava, Terezino Polje-Barč
107	Drava, uzvodno od Osijeka
108	Drava, Varaždin
109	Drenovača, Zvezdan Grad
110	Dretulja, izvorište (Plaški)
111	Dretulja, Jakšići
112	Drljanski potok, Ilok
113	Dubnica, Sirač
114	Dubračina, Crikvenica (igralište)
115	Dulepski potok, Luka Vrbovečka - most
116	Dunav, Aljmaš
117	Dunav, Batina, granični profil
118	Dunav, Borovo
119	Dunav, Ilok - most
120	Dunavac, Grabovac
121	Dunjara, Ivančan - nizvodno
122	Furjašnica, Donji Furjan
123	Gaboška Vučica, Ostrovo
124	Gacka, sjeverni krak, Otočac - most
125	Gacka, Tonkovićevo vrilo
126	Gacka, Vrbanov most

127	Garešnica, uzvodno od Garešnice
128	Gerovčica, gornji tok
129	Glavni Daljski kanal, Dalj
130	Glavni dovodni kanal Tikveš, Tikveš
131	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin
132	Gliboki II, most kod Sigeteca
133	Gliboki potok, V. Poganac
134	Glina, Glina
135	Glina, nizvodno od Brusovače
136	Glina, Skela
137	Glina, Slana
138	Globornica, Medići (Generalski Stol)
139	Globornica, most na cesti Škrtići-Goričice Dobranske
140	Glogovnica, Koritna
141	Glogovnica, Križevci
142	Glogovnica, prije utoka u Česmu
143	Golinja, Slatina Pokupska
144	Gornja Dobra, most kod Puškarića
145	Gornji kanal, pritok Cetine kod Trilja
146	Gornji potok, most na cesti Selnica - Praporčan
147	Gostiraj, Ježdovec
148	Graborska, most kod mjesta Cetingrad
149	Gračenica, Donja Gračenica
150	Gradišćak, most u Brezovcu na cesti Sv. Martin - Ljutomer
151	Gradna, Savrščak
152	Gradusa, Gradusa Posavska
153	Horvatska, Tuhelj
154	Horvatska, Veliko Trgovišće
155	Hotnjica, Stari Farkašić
156	Ilova, Maslenjača
157	Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac
158	Ilova, nizvodno od utoka Kutinice
159	Ilova, Veliko Vukovje
160	Iskrica, Šaptinovci
161	Ivanečka Železnica, na utoku
162	Izvor Krke, (pritok Une), granični projelaz
163	Izvor Žižić, Brinje
164	Jadova, prije utoka u Liku
165	Jadro, izvorište
166	Jalšovec, most na cesti Bukovje - Štrigova
167	Jalšovnica, most u Ferketincu na cesti M. Središće - Dekanovec
168	Jaruga, Benkovac
169	Jaruga, Jelavića most
170	Jaruga, Ražanac



171	Jaruga, Stajničko polje
172	Jaruga/Mijanovac, Zvjerinac
173	Javorica, Slatina
174	Javošnica, Vanići
175	Jošava, nizvodno od Đakova
176	Jošava, uzvodno od Đakova - most prema Đurđancima
177	Joševica izvorište
178	Joševica, most na cesti D. Suvaja-Brotnja
179	Jovača, Badljevina
180	Kamešnica, Gregorevac
181	Kamešnica, Kamešnica
182	Kanal Bistra, uzvodno od Migalovaca
183	Kanal Boris, kod Tovarnika
184	kanal Botonega, 200 m od utoka u Mirnu
185	Kanal C, Kelemen
186	Kanal Crnac, prije crpne stanice Davor
187	Kanal Dren, kod Ivankova
188	Kanal Halasica, prije utoka u Barbara kanal
189	Kanal Karašica, Popovac
190	Kanal Lonja Strug, Posavski Bregi
191	Kanal Miroševa, Dubočac
192	Kanal Savak, Berak
193	Kaptolka, Eminovci
194	Karašica, cesta Crnac - Krčenik
195	Karašica, Črnkovci
196	Karašica, nizvodno od Valpova
197	Kašina, Kašina
198	Kaznica (kanal Ribnjak), Piškorevci
199	Kobilica, (pritok Zrmanje), Kusac
200	Komarnica - Molve
201	Konjuša, Gunja
202	Kopačica
203	Kopačica, nizvodno od Gruda (Konavočica)
204	Kopanjek - Kloštar Podravski
205	Koprivnica, Koprivnica
206	Korana - Ladvenjak
207	Korana, Bogovolja
208	Korana, Gaza
209	Korana, Ladvenjak
210	Korana, selo Korana, Plitvička jezera
211	Korana, Slunj
212	Korana, Velemerić
213	Korana, Veljun
214	Korušćak, Novi Marof

215	Koruška, nizvodno od Križevaca
216	Kosovčica, kod Lopuške Glavice
217	Kosteljina, Jalšje
218	Kosteljina, Vrh Pregradski
219	Kotarka, utok u Vransko jezero
220	Kotoripski kanal, most Donja Dubrava – utok kanala Senečnjak
221	Kovačević, Roždanik
222	Krapina, Bedekovčina
223	Krapina, Bračak
224	Krapina, Krapina selo - most
225	Krapina, Kupljenovo
226	Krapina, Poznanovec
227	Krapina, Zaprešić
228	Krapina, Žeinci
229	Krapinica, Đurmanec - most ispod viadukta
230	Krapinica, Krapina
231	Krapinica, Zabok
232	Kravarščica, Dabići
233	Krbava, Udbina
234	Krbavica, izvorište
235	Krčić, izvorište
236	Kremešnica, Lasinja
237	Križ, Novoselec
238	Krka, izvorište Krčić
239	Krka, Manastir
240	Krka, Marasovine
241	Krka, nizvodno od akumulacije Manojlovac
242	Krka, nizvodno od Knina
243	Krka, Skradinski buk
244	Krka, uzvodno od Knina
245	Krupa, Manastir
246	Krupa, u selu Mandići, 300 m nizvodno od izvorišta
247	Kupa, Brest
248	Kupa, Bubnjarci
249	Kupa, Donje Mekušje
250	Kupa, Gornje Pokupje
251	Kupa, izvorište (Kupari)
252	Kupa, Jamnička Kiselica
253	Kupa, Kamanje
254	Kupa, Mala Gorica
255	Kupa, nakon utoka Čabranke kod mjesta Gašparci
256	Kupa, Ozalj
257	Kupa, poslije utoka Kupice/Čednja
258	Kupa, Pribanjci

259	Kupa, Sisak
260	Kupa, Šišinec
261	Kupa, Vodostaj
262	Kupa, Zapeć (Blaževci)
263	Kupčina, Donja Kupčina
264	Kupčina, Lazina
265	Kupčina, Žamarija
266	Kupica, izvorište
267	Kupica, most prije utoka u Kupu
268	Kutinica, prije utoka u Ilovu
269	Kutjevačka rijeka, Knežci
270	Lat. kanal Ludinica
271	Lateralni kanal Adžamovka - Orłjava, na cesti od Vrbove prema au
272	Lateralni kanal Adžamovka, Orłjava - Lužani
273	Lateralni kanal Deanovac, cesta Ivanić Grad - Crna Humka
274	Lateralni kanal Jelenska
275	Lateralni kanal prije utoka u Vransko jezero
276	Lateralni kanal, most na cesti Čakovec - Mihovljan
277	Lendava, most u Brestiću
278	Lendava, Rogovac
279	Ličanka, most na cesti prema retenciji Potkoš
280	Lika, Bilaj
281	Lika, Budak
282	Lika, Kosinj most
283	Lipovečka gradna, Smerovišće
284	Lomnica I
285	Londža, most u Pleternici
286	Lonja, Breznički Mirkovec
287	Lonja, Lipovec Lonjski
288	Lonja, most na cesti N.S. Palanječko-Stružec
289	Lonja, nizvodno od Ivanić Grada
290	Lonja, prije utoka Topličice, Japčevo polje
291	Loskun, izvorište
292	Lubenica, Cugovec
293	Lučelnica, Hruševac Kupljenski - most
294	Lufinja, Karasno (Sičice)
295	Luka, Luka
296	Luka, Vrbovec
297	Ljubelj, Ljubelj
298	Ljubina, prema naselju Donja Ljubina
299	Ljuta, izvorište (Konavle)
300	M. Dunav, Podunavlje
301	Mačkovac - Lufinja, Dolina
302	Mala Belica, izvorište

303	Mala Huba, most na cesti Buzet - Motovun
304	Mantovac, blizu Drniša
305	Martinec, Bedekovčina
306	Matica Rastok/izvor Banja
307	Matica, Crni vir
308	Matica, selo Šuputi
309	Matica, Staševica
310	Melačka, Vularija
311	Miljašić, Jaruga, Ninski Stanovi
312	Mirna, Dionizijev most
313	Mirna, izvorište (Rečica)
314	Mirna, Kamenita vrata
315	Mirna, Kotli
316	Mirna, Portonski most
317	Mislina
318	Moštanica, Mošćenica
319	Mozdanski jarak (kanal Bistra), M. Hlebine
320	Mrežnica most na cesti Generalski stol - Perjašica
321	Mrežnica, Juzbašići
322	Mrežnica, most na cesti Generalski stol - Perjašica
323	Mrežnica, Mostanje
324	Mrsunja, na cesti Oriovac - Slavonski Kobaš
325	Mufrin, Valenti
326	Munjava, Čakovac Oštarijski
327	Munjava, Josipdol
328	Mura, Goričan
329	Mura, Mursko Središće
330	Muratovica
331	Murščak, most na cesti Domašinec - St. Straža
332	Našička rijeka, Jelisavac
333	Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave
334	Norin, izvorište Prud (Vid)
335	Norin, Vid
336	Norino, utok Kula Norinska
337	Novska, Bročice
338	O.K. Lonja - Strug (Strug), most na c. Novska - Jasenovac
339	O.K. Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež
340	Obodni kanal Jelas polje, istočni, Slavonski Brod
341	Obuhvatni Đurđevac, Đurđevac
342	Obuhvatni kanal Krapanj, most u naselju Raša
343	Obuhvatni kanal Srednja Mirna
344	Odra I
345	Odra II, Čička poljana
346	Odra, Sisak

347	Odvodni kanal HE Varaždin, Varaždin
348	Opsenica, Jurjević
349	Orašnica, Kninsko polja
350	Orašnica, prije utoka u Krku
351	Orešćak, na cesti Sveti Ivan Zelina - Hrastje
352	Orljava, Dragovci
353	Orljava, ispod autoceste
354	Orljava, Kuzmica
355	Orljava, most u Pleternici
356	Orljava, ušće
357	Orljava, uzvodno od Požege
358	Otuča, nizvodno od Gračaca
359	Otvoreni kolektor Prelog, prije isp.u dren.kanal ak. HE Dubrava
360	Pakra, Jagma
361	Pazinčica, Dubravica
362	Pazinčica, izvorište Cerovlje
363	Pazinčica, ponor
364	Peranački potok, Jaguplije
365	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta
366	Petrinjšica, gornji tok, Miočinovići
367	Petrinjšica, prije utoka u Kupu
368	Pinja, Selnica
369	Plavnica, prije utoka u Česmu
370	Plitvica, most kod Kućana Gornjeg
371	Plitvica, prije utoka Zbela
372	Plitvica, Veliki Bukovec
373	Pošalitva, Lovrečan selo
374	potok Bistra, Donja Bistra
375	potok Črnec V, uz autocestu
376	potok Gradna I
377	potok Kašina
378	potok Lužnica
379	potok Medpotoki, prije utoka u Savu
380	potok Rakovica, Strmec
381	Potok Rumin (pritok Cetine)
382	potok Ruševac, nizvodno od Ruševa
383	potok Starča, Stupnik
384	potok Sutlišće III
385	potok Vranić
386	potok Vrapčak, nakon utoka Črnomerca
387	Prašnica, Poljana Križevačka
388	Presečno, Drašković
389	Pritok Cetine uzvodno od Vinalića
390	Pritok vodotoka Sušik

391	pritok Vrljike kod Todorića
392	Radonja - Živkovića kosa
393	Radonja, Tušilović
394	Radonja, Živkovića kosa
395	Rajić, V. Strug
396	Raminac, prije utoka u Pakru
397	Raša, most Mutvica
398	Raša, most Potpićan
399	Rečica, prije utoka u Kupu
400	Reka, Domagović
401	Reka, Lobor
402	Reka, Lovrečan
403	Reka/Sopotnjak, Donja Reka
404	Rešetarica, Vrbje
405	Ribnik (Muljevac), Brihovo
406	Ričica, Josetin most
407	Rječina, Drastin
408	Rječina, izvorište
409	Rječina, Kukuljani
410	Rječina, uzvodno od Pašca
411	Rogstrug, Podravske Sesvete
412	Roženica, Lijevi Štefanki
413	Rudarska gradna, Milinje
414	Rudarska gradna, prije utoka u Gradnu
415	Ruševica, kod mjesta Ribići
416	Salnik, na cesti Rakovec - Samoborec
417	Sava, nizvodno od utoka Vrbasa, Pričac
418	Sava, Drenje-Jesenice
419	Sava, Galdovo
420	Sava, Jankomir
421	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une
422	Sava, Košutarica
423	Sava, nizvodno od Slavenskog Broda
424	Sava, nizvodno od utoka Bosne
425	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec
426	Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš
427	Sava, nizvodno od Županje
428	Sava, Oborovo
429	Sava, Petruševac
430	Sava, Račinovci
431	Sava, Rugvica
432	Sava, uzvodno od Slavenskog Broda
433	Sava, uzvodno od utoka Bosne
434	Sava, uzvodno od utoka Vrbasa, Davor

435	Sava, Županja uzvodno
436	Segovina, Đelekovec
437	Severinska, Severin
438	Sijaset-Kolan, Sv. Križ
439	Skočinovac, Resnik - prije utoka u Londžu
440	Skopljak, Gradec Pokupski
441	Slapnica, prije utoka u Kupčinu
442	Slatinska Čađavica, Čađavica
443	Slatinska Čađavica, Slatina
444	Slatnik, Gornje Pokuplje
445	Sloboština, Okučani
446	Slunjčica, izvorište (Slušnica)
447	Slunjčica, kod crpilišta Slunj
448	Slunjčica, Slunj - Rastoke
449	Slunjčica, Slušnica-izvorište
450	Spačva, Lipovac
451	Spačva, prije utoka Ljubnja (Salkov most)
452	Spojni kanal (vt749), Jastrebarsko-Domagović
453	Spojni kanal Profesor Bella (Vojlovica-Voćinka -Drava), Čađavica
454	Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp.st. Poljanski Lu
455	Srebrnjak
456	Stara Drava - prema jezeru Sakadaš, ustava Kopačevo
457	Stara Mirna, Gradinje
458	Starča, D. Bogičevci
459	Stari Črnc, Vrbovec
460	Subocka, N. Grabovac
461	Suha Novljanska Ričina, 1 km uzvodno ot ušća
462	Sunja, Strmen
463	Sutla, Harmica
464	Sutla, Luke Poljanske
465	Sutla, Prišlin
466	Sutla, Zelenjak
467	Suvaja, Mirić most
468	Svinica, Svinica
469	Šipovača, Jelavića most
470	Šovarnica, V. Zdenci
471	Štrigovski potok, na cesti Čakovec - Štrigova
472	Šumetlica, gornji tok
473	Šumetlica, uzvodno od Visoke Grede
474	Šumetlica, uzvodno od vodozahvata, Šibnjak
475	Taranta, uzvodno od Srebrenog
476	Teča, Račinovci
477	Tomačevac (Novak), na cesti Zarilac-Ašikovci

478	Tomašica, Tomašica
479	Tomašnica, Tomašnica
480	Toplica, nizvodno od Daruvara
481	Toplica, Sokolovac
482	Toplica, uzvodno od Daruvara
483	Topličina, Mokrice
484	Topoljski Dunavac, Topolje
485	Tounjčica, nizvodno od Tounja
486	Tounjčica, Tounj
487	Trbuhovica
488	Trebež, (Stari Trebež (Pakra)) Trebež, na cesti prije ušća u Sav
489	Trebinja, Popović Brdo
490	Trepča, Trepča
491	Trnava - Mala Subotica
492	Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan
493	Trnava, uzvodno od Lateralnog kanala
494	Trnava, Visoka Greda
495	Una, Donja Suvaja
496	Una, granica Bosanski Novi
497	Una, Hrvatska Kostajnica
498	Una, izvorište Donja Suvaja
499	Una, kod izvorišta Loskun
500	Una, most na utoku
501	Una, nizvodno od D. Kraja
502	Una, Struga
503	Utinja, prije utoka u Kupu
504	Utinja, Slunjski Moravci
505	Utinja, Vratečko (prije utoka u Kupu)
506	V. Belica, prije utoka u Kupu
507	Veleška rijeka, Donja Velešnja
508	Veličanka, Novi Mihaljevci
509	Veličanka, Požega
510	Veličanka, prije kamenoloma
511	Velika Osatina, Koritna
512	Velika rijeka, D. Bolč (Rajić)
513	Velika rijeka, Kutjevo (Rikino vrelo)
514	Velika Ruda, utok u Cetinu
515	Velika Trepča, most kod mjesta Bovići
516	Velika, Mače
517	Velika, uzvodno od Poznanovca
518	Veliki Pašt, nizvodno od Strošinaca
519	Veliki Potok, Bukovci
520	Vetovka, Jakšić
521	Vir, most u Pitomači

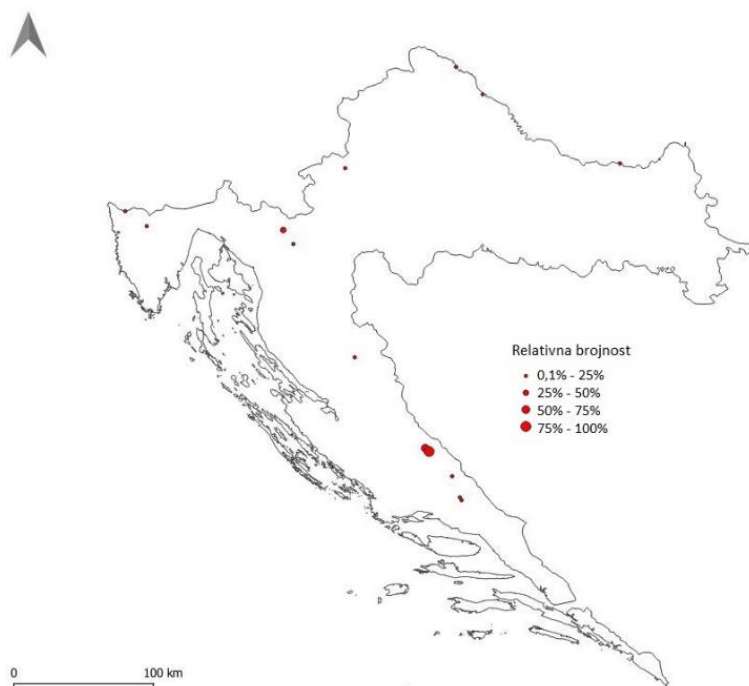


522	Vitunjčica, most na cesti Turovići Ogulinski-Brestovac
523	Voća, Ribić Breg
524	Voćarica, V. Strug
525	Vodotok Bokanjac, prije ulaska u tunel
526	Vojskova, (pritok Cetine)
527	Volavčica, Domagović
528	Volavčica, u šumi
529	Vrapčak
530	Vratolom, Mohovo
531	Vrba, mjesto Vrba
532	Vrba, Ojdanići
533	Vrbova, Pleternica
534	Vrelo Koreničko, izvorište
535	Vrljika (Matica), nizvodno od Runovića
536	Vrljika, izvorište (Opačac)
537	Vrljika, Kamen Most
538	Vrnjika, most na cesti Kunić-Sabljaki Modruški
539	Vrnjika, most na cesti od Plaškog prema n. Bunčić
540	Vrtlin, nizv. od Križevaca
541	Vučica, Beničanci
542	Vučica, Marjančaci
543	Vučica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj
544	Vučica, Petrijevcu
545	Vučjak
546	Vugrov potok
547	Vuj, Belajske Poljice
548	Vuka, Ada
549	Vuka, na cesti Krndija - Poganovci
550	Vuka, Nuštar
551	Vuka, Tordinci
552	Vuka, Vukovar
553	Vukšenac, uzv. od Stubičkih Toplica
554	Zagorska Mrežnica, Oštarije
555	Zap. lateralni kanal Biđ polja, Poljanci prije utoka u Savu
556	Zbel, 2 km prije Plitvice
557	Zbel, izvorište
558	Zbel, M. Zbelava - Trnovec
559	Zbel, neposredno prije utoka u Plitvicu
560	Zdelja, most kod Molvi
561	Zduški potok, prije utoka u Cetinu
562	Zelina, Biškupec Zelinski
563	Zelina, Božjakovina
564	Zelina, Laktec
565	Zlenin, Vrbovec

566	Zrmanja, Berberov Buk
567	Zrmanja, Butiga
568	Zrmanja, ispod brane Muškovci
569	Zrmanja, most na cesti Kostići-Vukmirice
570	Zrmanja, Palanka
571	Zrmanja, vrelo
572	Zrmanja, Žegar
573	Žarovnica (Sutinska), Žarovnica
574	Ždalica, Ždala
575	Žirovnica, ušće u Unu (Dvor)
576	Žitomirka, Špoljari
577	Žrnovnica, izvorište
578	Žrnovnica, Korešnica
579	Žumberačka reka, uz cestu prema Japetiću
580	Županijski kanal, Budrovac Lukački
581	Županijski kanal, Vaška

Prilog 3. *Achnanthidium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot & Ector

a)



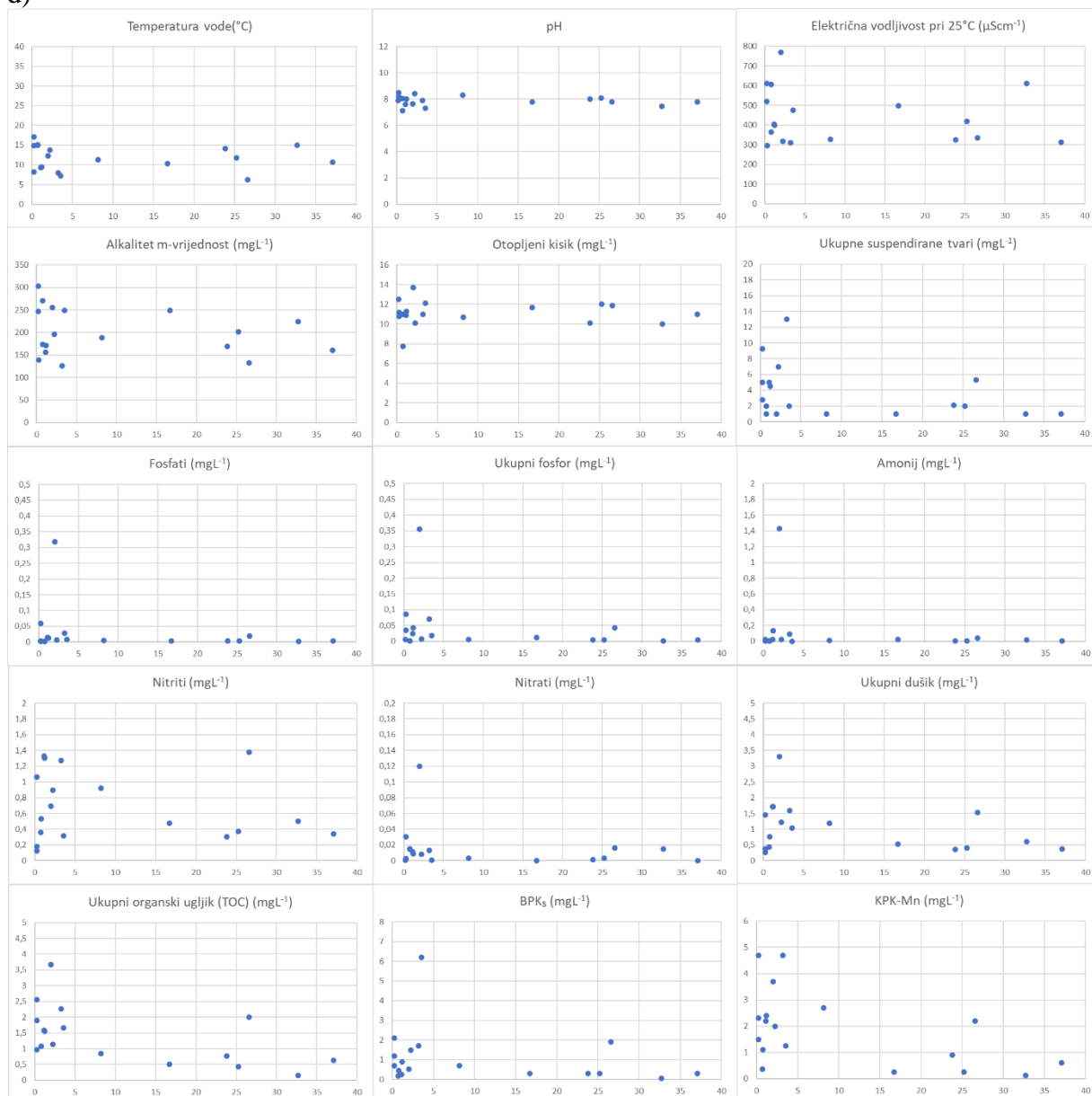
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	-.132**
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.124**
Fosfati	-.096**
Ukupni fosfor	-.123**
Amonij	-.077**
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.126**
BPK <sub>5</sub>	-.112**
KPK-Mn	-.097**
Ukupne suspendirane tvari	-.081**

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	<b>*3-1</b>
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

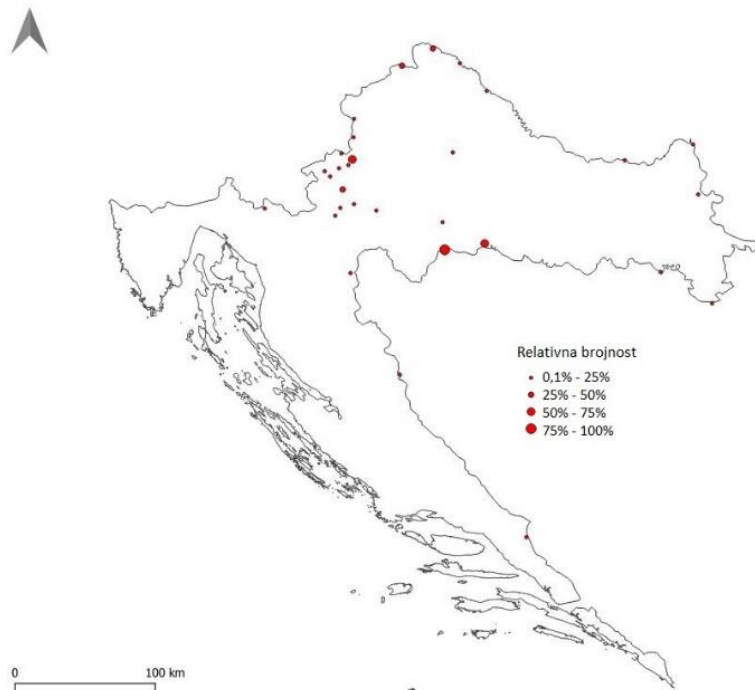
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspšerenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnantheidium atomoides* Monnier, Lange-Bertalot & Ector (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 4. *Achnantheidium delmontii* Pérès, Le Cohu & Barthès

a)



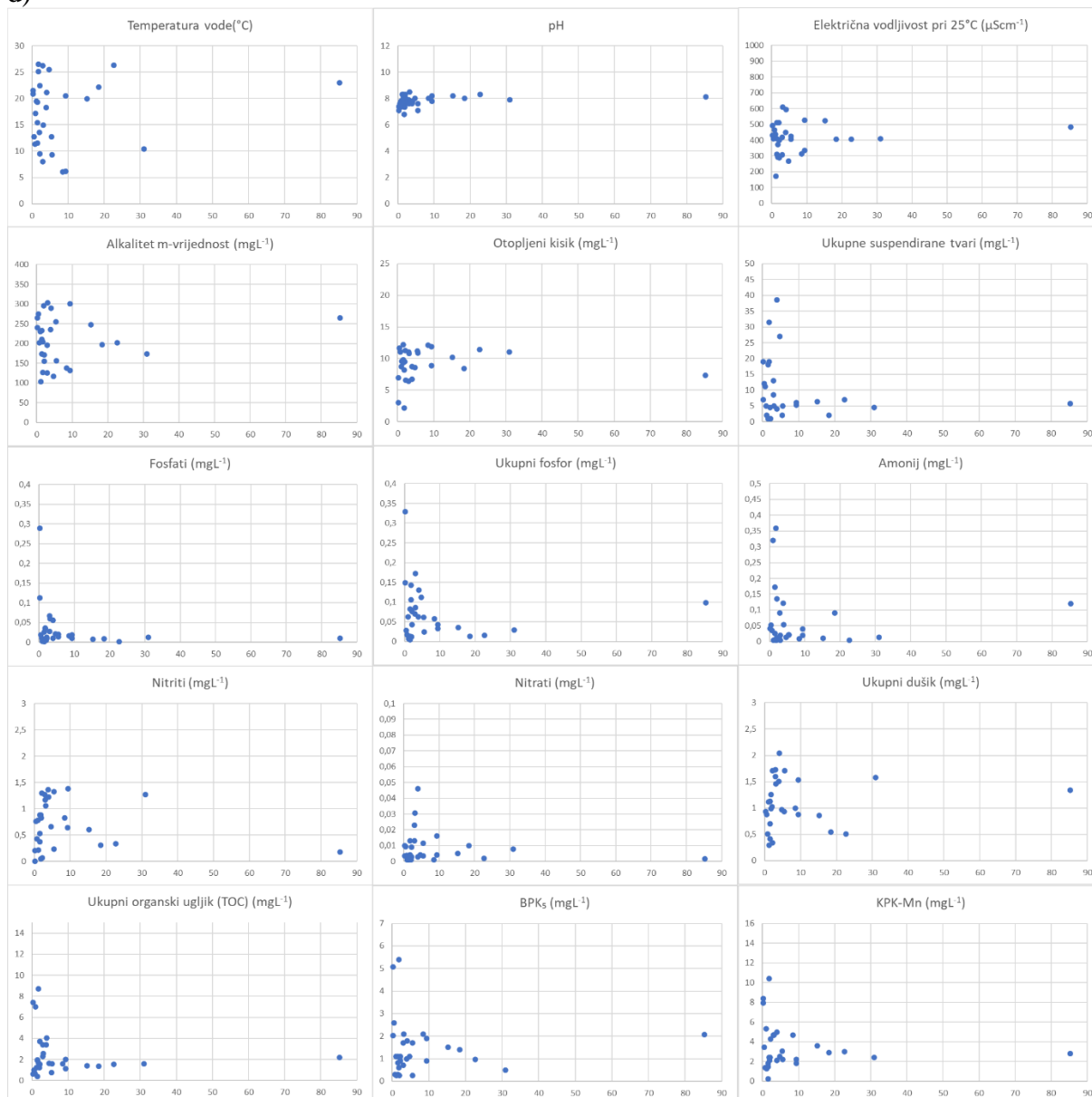
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.060*
Električna vodljivost pri 25 °C	-.066*
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	-.089**
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.084*
BPK <sub>5</sub>	-.068*
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

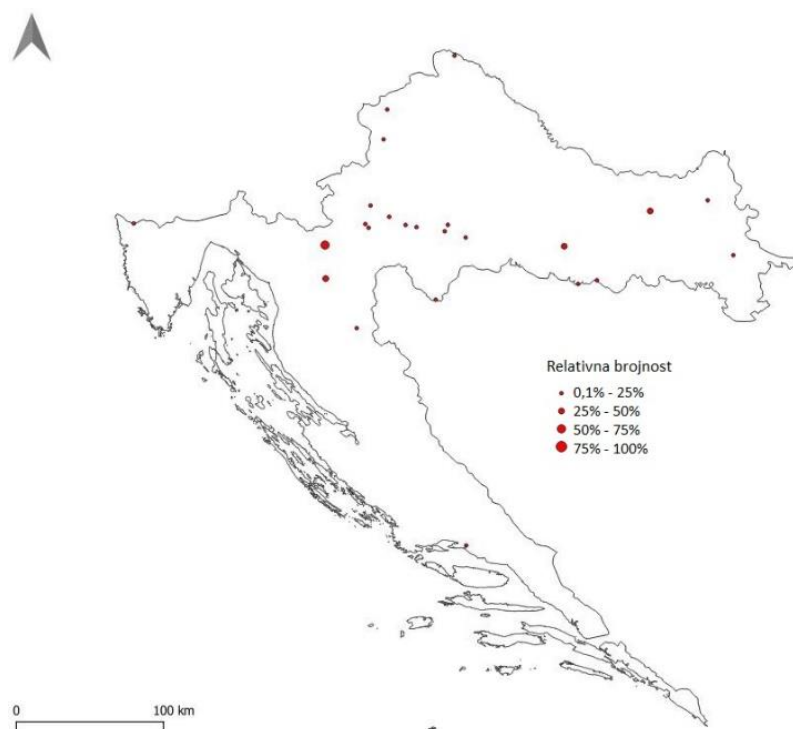
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnanthidium delmontii* Pérès, Le Cohu & Barthès (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 5. *Achnanthidium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

a)



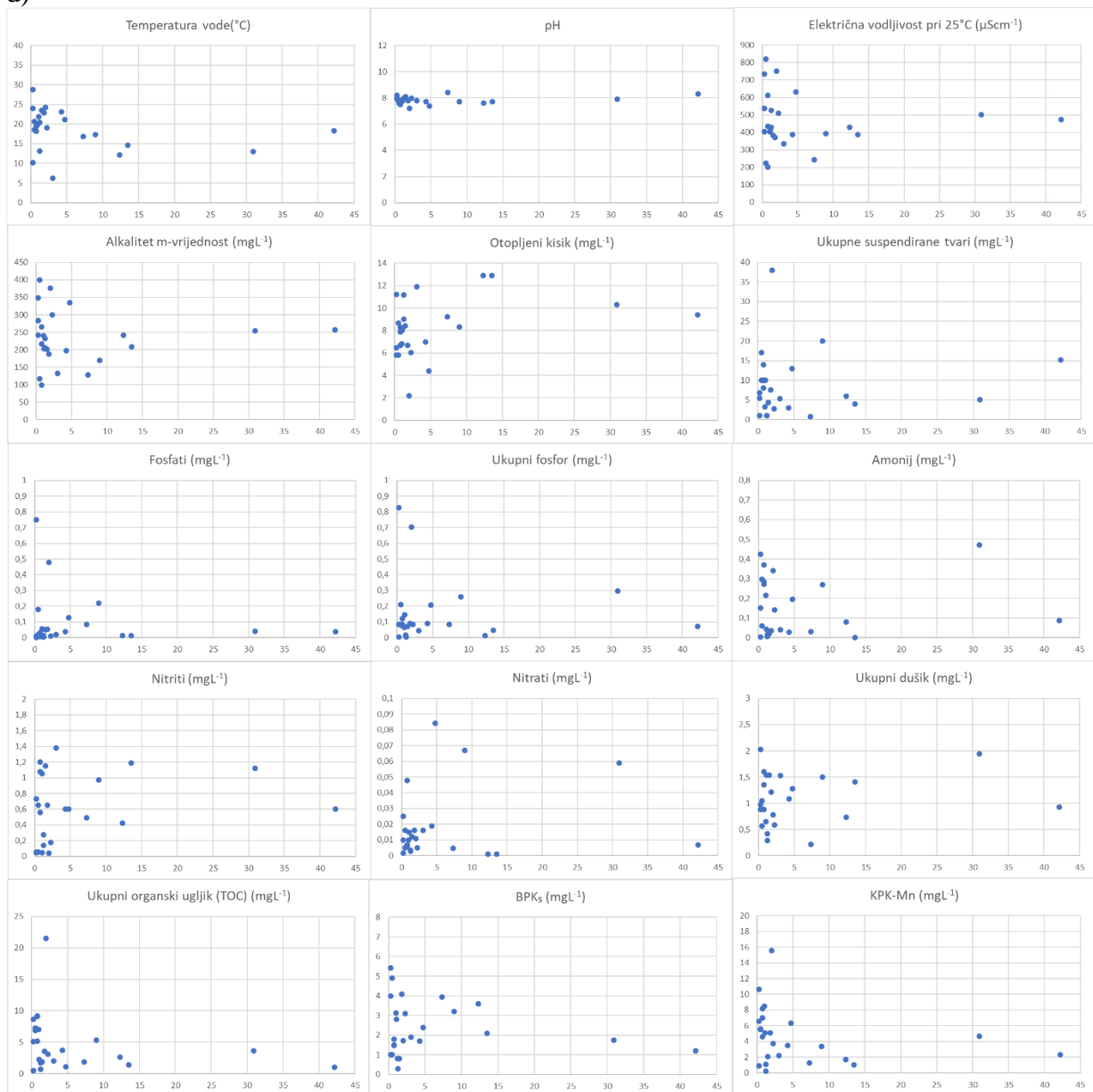
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.066*
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

d)

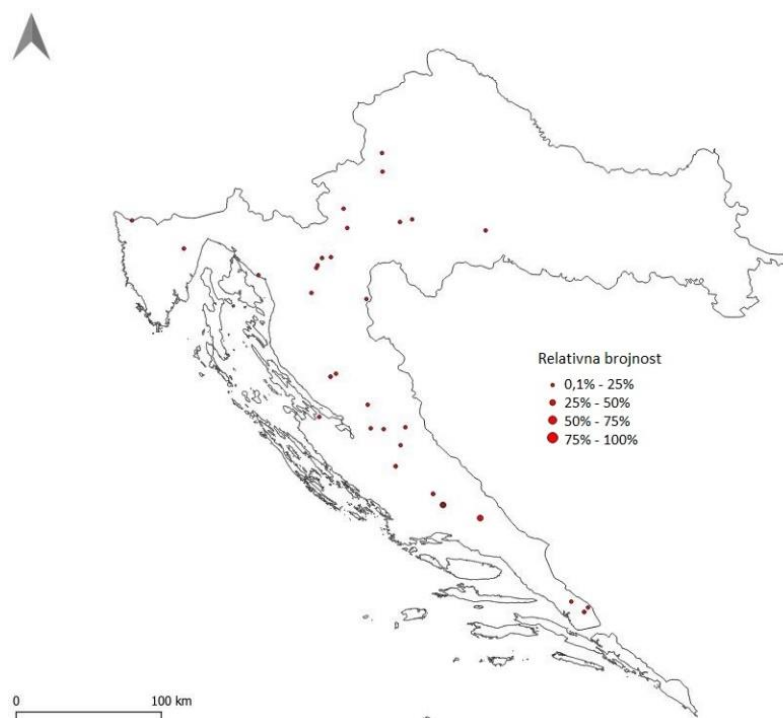


Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnanthydium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).



Prilog 6. *Achnanthydium exile* (Kützing) Heiberg

a)



b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.074*
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	-.108**
Ukupni fosfor	-.137**
Amonij	-.063*
Nitrati	-.092**
Nitriti	-.086**
Ukupni dušik	-.101**
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.088**
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	-.067*
Ukupne suspendirane tvari	-.116**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	*2-1
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

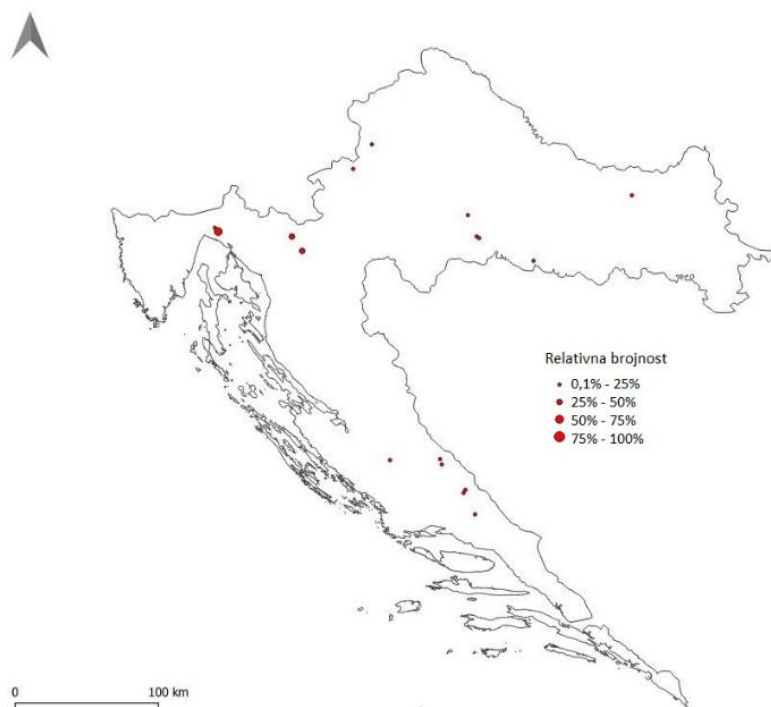
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnantheidium exile* (Kützing) Heiberg Mann (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 7. *Achnanthydium jackii* Rabenhorst

a)



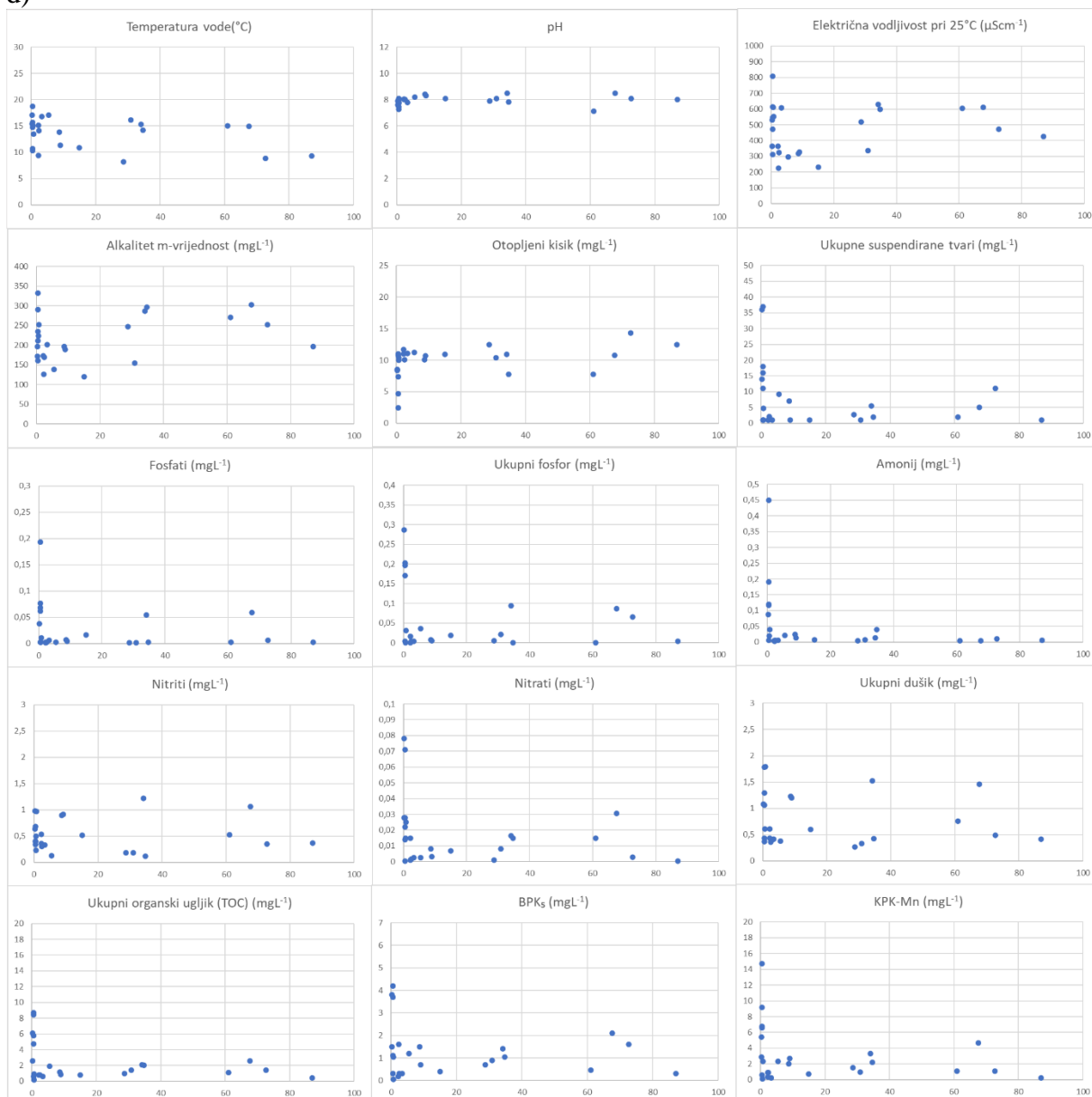
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	-.104**
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	.070*
Fosfati	-.081**
Ukupni fosfor	-.087**
Amonij	-.073*
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	-.085**
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.096**
BPK <sub>5</sub>	-.078**
KPK-Mn	-.075*
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

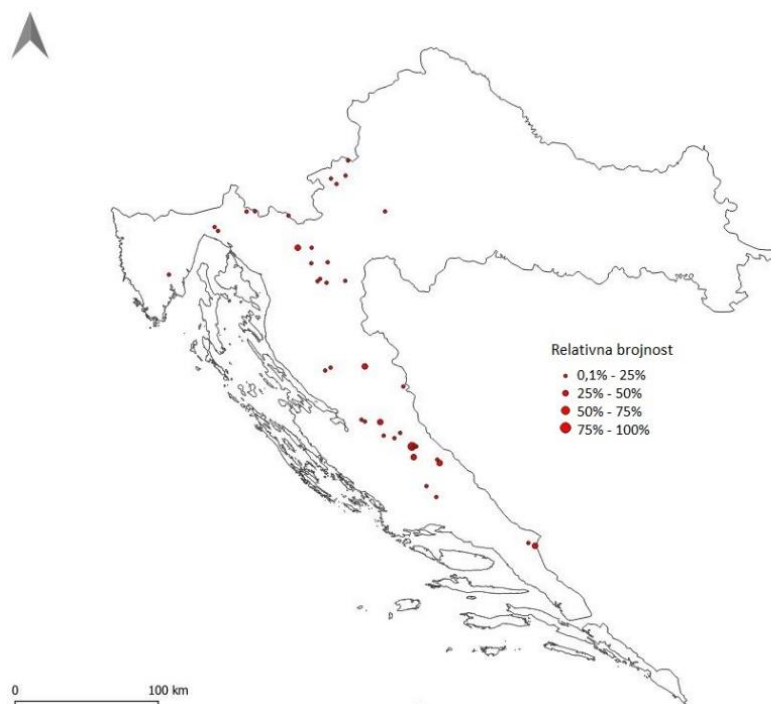
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnanthydium jackii* Rabenhorst (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 8. *Achnanthydium lineare* W. Smith

a)



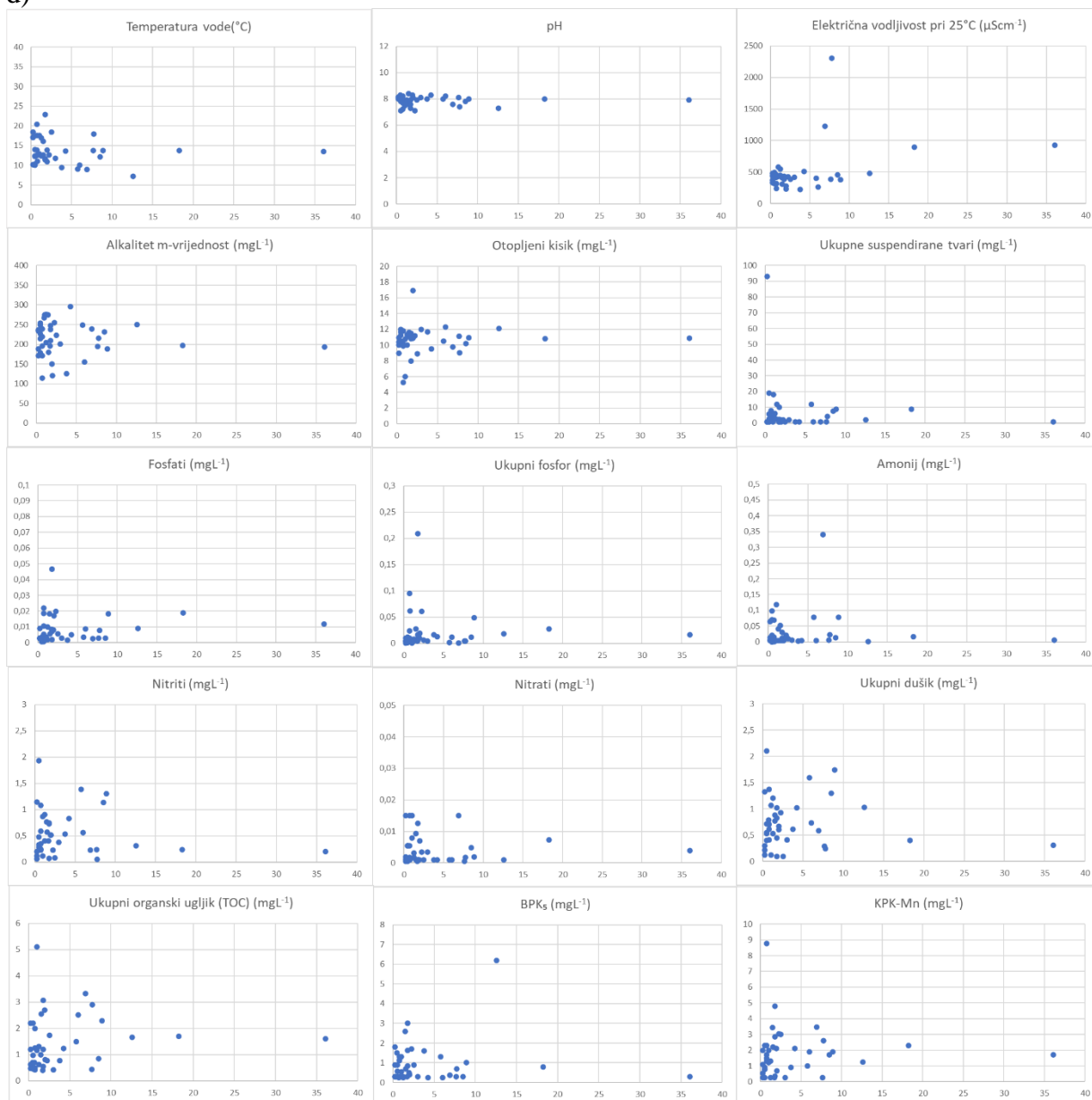
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	-.141**
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	.138**
Fosfati	-.175**
Ukupni fosfor	-.230**
Amonij	-.144**
Nitrati	-.061*
Nitriti	-.191**
Ukupni dušik	-.145**
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.198**
BPK <sub>5</sub>	-.176**
KPK-Mn	-.157**
Ukupne suspendirane tvari	-.109**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	*2-1, *2-3, *2-4, *2-5, *2-6
Veličina sliva	

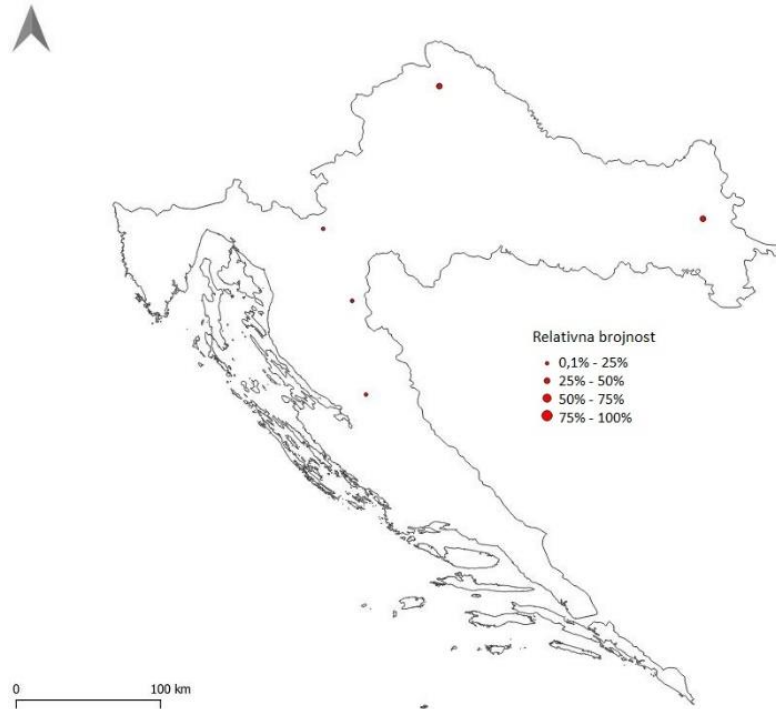
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnanthydium lineare* W. Smith (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 9. *Achnantheidium neomicrocephalum* Lange-Bertalot & F. Staab

a)



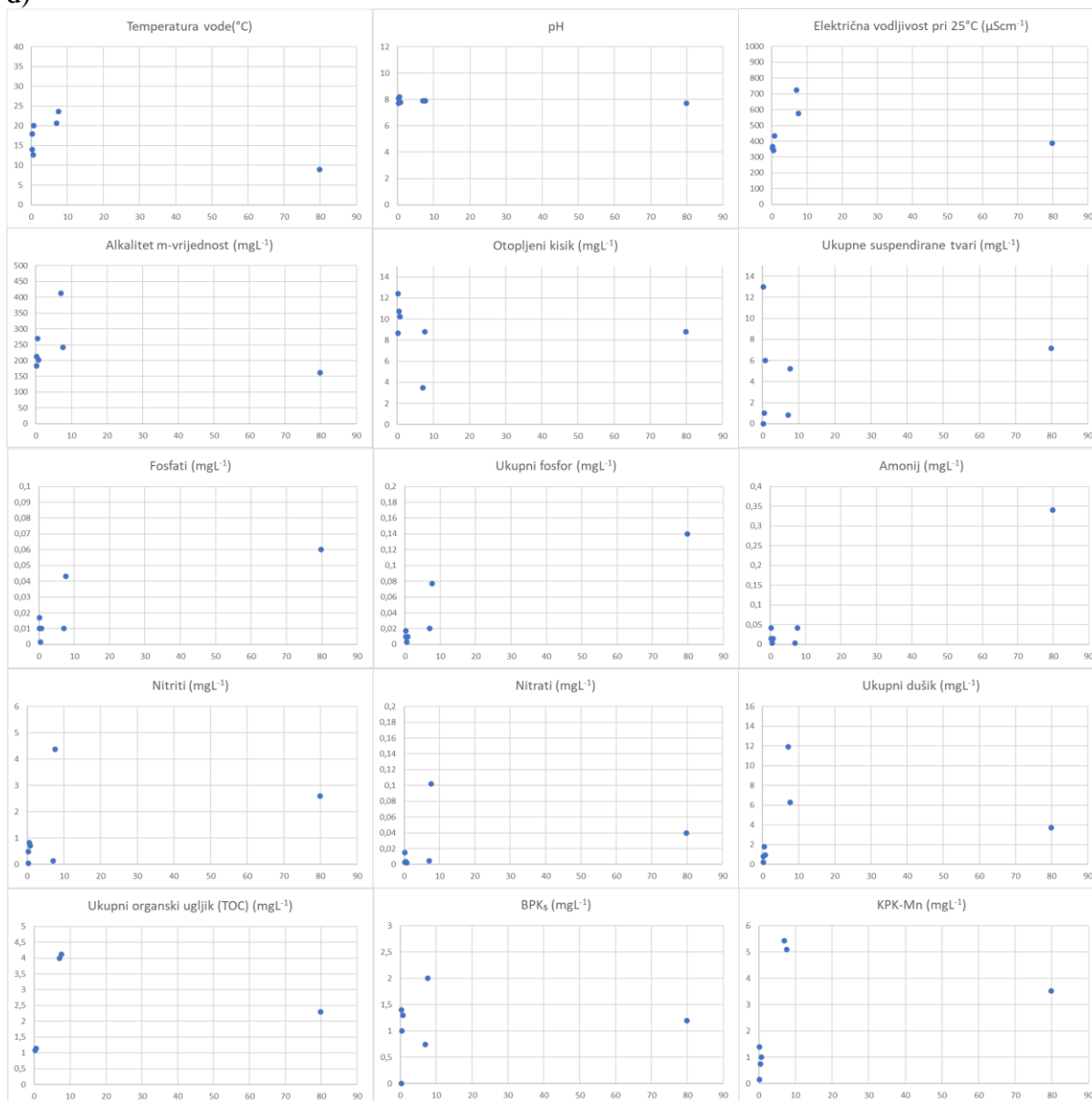
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	-.071*
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

d)

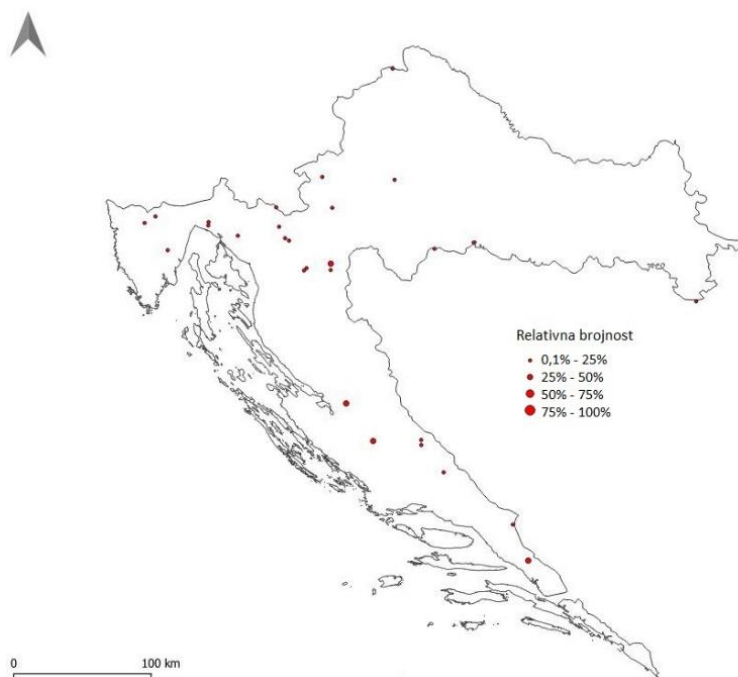


Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnanthydium neomicrocephalum* Lange-Bertalot & F. Staab (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).



Prilog 10. *Achnanthydium rivulare* Potapova & Ponader

a)



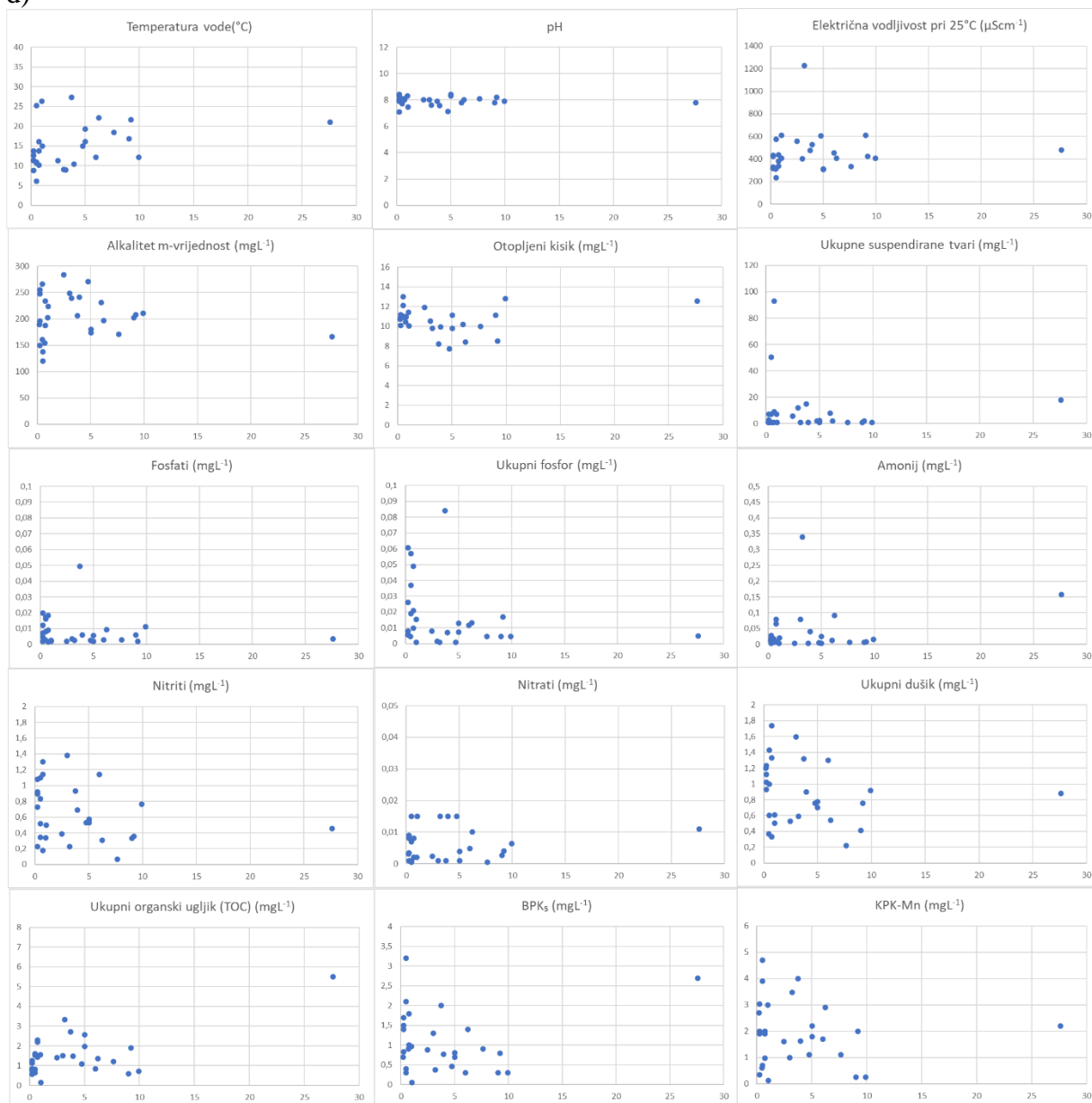
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	-.069*
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	.116**
Fosfati	-.155**
Ukupni fosfor	-.191**
Amonij	-.096**
Nitrati	n.z.
Nitriti	-.109**
Ukupni dušik	-.072*
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.151**
BPK <sub>5</sub>	-.118**
KPK-Mn	-.113**
Ukupne suspendirane tvari	-.079**

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	*2-1
Nadmorska visina	
Podloga	*1-4
Veličina sliva	

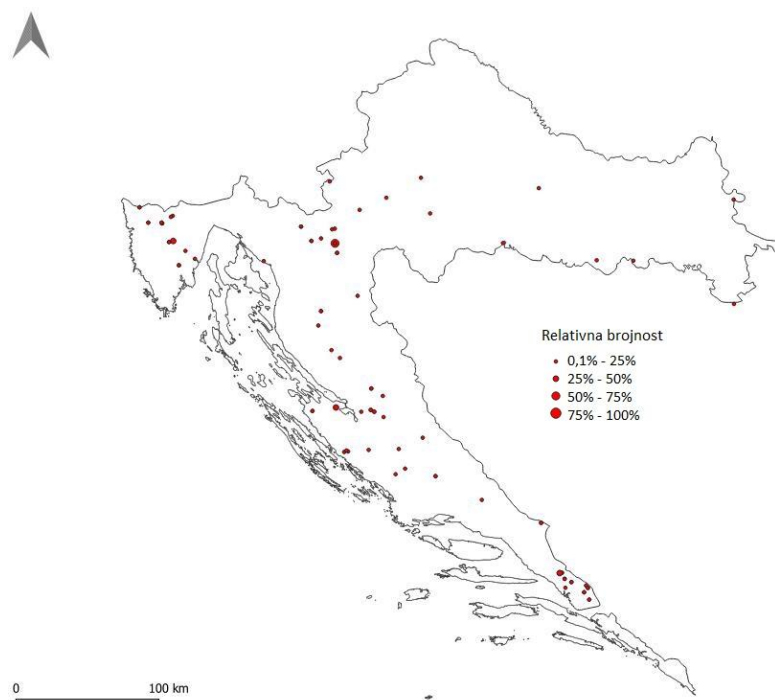
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Achnanthydium rivulare* Potapova & Ponader (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 11. *Cyclotella distinguenda* Hustedt

a)



b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	-.066*
pH-vrijednost	-.069*
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	.089**
Fosfati	-.185**
Ukupni fosfor	-.227**
Amonij	-.156**
Nitrati	-.064*
Nitriti	-.160**
Ukupni dušik	-.151**
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.155**
BPK <sub>5</sub>	-.187**
KPK-Mn	-.199**
Ukupne suspendirane tvari	-.148**

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	*2-1, 3-1
Nadmorska visina	
Podloga	*1-4
Veličina sliva	

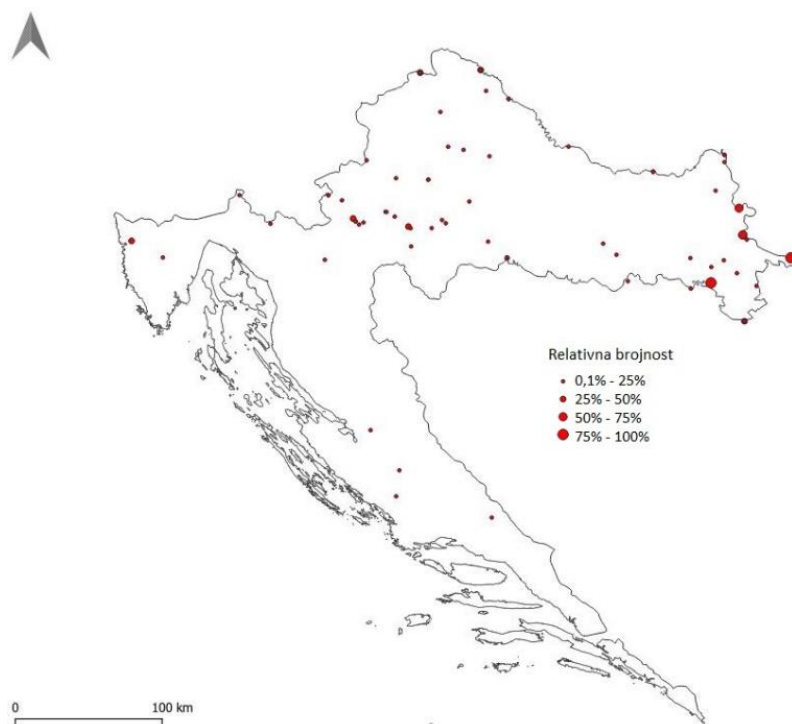
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Cyclotella distinguenda* Hustedt (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 12. *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee

a)



b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	.146**
pH-vrijednost	.065*
Električna vodljivost pri 25 °C	-.117**
Alkalitet m-vrijednost	-.152**
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	.081**
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	.060*
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	.130**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

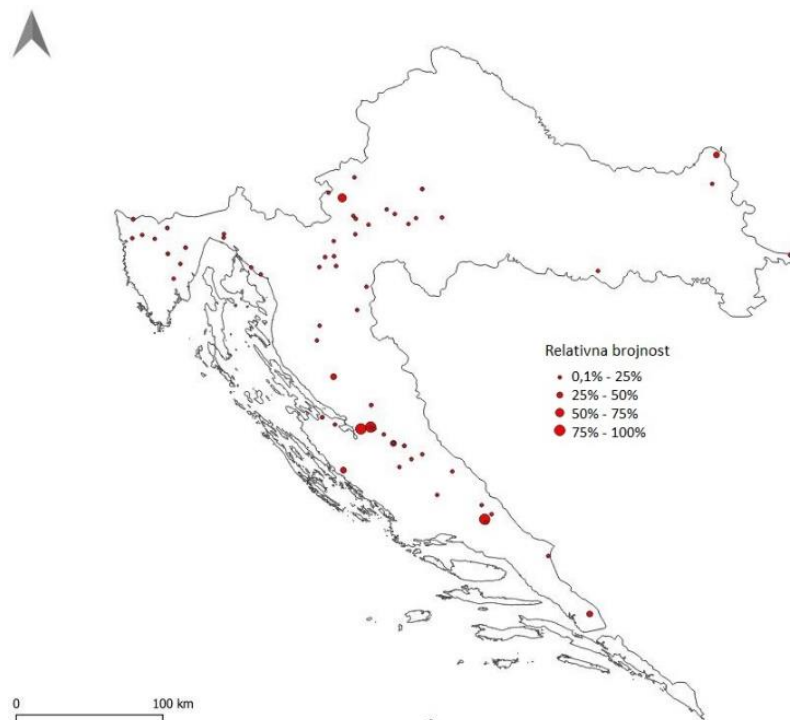
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 13. *Encyonopsis subminuta* Krammer & E. Reichardt

a)



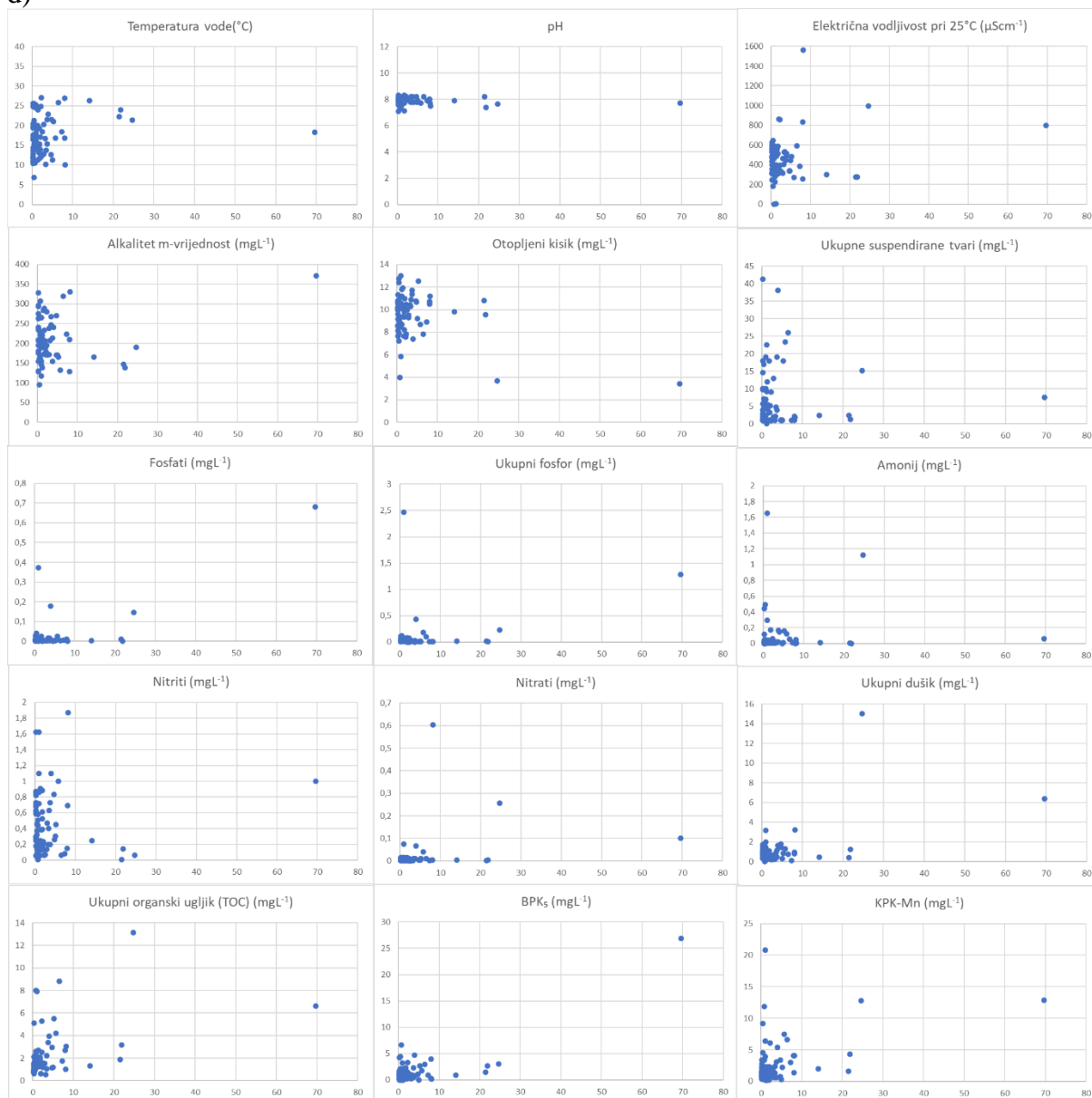
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	-.072*
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	.070*
Fosfati	-.240**
Ukupni fosfor	-.230**
Amonij	-.146**
Nitrati	-.128**
Nitriti	-.160**
Ukupni dušik	-.162**
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.142**
BPK <sub>5</sub>	-.129**
KPK-Mn	-.144**
Ukupne suspendirane tvari	-.091**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

d)

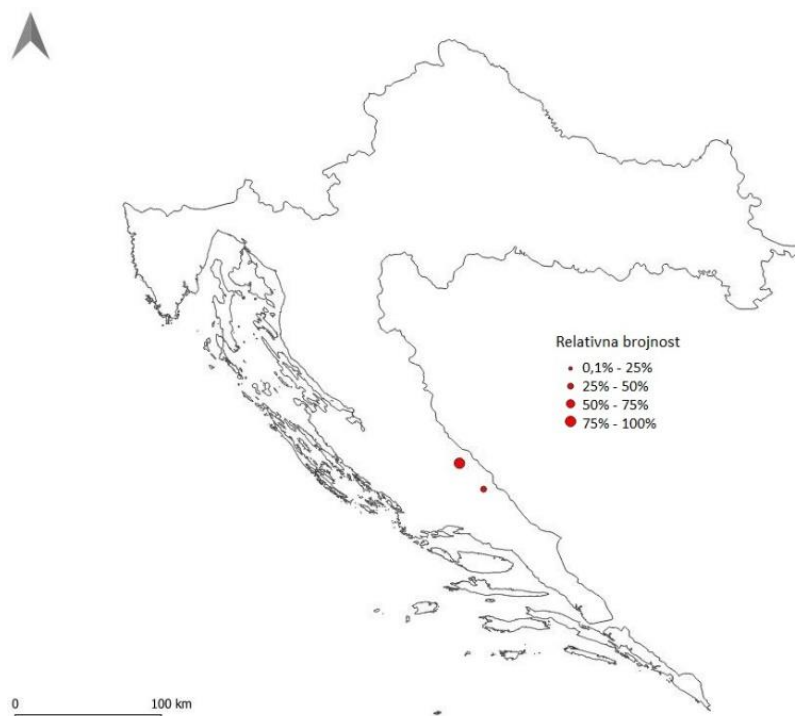


Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Encyonopsis subminuta* Krammer & E. Reichardt (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).



Prilog 14. *Encyonopsis thumensis* Krammer

a)



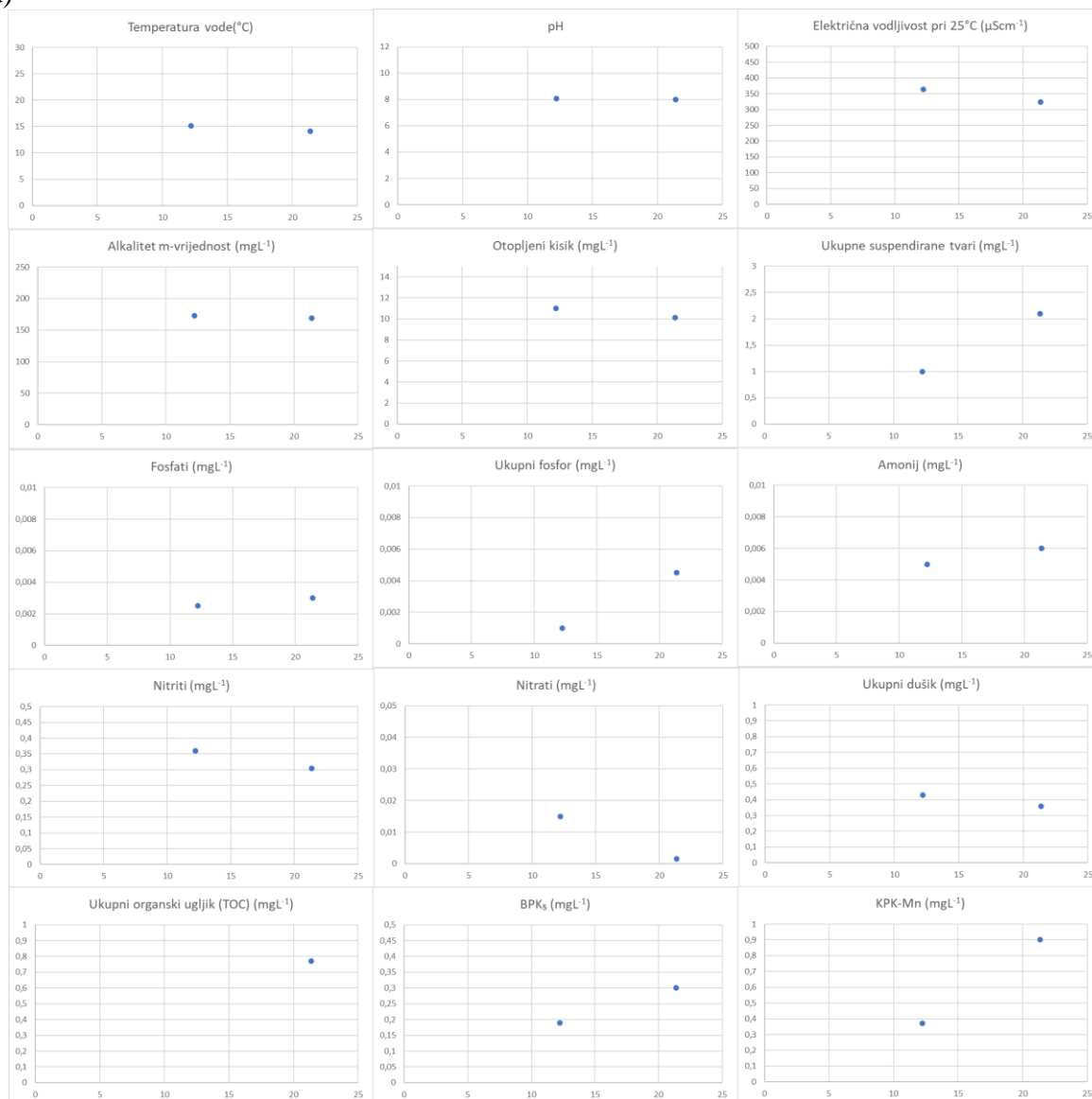
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	-.061*
Ukupni fosfor	-.070*
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	-.061*
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	-.069*
KPK-Mn	-.062*
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	*3-1
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

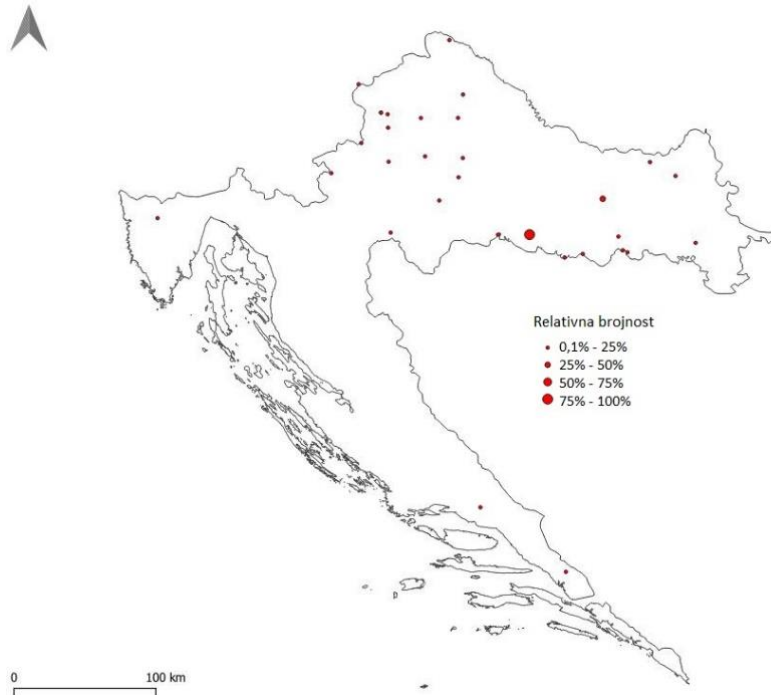
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Encyonopsis thumensis* Krammer (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 15. *Gomphonema angustum* C. Agardh

a)



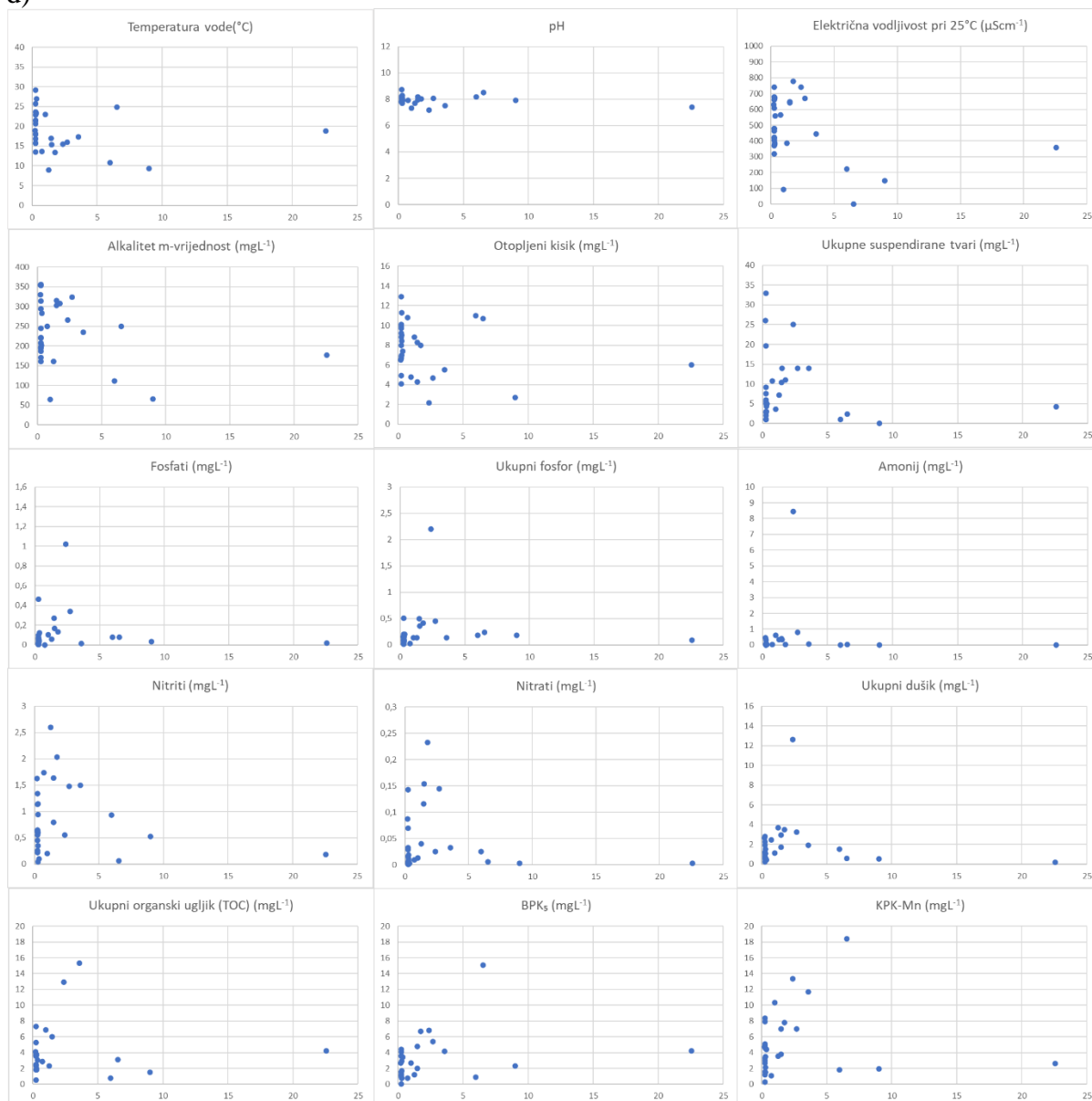
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.077*
Fosfati	.070*
Ukupni fosfor	.077*
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	.062*
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

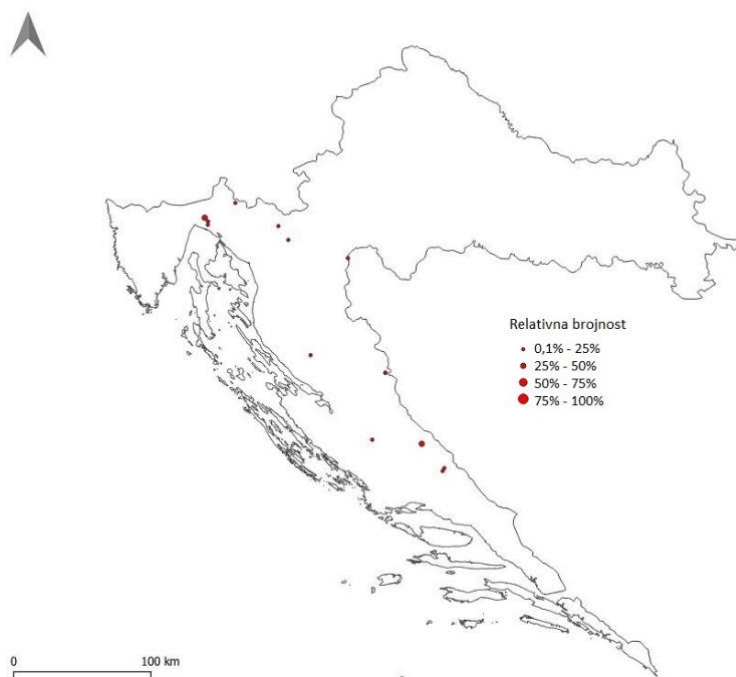
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Gomphonema angustum* C. Agardh (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 16. *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot

a)



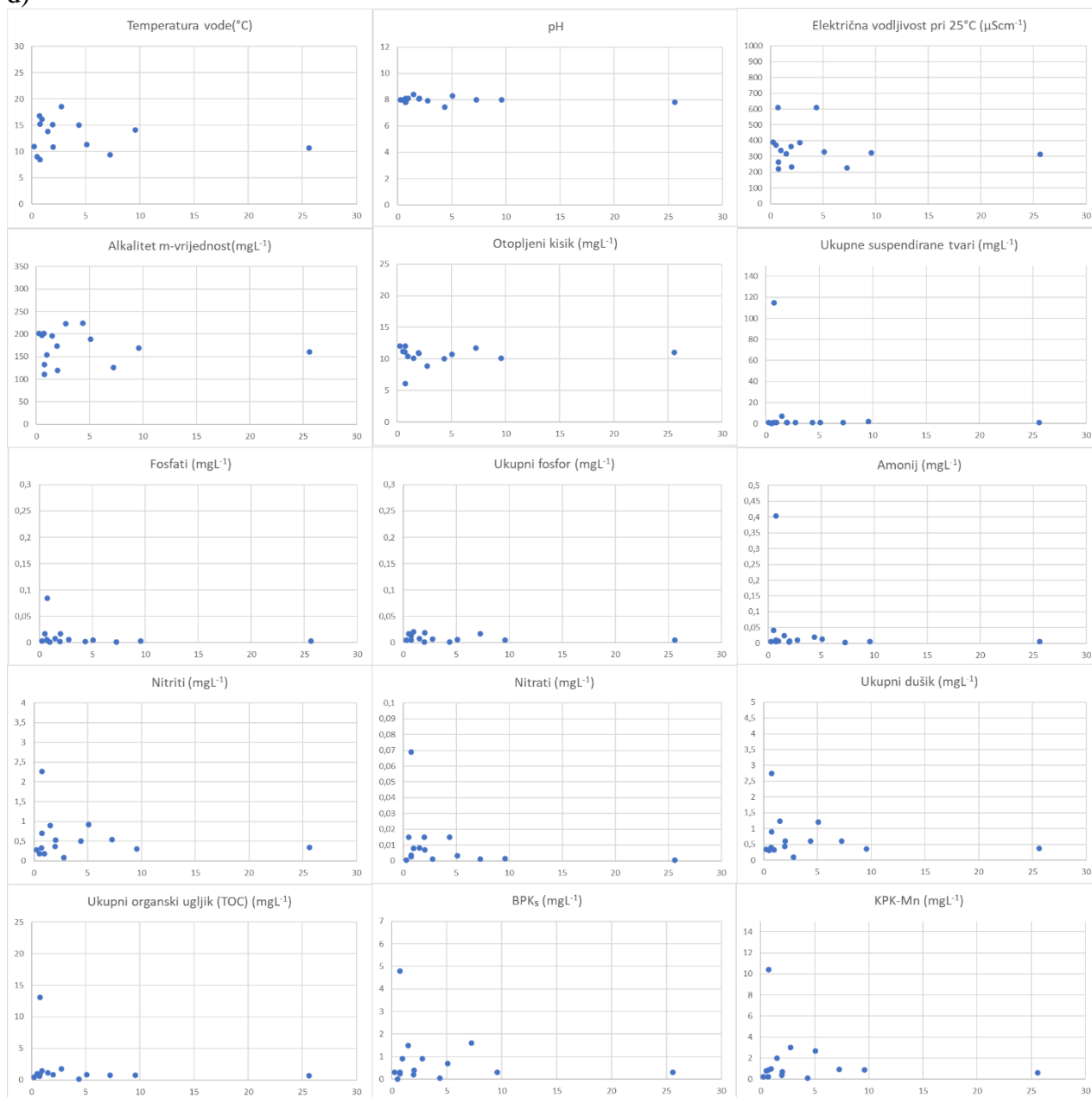
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	-.094**
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	-.105**
Alkalitet m-vrijednost	-.089**
Otopljeni kisik	.083**
Fosfati	-.118**
Ukupni fosfor	-.139**
Amonij	-.095**
Nitrati	n.z.
Nitriti	-.072*
Ukupni dušik	-.107**
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.140**
BPK <sub>5</sub>	-.121**
KPK-Mn	-.122**
Ukupne suspendirane tvari	-.118**

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	<b>*3-1</b>
Nadmorska visina	
Podloga	<b>*1-4</b>
Veličina sliva	

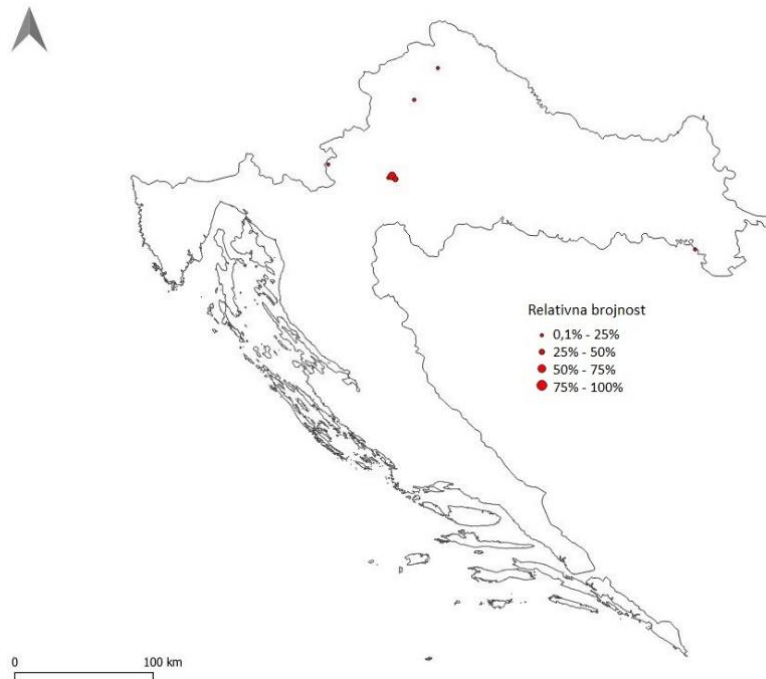
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) rasprišenog grafikona relativne brojnosti vrste *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 17. *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & A. Pavlov

a)



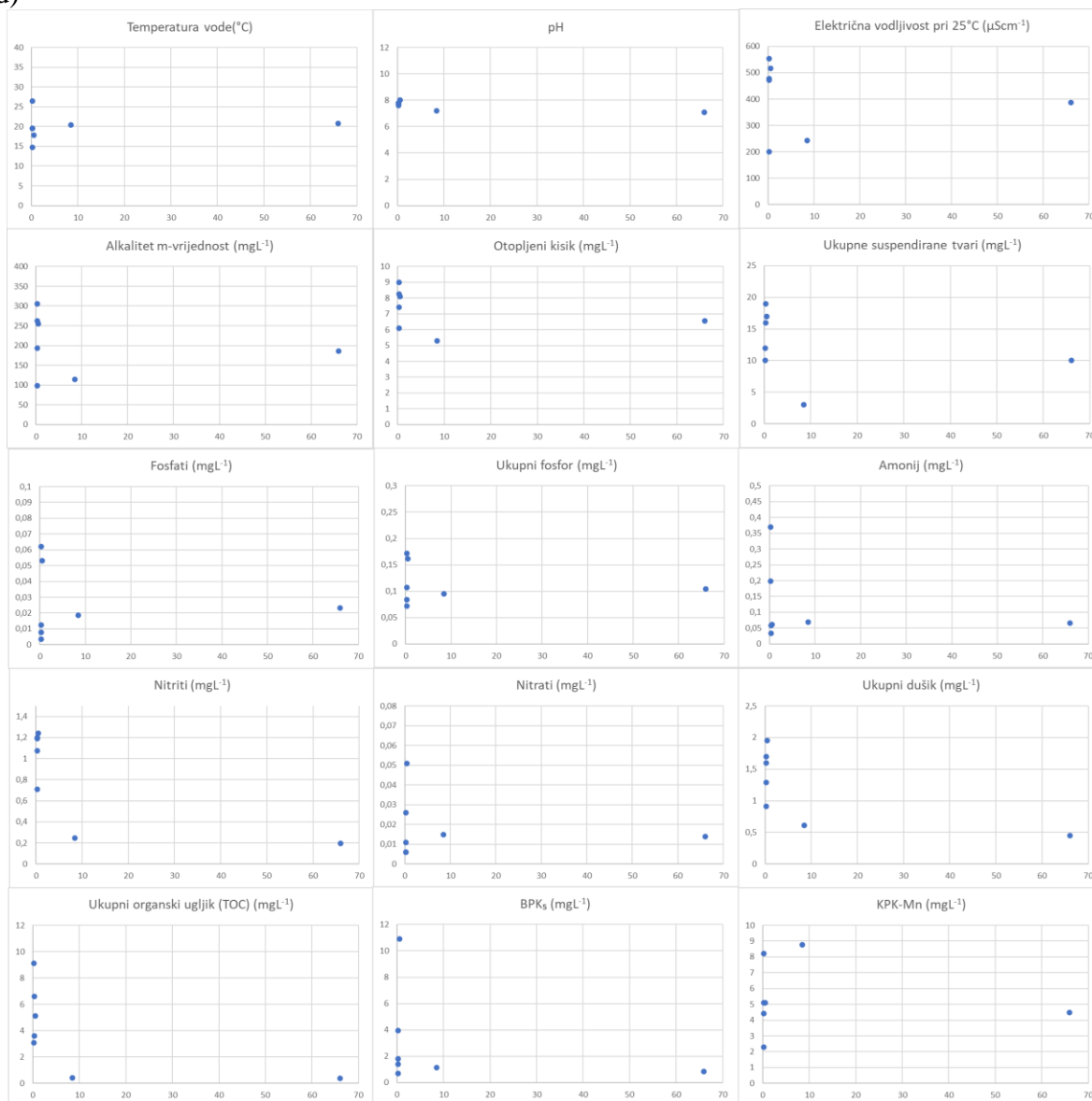
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.079**
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.062*
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

d)

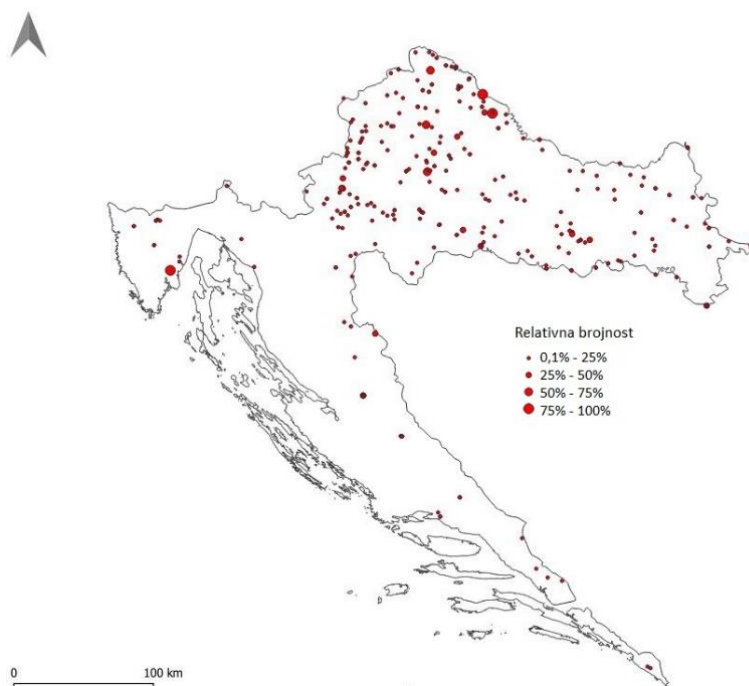


Prkaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & A. Pavlov (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).



Prilog 18. *Mayamaea permitis* (Hustedt) K. Bruder & Medlin

a)



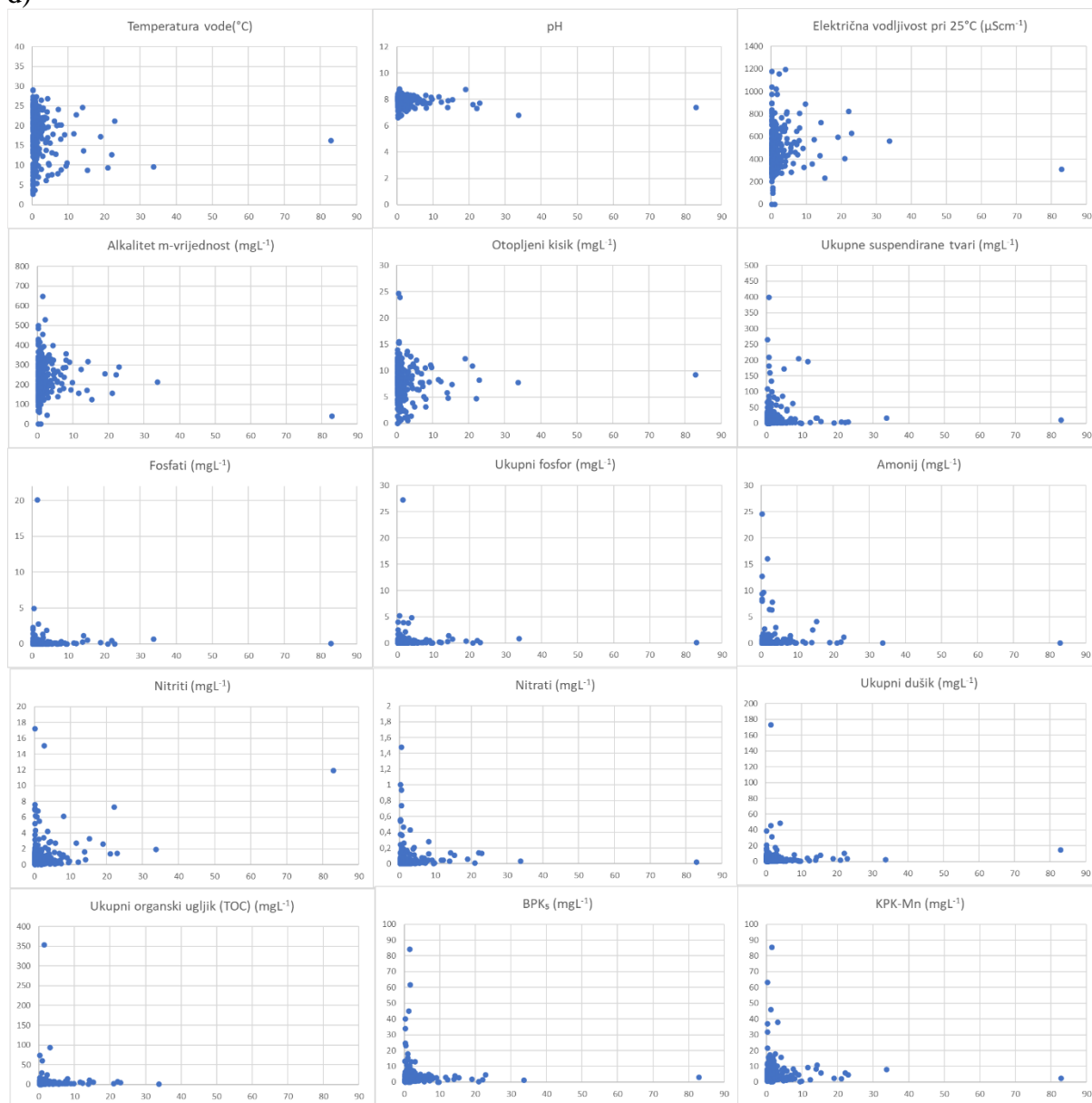
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	.116**
pH-vrijednost	-.083**
Električna vodljivost pri 25 °C	.062*
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.145**
Fosfati	.287**
Ukupni fosfor	.297**
Amonij	.246**
Nitrati	.184**
Nitriti	.255**
Ukupni dušik	.233**
Ukupni organski ugljik (TOC)	.208**
BPK <sub>5</sub>	.139**
KPK-Mn	.226**
Ukupne suspendirane tvari	.236**

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	*1-2, 1-3
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

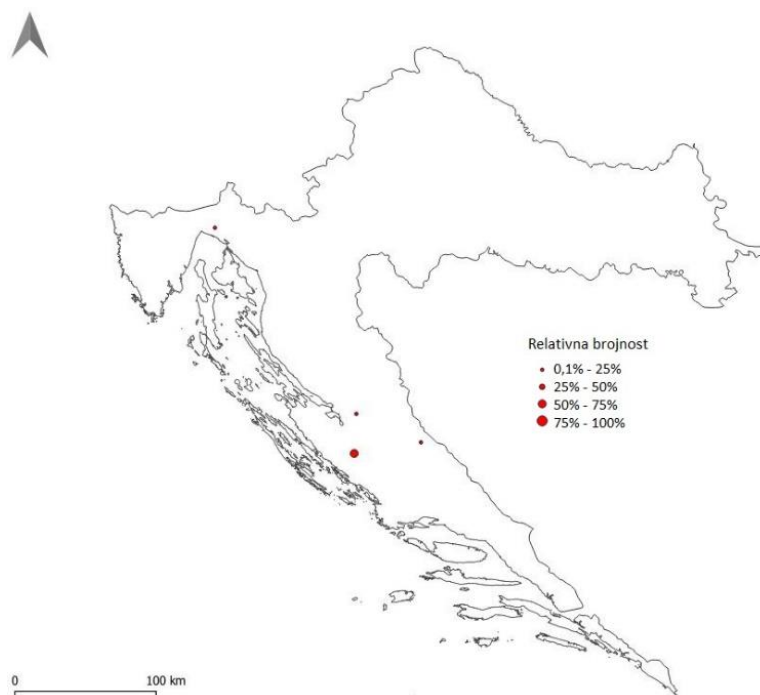
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Mayamaea permitis* (Hustedt) K. Bruder & Medlin (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 19. *Navicula lundii* E. Reichardt

a)



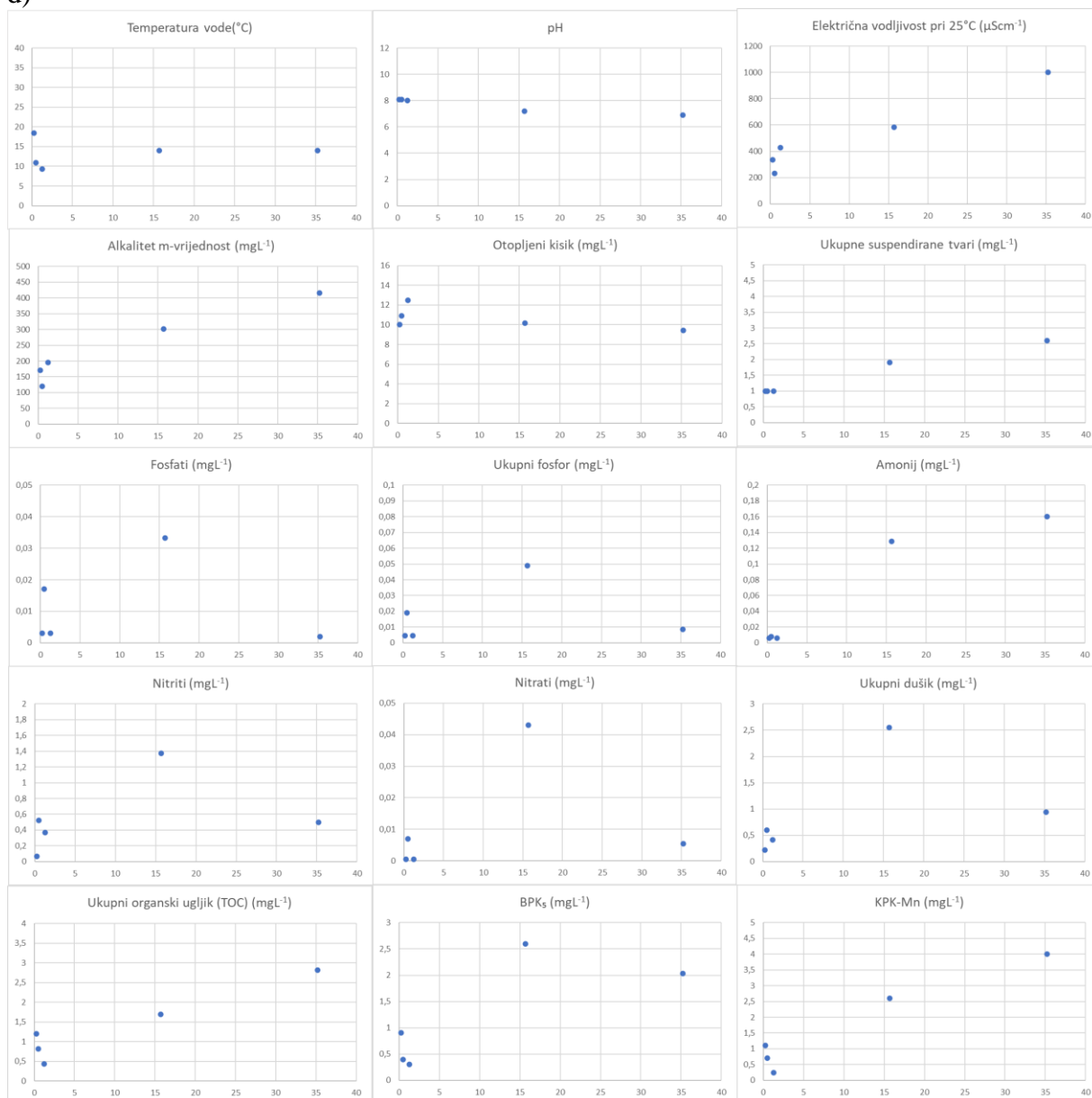
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	-.077*
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	-.069*
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	-.076*

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

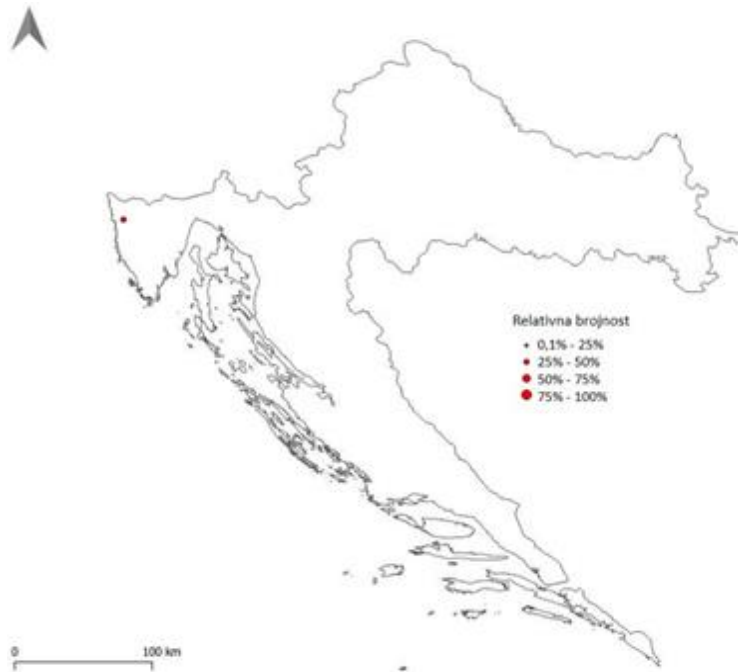
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Navicula lundii* E. Reichardt (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 20. *Nitzschia schwabei* Krasske ex Lange-Bertalot

a)



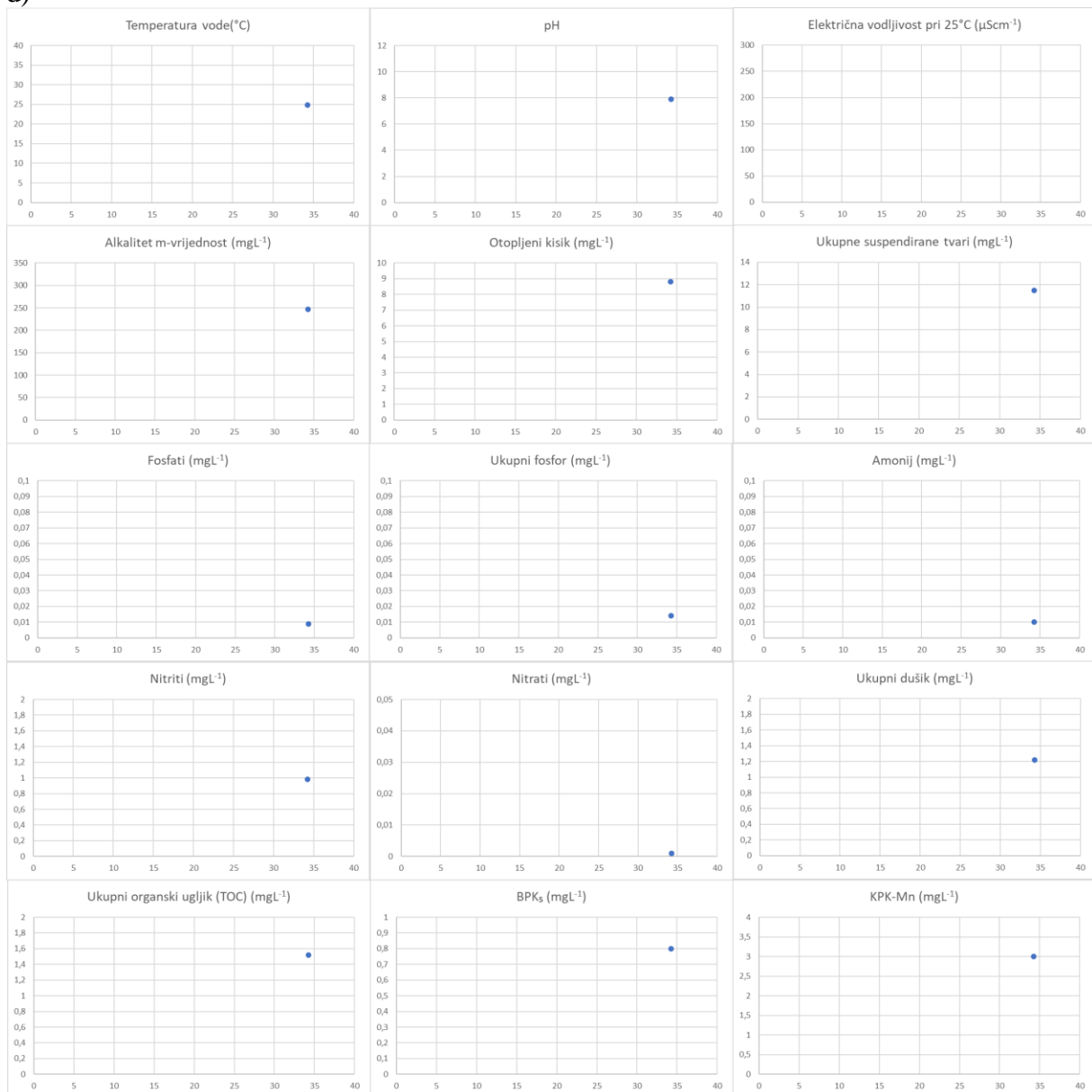
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

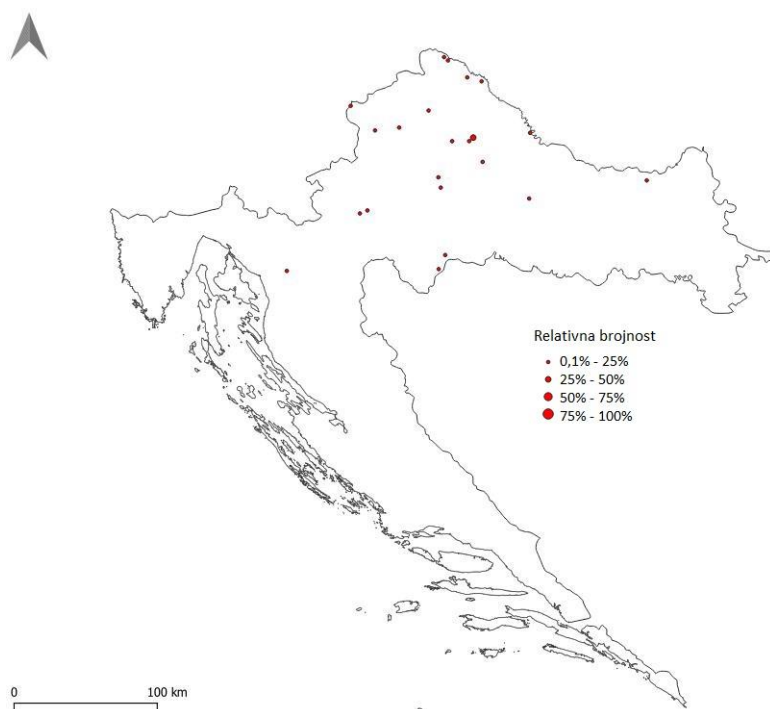
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Nitzschia schwabei* Krasske ex Lange-Bertalot (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 21. *Planothidium victorii* P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy

a)



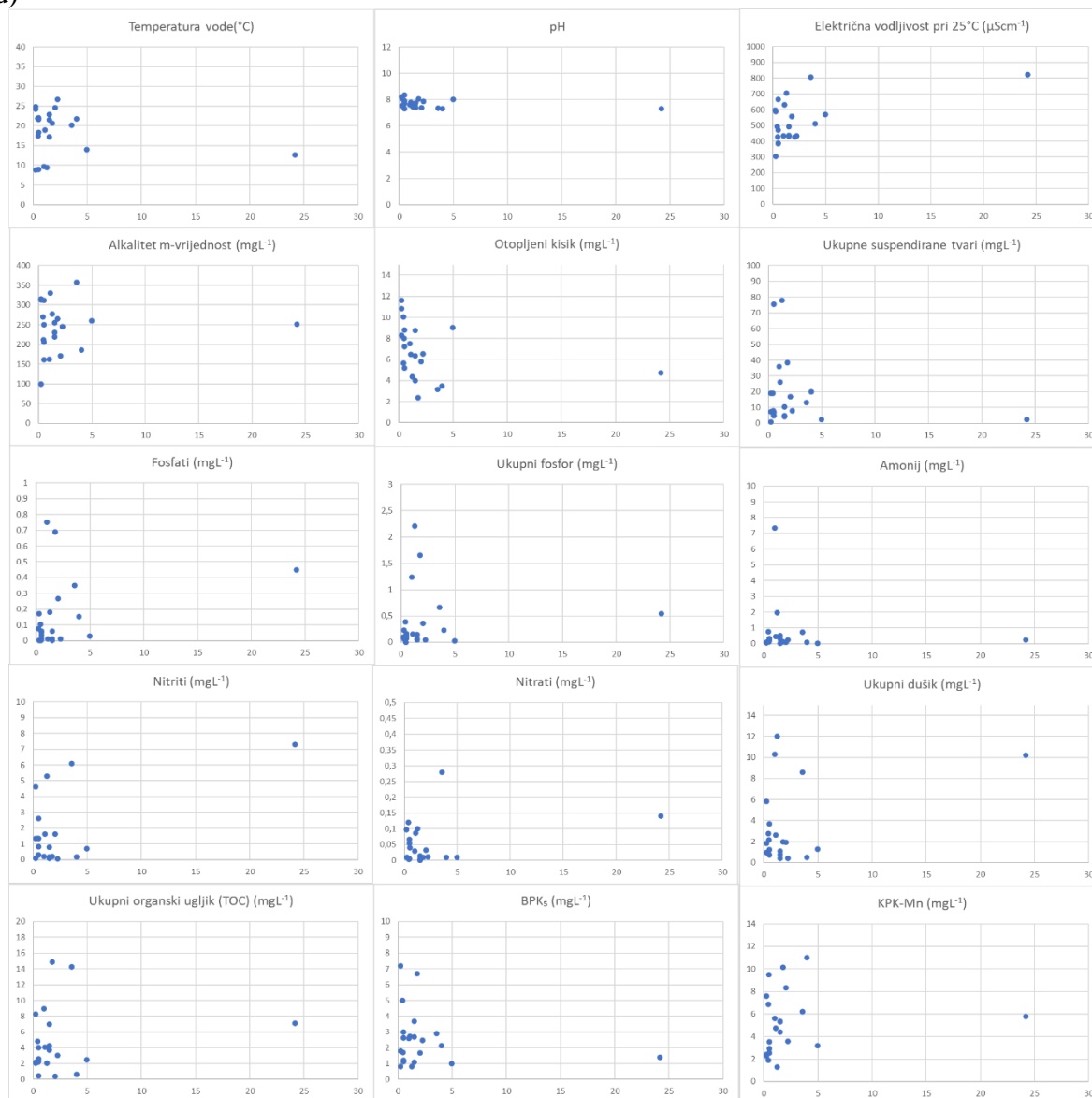
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.103**
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.109**
Fosfati	.068*
Ukupni fosfor	.079**
Amonij	.130**
Nitrati	n.z.
Nitriti	.071*
Ukupni dušik	.069*
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	.075*
Ukupne suspendirane tvari	.069*

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

d)

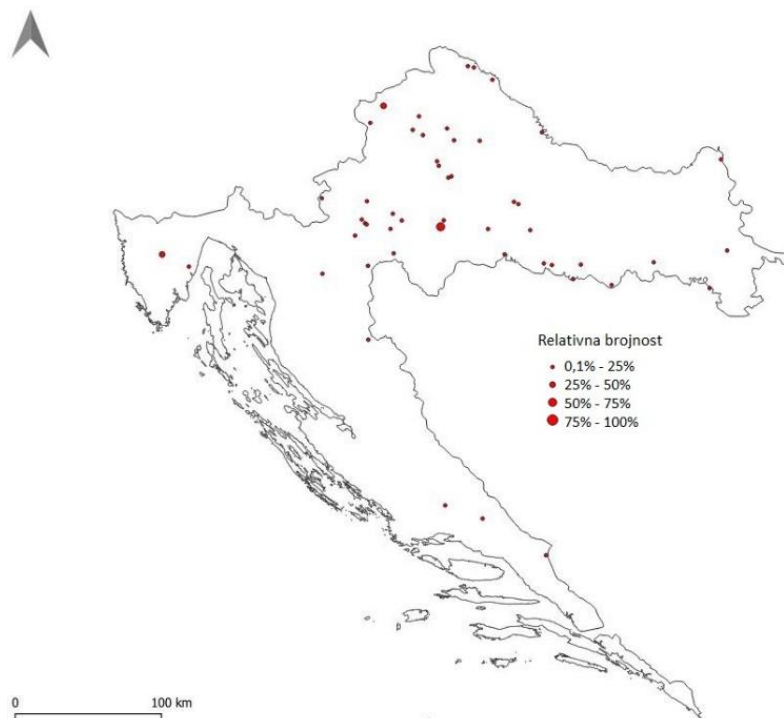


Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Planothidium victorii* P.M. Novis, J. Braidwood & C. Kilroy (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).



Prilog 22. *Sellaphora atomoides* (Grunow) Wetzel & Van de Vijver

a)



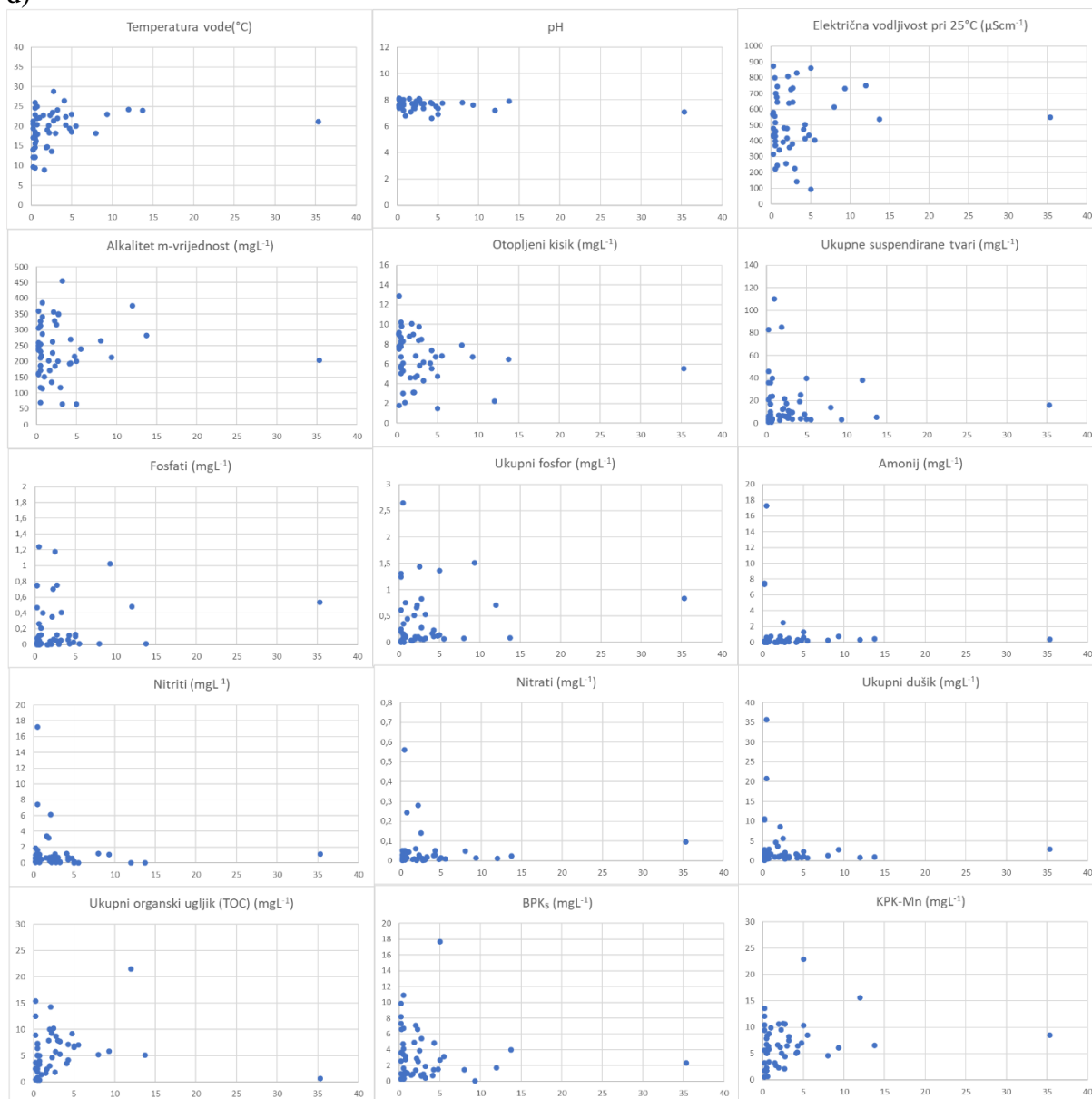
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	.094**
pH-vrijednost	-.195**
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.185**
Fosfati	.082**
Ukupni fosfor	.114**
Amonij	.140**
Nitrati	n.z.
Nitriti	.100**
Ukupni dušik	.086**
Ukupni organski ugljik (TOC)	.150**
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	.169**
Ukupne suspendirane tvari	.087**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

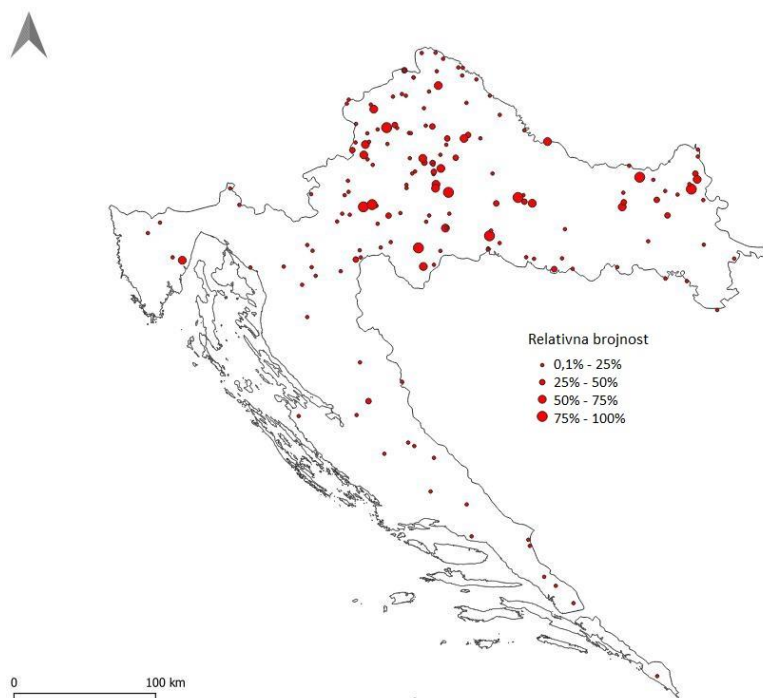
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Sellaphora atomoides* (Grunow) Wetzel & Van de Vijver (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 23. *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel & Ector

a)



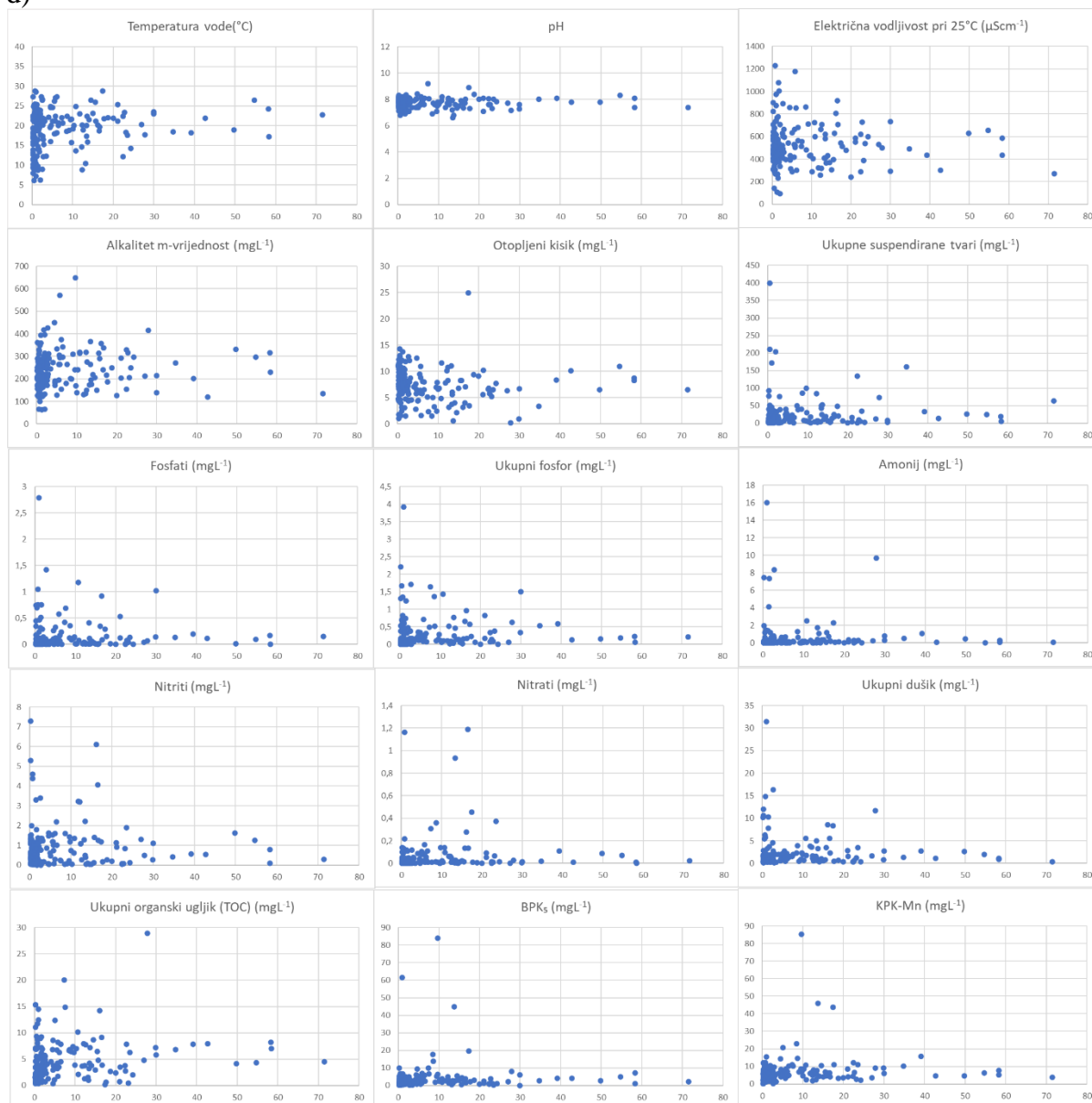
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	.166**
pH-vrijednost	-.258**
Električna vodljivost pri 25 °C	.092**
Alkalitet m-vrijednost	.099**
Otopljeni kisik	-.224**
Fosfati	.090**
Ukupni fosfor	.131**
Amonij	.173**
Nitrati	n.z.
Nitriti	.126**
Ukupni dušik	.084**
Ukupni organski ugljik (TOC)	.170**
BPK <sub>5</sub>	.120**
KPK-Mn	.237**
Ukupne suspendirane tvari	.151**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	*1-2, *1-3
Nadmorska visina	
Podloga	*4-1
Veličina sliva	

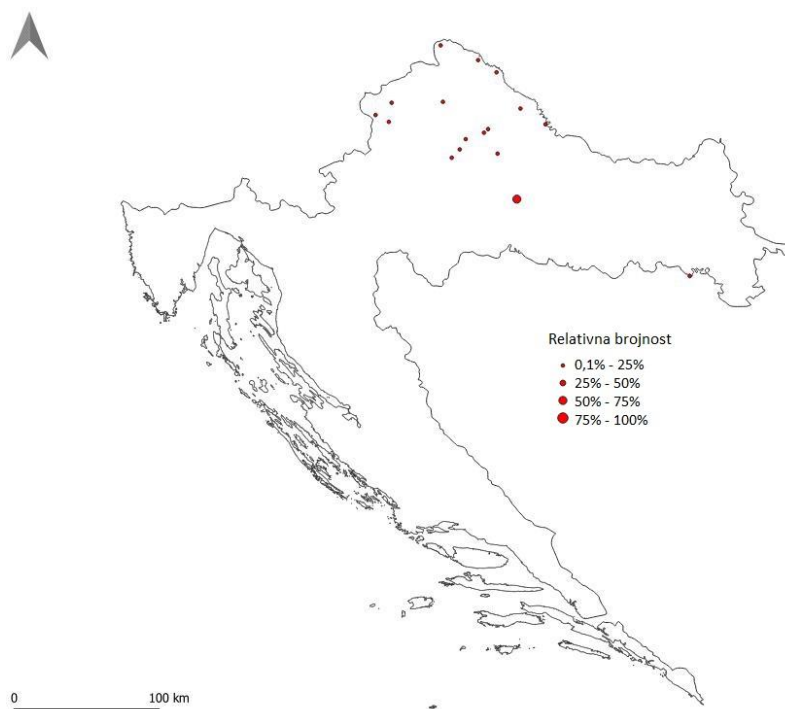
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspšenog grafikona relativne brojnosti vrste *Sellaphora nigri* (*De Notaris*) Wetzel & Ector (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 24. *Sellaphora saprotolerans* Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati

a)



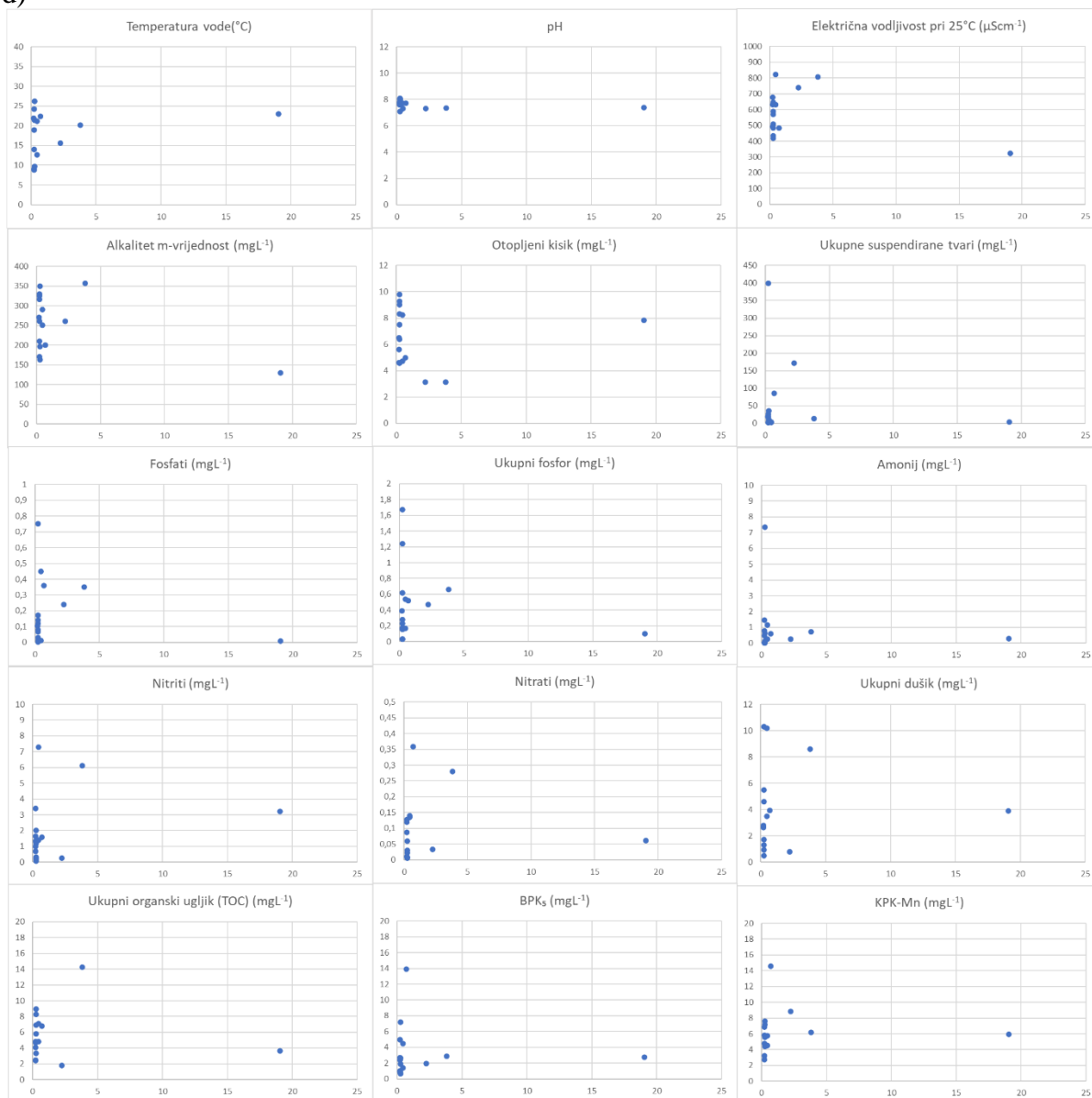
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.107**
Električna vodljivost pri 25 °C	.076*
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	-.108**
Fosfati	.087**
Ukupni fosfor	.116**
Amonij	.113**
Nitrati	.086**
Nitriti	.117**
Ukupni dušik	.111**
Ukupni organski ugljik (TOC)	.109**
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	.102**
Ukupne suspendirane tvari	.060*

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

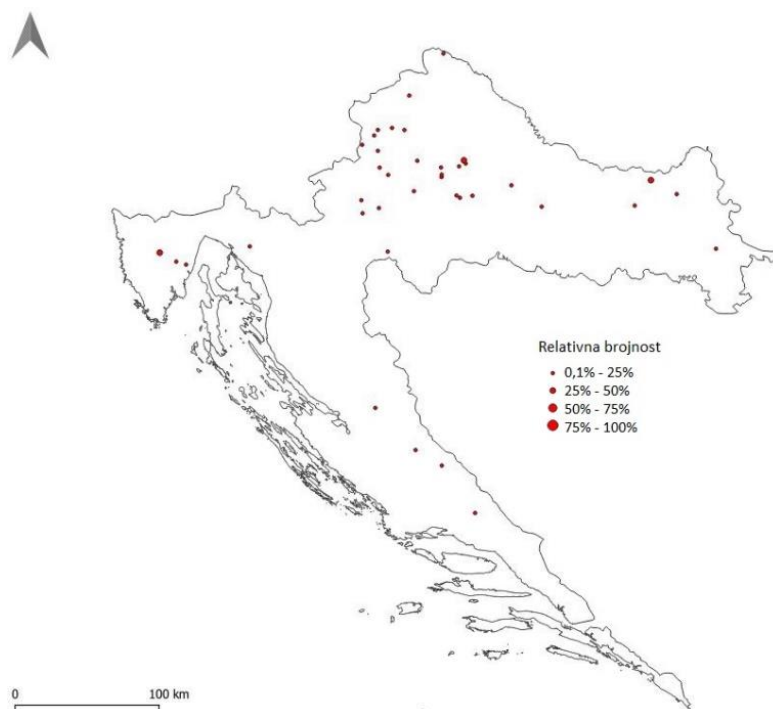
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Sellaphora saprotolerans* Lange-Bertalot, G. Hofmann & Cantonati (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 25. *Sellaphora saugerresii* (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann

a)



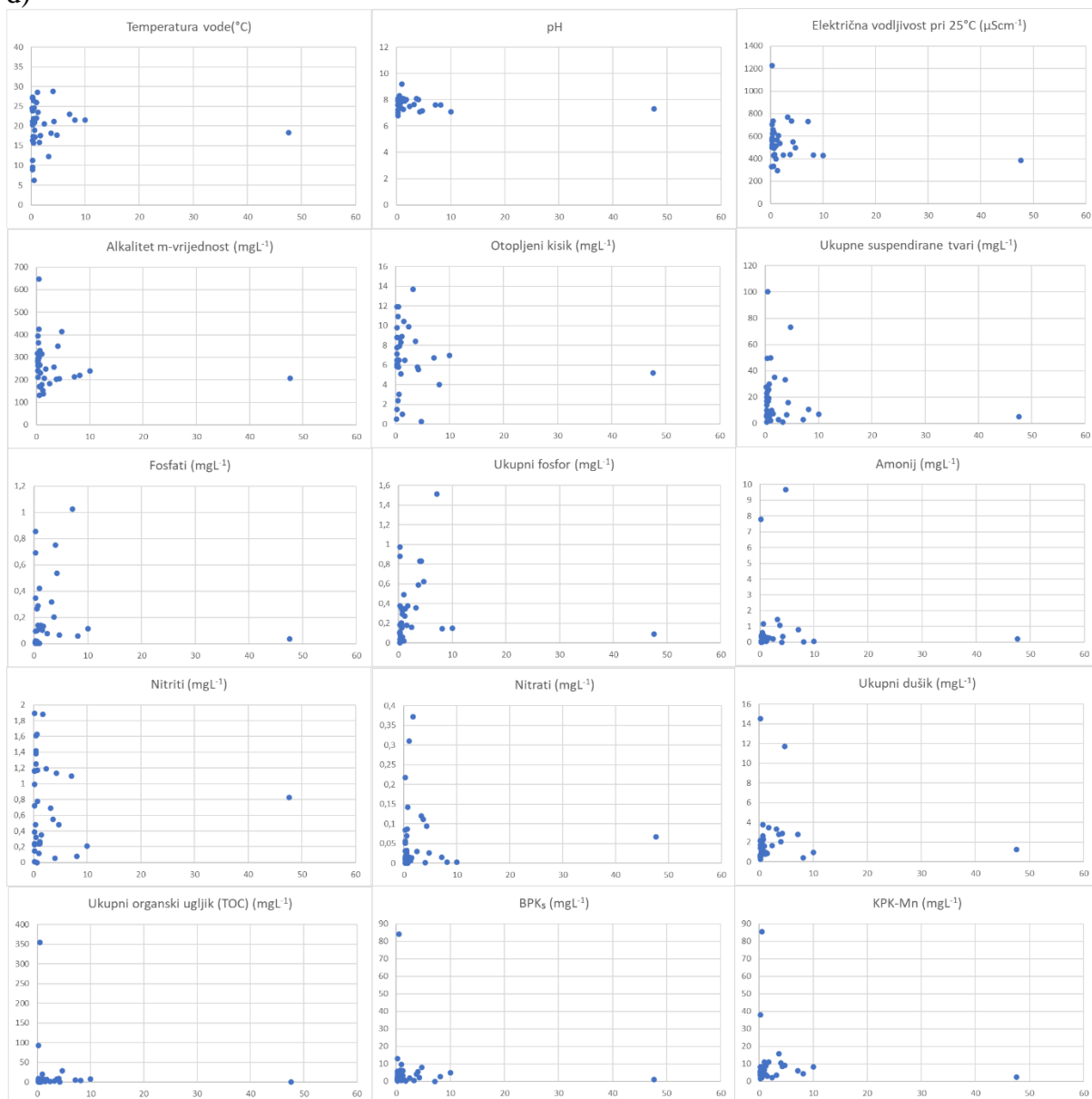
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	.108**
pH-vrijednost	-.163**
Električna vodljivost pri 25 °C	.081**
Alkalitet m-vrijednost	.082**
Otopljeni kisik	-.144**
Fosfati	.130**
Ukupni fosfor	.145**
Amonij	.144**
Nitrati	n.z.
Nitriti	.094**
Ukupni dušik	.077**
Ukupni organski ugljik (TOC)	.099**
BPK <sub>5</sub>	.071*
KPK-Mn	.172**
Ukupne suspendirane tvari	.104**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

d)

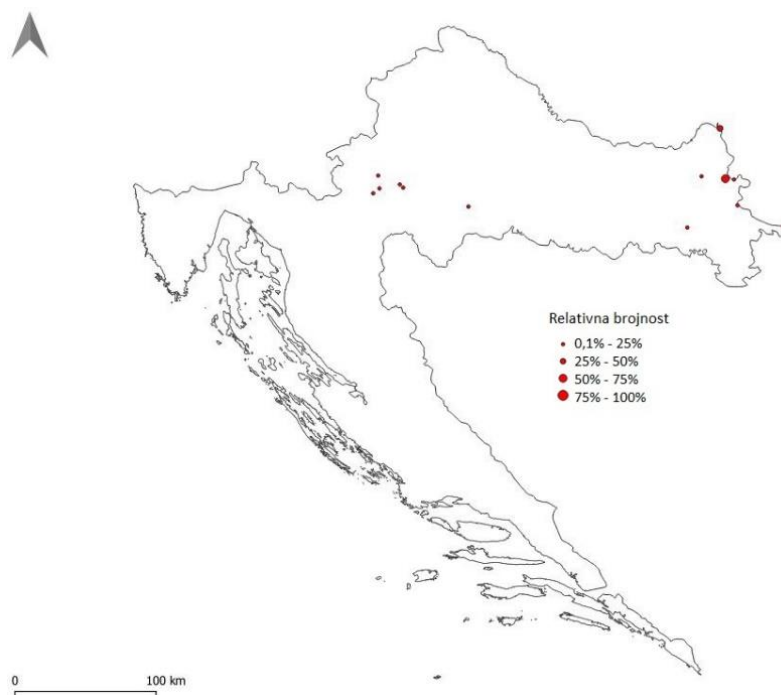


Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona brojnosti vrste *Sellaphora saugerresii* (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).



Prilog 26. *Skeletonema potamos* (C.I. Weber) Hasle

a)



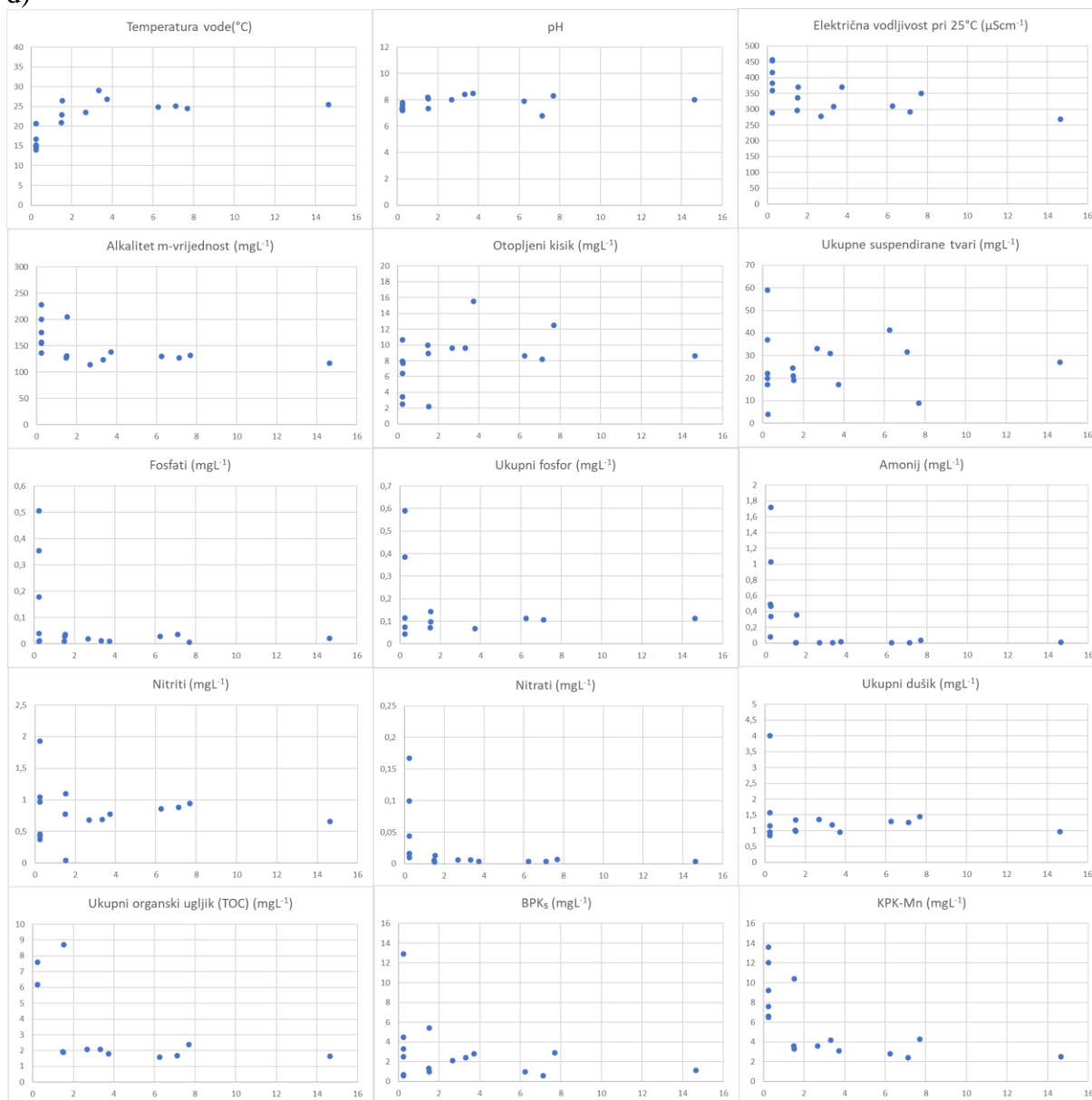
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	.095**
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	-.119**
Alkalitet m-vrijednost	-.136**
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	.080**
Ukupne suspendirane tvari	.137**

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

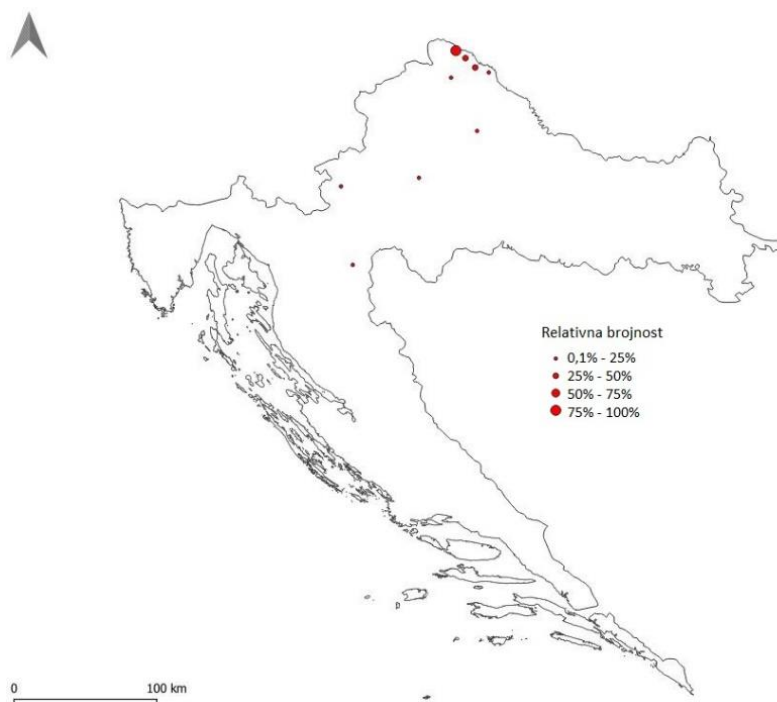
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Skeletonema potamos* (C.I. Weber) Hasle (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 27. *Staurosirella* sp.

a)



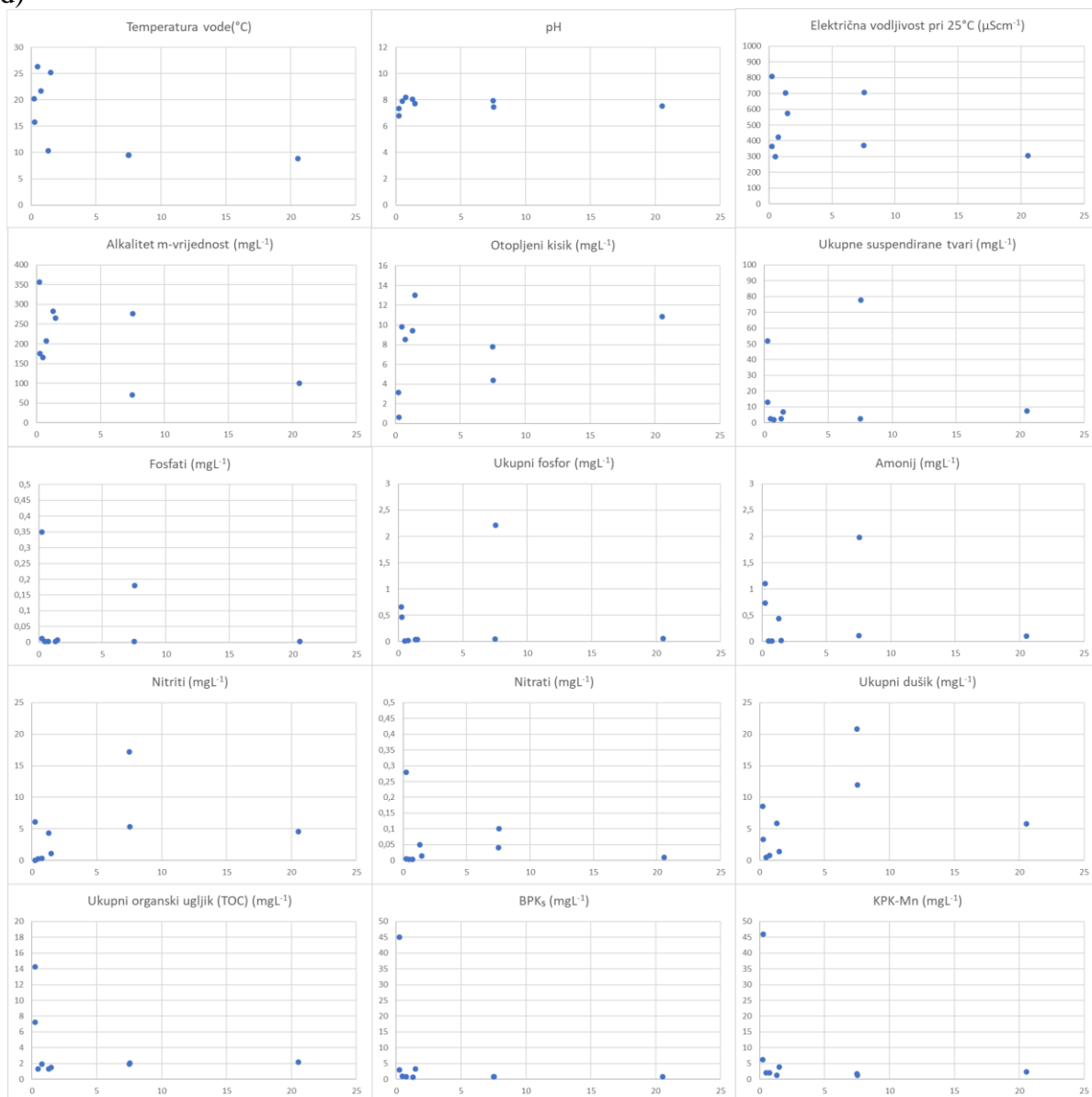
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	-.063*
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	-.063*
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	.061*
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	.079**
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	-
Veličina sliva	

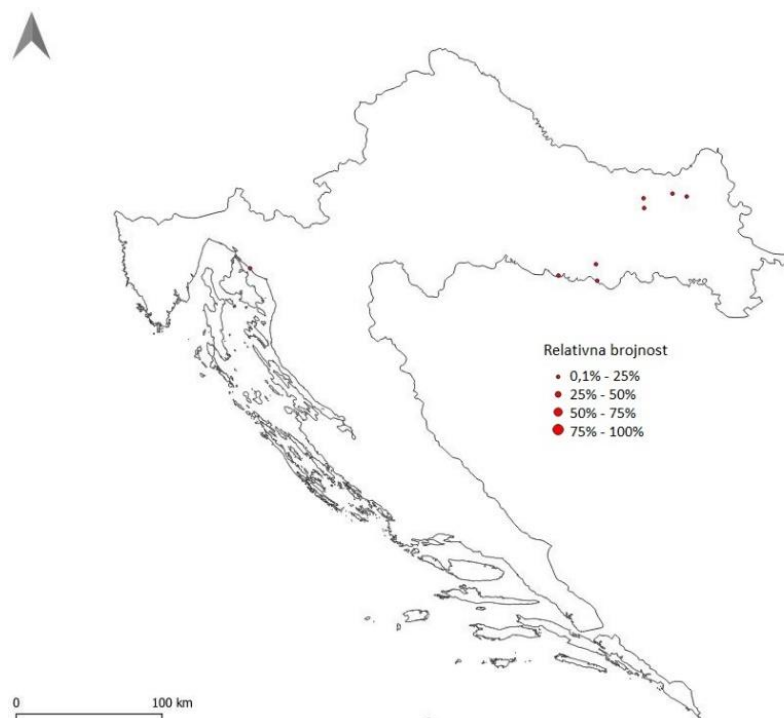
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspšenog grafikona relativne brojnosti vrste *Staurosirella* sp. (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 28. *Stephanodiscus minutulus/parvus*

a)



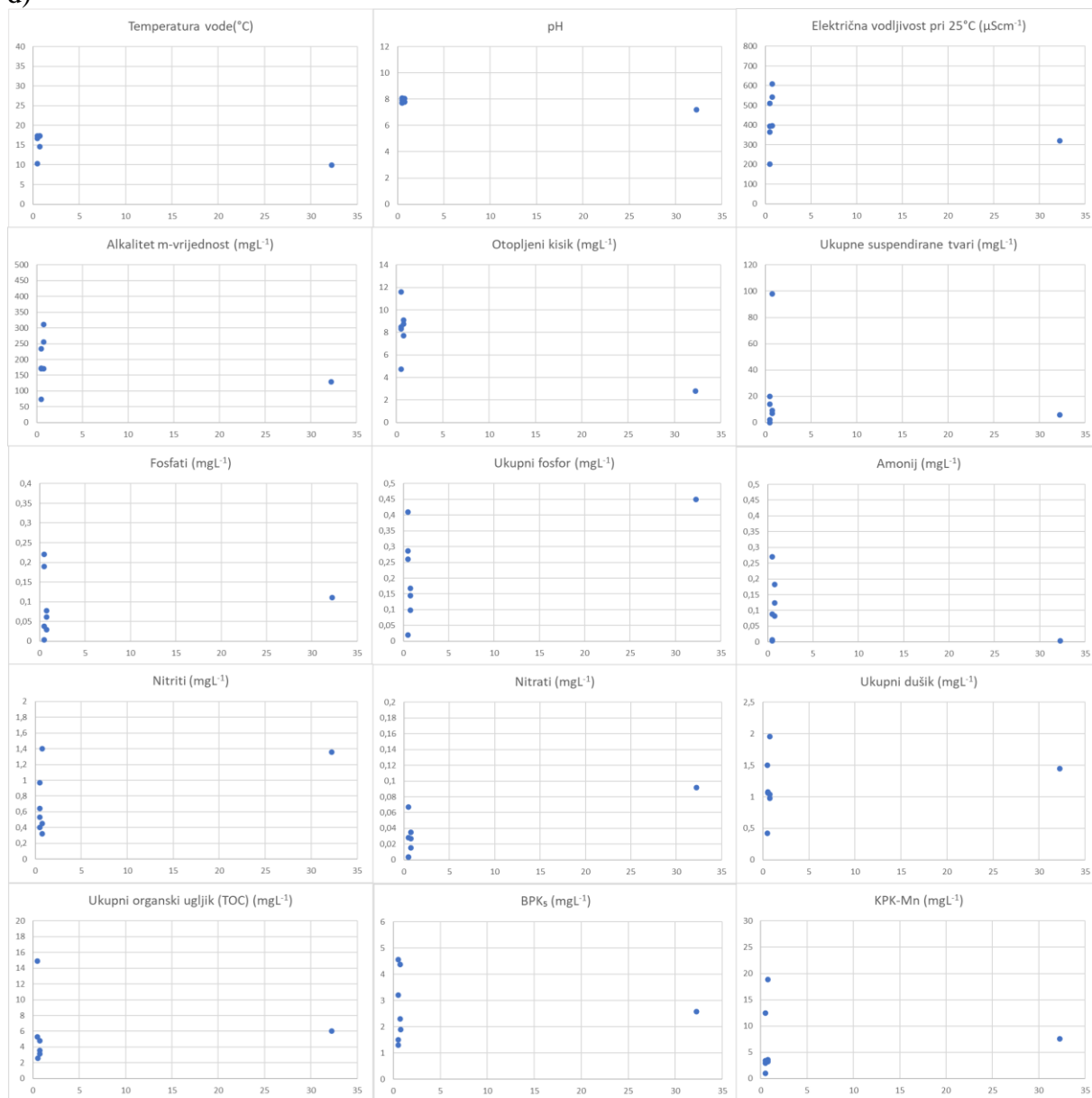
b)

<b>Pokazatelj</b>	<b><math>\rho</math></b>
Temperatura vode	n.z.
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	n.z.
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	.061*
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	.068*
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

<b>Pokazatelj</b>	<b>ANOVA</b>
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	*6-1, *6-2, *6-3, *6-4, *6-5, *6-7
Veličina sliva	

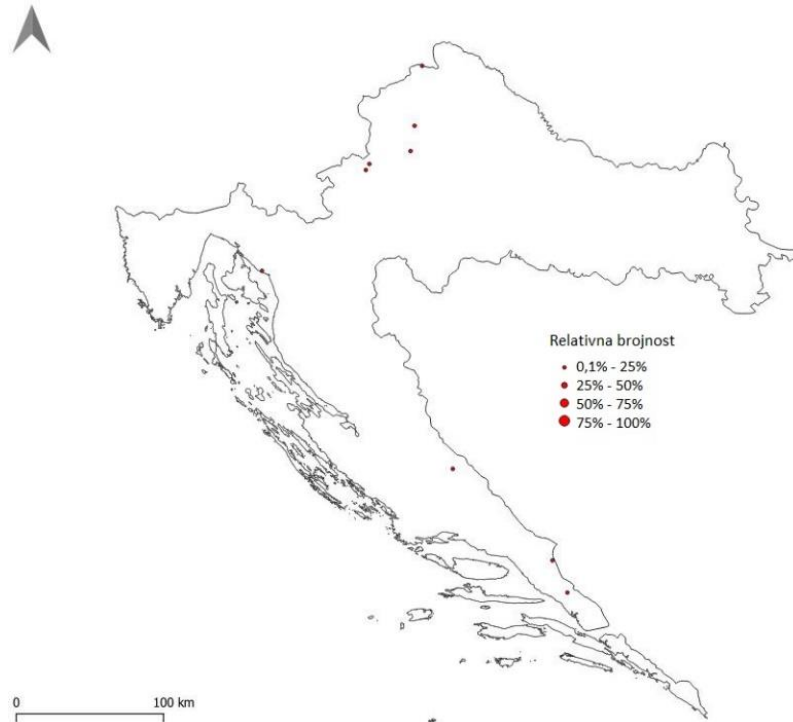
d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspršenog grafikona relativne brojnosti vrste *Stephanodiscus minutulus/parvus* (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).

Prilog 29. *Surirella lacrimula* J.D. English

a)



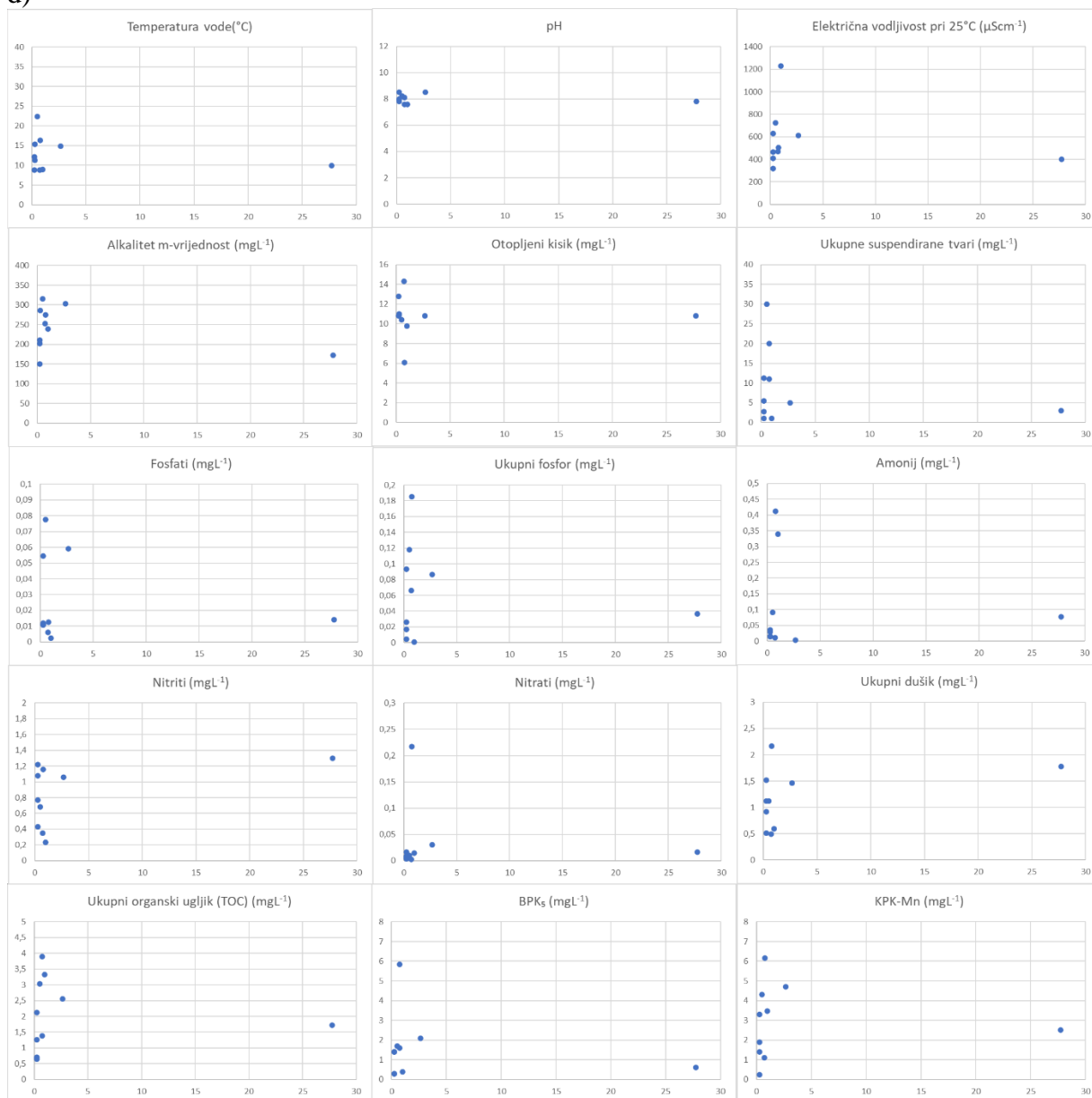
b)

Pokazatelj	$\rho$
Temperatura vode	-.078**
pH-vrijednost	n.z.
Električna vodljivost pri 25 °C	n.z.
Alkalitet m-vrijednost	n.z.
Otopljeni kisik	.072*
Fosfati	n.z.
Ukupni fosfor	n.z.
Amonij	n.z.
Nitrati	n.z.
Nitriti	n.z.
Ukupni dušik	n.z.
Ukupni organski ugljik (TOC)	n.z.
BPK <sub>5</sub>	n.z.
KPK-Mn	n.z.
Ukupne suspendirane tvari	n.z.

c)

Pokazatelj	ANOVA
Ekoregija	-
Nadmorska visina	
Podloga	*3-1, *3-4
Veličina sliva	

d)



Prikaz a) rasprostranjenosti, b) Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) s okolišnim čimbenicima (\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,05$ , \*\* - korelacija je značajna na razini  $\alpha \leq 0,01$ ), c) Analize varijanci (ANOVA) s karakteristikama staništa, d) raspšenog grafikona relativne brojnosti vrste *Surirella lacrimula* J.D. English (x os) s okolišnim čimbenikom (y os).