

# Prostorna dinamika zajednica tulara (Trichoptera) u povremenim krškim rijekama Mediterana

---

Vinković, Lina

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:217:636806>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-23**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Lina Vinković

**Prostorna dinamika zajednica tulara  
(Trichoptera, Insecta) u povremenim krškim  
rijekama Mediterana**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Lina Vinković

**Spatial dynamics of caddisfly (Trichoptera,  
Insecta) communities of intermittent karstic  
rivers in the Mediterranean**

Master thesis

Zagreb, 2022

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za ekologiju životinja i biogeografiju na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ane Previšić, te komentorstvom doc. dr. sc. Marine Vilenice. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra struke znanosti o okolišu. Ovaj diplomski rad izrađen je u sklopu projekta „Prostorno-vremenska varijabilnost kopnenih i vodenih zajednica povremenih tekućica dinarskog krša DinDRY“, voditeljice doc. dr. sc. Andreje Brigić.

*Veliko hvala mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Previšić i komentorici doc. dr. sc. Marini Vilenici na vodstvu, savjetima i pomoći pri izradi ovog diplomskog rada, od laboratorijskog rada do završnih izmjena. Također, veliko hvala na pozivu voditeljici projekta doc. dr. sc. Andreji Brigić na kojemu je izrađen diplomski rad.*

*Zahvaljujem se svim članovima Laboratorija za ekologiju životinja i biogeografiju za prikupljanje uzoraka i terenskih podataka na istraživanim rijekama.*

*Hvala Vesni Gulin, Marini Šumanović i Franu Rebrini na velikom broju savjeta i utješnih razgovora.*

*Hvala svim mojim dragim prijateljima s kojima sam stvorila bezbroj sjećanja prije i tijekom fakultetskih dana. Posebno hvala Raphaeli, Andriji, Amaliji, Lani i Ani.*

*Hvala puno Antoniju na smirivanju svake stresne situacije i na tihom društvu dok je diplomski rad nastajao.*

*Najviše hvala mojoj obitelji na podršci kroz cijelo školovanje i na poticaju za napraviti korak više.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## Prostorna dinamika zajednica tulara (Trichoptera, Insecta) u povremenim krškim rijekama Mediterana

Lina Vinković

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Povremene tekućice su dinamični i složeni slatkovodni ekosustavi u kojima voda povremeno prestaje teći zbog čega dolazi do njihovog presušivanja. Karakteriziraju ih promjene u režimu protoka, koje uključuju lotičku i lentičku fazu te kopnenu fazu. Za rad su odabrane četiri povremene krške rijeke u Hrvatskoj: Krčić, Miljašić Jaruga, Guduča i Čikola, u kojima su analizirani sastav i struktura zajednice tulara (Trichoptera). Za to su tijekom terenskog istraživanja mjereni fizikalno-kemijski čimbenici i uzimani uzorci makrozoobentosa koji su izolirani i determinirani u laboratoriju pomoću dihotomskog ključa. Sastav i struktura zajednice tulara su analizirani statističkim testovima poput Kruskal-Wallis testa, kanoničke analize korespondencije (CCA) i neparametrijske analize multidimenzionalnog skaliranja (nMDS). Razlike u zajednici tulara duž istraživanih rijeka kao i među dijelovima toka nisu značajne, dok su značajne razlike u zajednici tulara između rijeka Krčića i Miljašić Jaruge te Krčića i Čikole. Također, razlika između zajednica tulara lotičke i lentičke faze je velika zbog pronađene samo jedne svojte na jednoj rijeci u lentičkoj fazi. Najveći utjecaj okolišnih čimbenika na zajednicu tulara imali su električna provodljivost, brzina strujanja vode, koncentracija kisika i koncentracija ortofosfata u vodi.

Ključne riječi: povremene tekućice, Trichoptera, krške rijeke, ekologija, Mediteran  
(62 stranica, 41 slika, 7 tablica, 59 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ana Previšić  
Komentor: doc. dr. sc. Marina Vilenica

Ocjenitelji:

izv. prof. dr. sc. Ana Previšić  
doc. dr. sc. Mirela Sertić Perić  
prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović  
doc. dr. sc. Ivan Čanjevaca

Rad prihvaćen: 6. listopada 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Master thesis

### Spatial dynamics of caddisfly (Trichoptera, Insecta) communities of intermittent karstic rivers in the Mediterranean

Lina Vinković

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Intermittent rivers are dynamic and complex freshwater ecosystems in which the water flow periodically stops which causes them to dry out. They are characterized by changes in the flow regime, which includes the lotic, lentic, and terrestrial phases. Four intermittent karst rivers in Croatia were selected for this study: the Krčić, Miljašić Jaruga, Guduča and Čikola rivers, in which the composition and structure of the Trichoptera communities were analyzed. During the field research, physico-chemical water properties were measured and samples of macrozoobenthos were collected. Samples were sorted and caddisflies were identified in the laboratory using a dichotomous key. The composition and structure of the Trichoptera communities were analyzed using the statistical tests such as the Kruskal-Wallis H test, canonical correspondence analysis (CCA) and nonparametric multidimensional scaling analysis (nMDS). Differences in the Trichoptera communities along the studied rivers as well as among the river reaches were not significant, while there were significant differences in the Trichoptera communities between the Krčić and Miljašić Jaruga rivers as well as between the Krčić and Čikola rivers. As only one taxon was recorded at the lentic phase of one river, the difference between the lotic and lentic phase was obvious. Of the measured environmental parameters, conductivity in water, water velocity, oxygen concentration and orthophosphate concentration in water, had the highest influence on caddisfly communities.

Keywords: intermittent rivers, Trichoptera, karstic rivers, ecology, Mediterranean  
(62 pages, 41 figures, 7 tables, 59 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: Assoc. Prof. Ana Previšić, PhD

Co-mentor: Assist. Prof. Marina Vilenica, PhD

Reviewers:

Assoc. Prof. Ana Previšić, PhD

Asst. Prof. Mirela Sertić Perić, PhD

Prof. Blanka Cvetko Tešović, PhD

Asst. Prof. Ivan Čanjevac, PhD

Thesis accepted: 6<sup>th</sup> October 2022

# SADRŽAJ

1.	Uvod.....	1
1.1	Povremene tekućice .....	1
1.2	Klimatski i antropogeni utjecaji na mediteranske povremene tekućice .....	2
1.3	Povremene tekućice kao stanište.....	3
1.4	Opća obilježja kukaca iz reda tulara (Trichoptera, Insecta).....	4
1.5	Ciljevi.....	6
2.	Materijali i metode .....	7
2.1	Područje istraživanja .....	7
2.2	Terenski dio istraživanja .....	12
2.2.1.	Mjerenje fizikalno – kemijskih čimbenika vode .....	12
2.2.2.	Prikupljanje uzoraka makrozoobentosa .....	12
2.3	Laboratorijska obrada uzoraka.....	13
2.4	Analiza i statistička obrada podataka.....	14
3.	Rezultati .....	15
3.1.	Fizikalno-kemijski čimbenici vode u povremenim krškim rijekama.....	15
3.1.1.	Temperatura vode na istraživanim rijekama .....	15
3.1.2.	Zasićenost vode kisikom na istraživanim rijekama .....	15
3.1.3.	Koncentracija kisika u vodi na istraživanim rijekama .....	16
3.1.4.	pH vrijednost vode na istraživanim rijekama.....	16
3.1.5.	Električna provodljivost vode na istraživanim rijekama.....	16
3.1.6.	Brzina vode na istraživanim rijekama.....	16
3.1.7.	Alkalinitet vode na istraživanim rijekama .....	18
3.1.8.	Koncentracija fosfata u vodi na istraživanim rijekama.....	18
3.1.9.	Koncentracija nitrita u vodi na istraživanim rijekama .....	18
3.1.10.	Koncentracija nitrata u vodi na istraživanim rijekama.....	18
3.1.11.	Kemijska potrošnja kisika na istraživanim rijekama.....	18
3.2.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) duž toka povremenih krških rijeka .....	20
3.2.1.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčić .....	20
3.2.2.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge.....	21
3.2.3.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče.....	22
3.2.4.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole.....	24



3.3.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama .....	25
3.4.	Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) na različitim dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka .....	27
3.5.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) duž toka povremenih krških rijeka.....	29
3.5.1.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčića .....	29
3.5.2.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge .....	32
3.5.3.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče .....	35
3.5.4.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole.....	37
3.6.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama.....	40
3.6.1.	Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama.....	40
3.6.2.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice .....	41
3.6.3.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu.....	43
3.7.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka.....	44
3.7.1.	Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka .....	44
3.7.2.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice .....	45
3.7.3.	Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu.....	46
3.8.	Usporedba zajednice tulara različitih hidroloških faza (lotička vs. lentička faza) pojedinih povremenih krških rijeka .....	47
3.9.	Utjecaj okolišnih čimbenika na zajednice tulara na istraživanim povremenim rijekama .....	47
4.	Rasprava.....	49
4.1.	Sastav faune tulara istraživanih krških povremenih rijeka .....	49
4.2.	Sastav, raznolikost i struktura zajednice tulara (Trichoptera) duž istraživanih povremenih krških rijeka.....	49
4.3.	Sastav, raznolikost i struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama .....	50
4.4.	Usporedba zajednice tulara u lotičkoj i lentičkoj fazi istraživanih povremenih krških rijeka ....	52
4.5.	Utjecaj okolišnih parametara na zajednicu tulara .....	52
5.	Zaključak.....	55
6.	Literatura.....	56

7. Životopis .....	62
8. Prilozi .....	I

# 1. Uvod

## 1.1 Povremene tekućice

Lotički ekosustavi dijele se na stalne i povremene, ovisno o njihovom površinskom toku. Stalne tekućice aktivno teku tijekom cijele godine dok povremene tekućice gube aktivni tok jednom ili više puta godišnje (Skoulikidis i sur., 2018). Pojam „povremenih tekućica“ obuhvaća povremene vodotokove i bujične vodotokove. Povremeni vodotokovi su vodotokovi koji svake godine povremeno prestaju teći najčešće s pravilnim uzorkom, a voda preostaje u lokvama ili korito u potpunosti presušuje. Nasuprot tomu, bujični vodotokovi su kroz godinu većinom suhi, a teku za vrijeme ili netom nakon obilnih oborina (Ružanović i sur., 2022).

U ovome radu su istraživani povremeni vodotoci. Njih karakteriziraju promjene u režimu protoka koje uključuju, osim lotičke (tekuće) vodene faze, također i lentičku (stajaću) vodenu fazu te kopnenu fazu (suho riječno korito) gdje je trajanje pojedine faze ovisno o sezoni i klimatskim uvjetima (Stubbington i sur., 2017). Ovakva staništa rasprostranjena su po cijelom svijetu, iako im je najveća pojavnost u aridnim i semi-aridnim područjima (Skoulikidis i sur., 2018), uključujući i regije oko Mediteranskog mora (Stubbington i sur., 2017). Primjerice, na području mediteranske države Grčke, slijevno područje povremenih tekućica prekriva 42,5 % ukupne površine državnog teritorija (Tzoraki i sur., 2007). Osim vrućih i suhih područja, povremene tekućice česte su i u vrlo hladnim područjima poput Arktika, Antarktike i vrhova Alpa. Zbog toga je učestalost pojave povremenih tekućica na globalnoj razini velika, a smatra se da povremene tekućice čine gotovo 50 % ukupne svjetske riječne mreže (Datry i sur., 2014).

Broj povremenih tekućica se diljem svijeta zadnjih desetljeća povećava transformacijom stalnih vodenih tokova kao jedna od niza posljedica aktualnih klimatskih promjena. To je ponajviše vidljivo u semi-aridnim područjima, kao i u riječnim mrežama s nižom vodenom razinom ili manjim protokom (Kukula i Bylak, 2022). Uz to, ugrožene su i riječne mreže koje se iskorištavaju za socio-ekonomske potrebe koje, zbog klimatskih promjena i povećanja broja stanovnika na globalnoj razini, sve više rastu (Gleick, 2003; Larned i sur., 2010). Sve navedeno naglašava potrebu za istraživanjem i upoznavanjem fizikalno-kemijskih i biotičkih karakteristika povremenih tekućica.

## 1.2 Klimatski i antropogeni utjecaji na mediteranske povremene tekućice

Značajan utjecaj na mediteranske povremene tekućice ima mediteranska klima sa svojim osnovnim obilježjima (Skoulikidis i sur., 2017). Prema Köppenovoj klasifikaciji klima, mediteranska klima (Cs) predstavlja podtip umjereno tople kišne klime (C) koja je karakteristična za cijelo područje Hrvatske (osim uzvisina iznad 1200 m n.m.). Osnovna obilježja mediteranske klime su suho i vedro ljeto kao posljedica anticiklona i sjeverozapadnih vjetrova koji prevladavaju na tim područjima te blaga i kišovita zima kada su zastupljenije ciklone. U najtoplijem (i najzastupljenijem u mediteranskoj biogeografskoj regiji) podtipu mediteranske klime (Csa), količina oborina u najsušem mjesecu tijekom ljeta manja je od 40 mm. Temperature u ljetnim mjesecima su visoke i tijekom dana mogu doseći više od 35 °C, a za veći dio mediteranske biogeografske regije srednja temperatura zraka najtoplijeg mjeseca iznosi više od 22 °C (Šegota i Filipčić, 2003; Seletković i sur., 2011). Osim osnovnih obilježja klime, klimatske promjene i ekstremni uvjeti s dužim i intenzivnijim sušnim periodima ili s višim dnevnim i mjesečnim temperaturama, sa smanjenom godišnjom količinom oborina za 20 % tijekom 20. stoljeća uzrokovali su pojavnost suših porječja rijeka (Skoulikidis i sur., 2017).

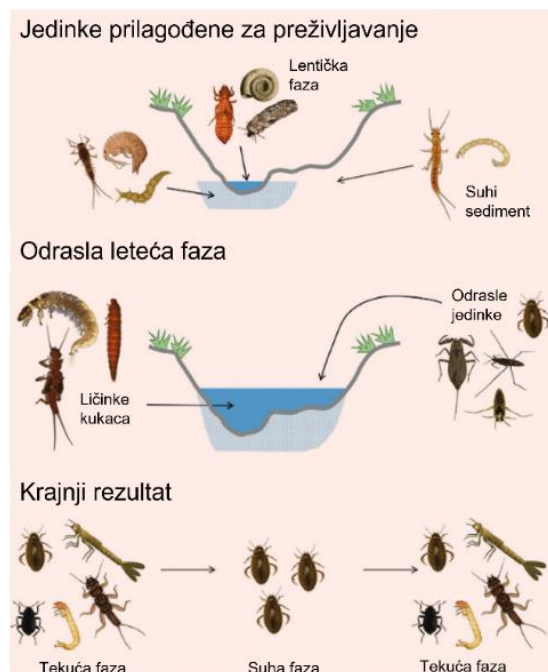
Na mediteranske povremene tekućice intenzivno utječe i čovjek s uzgojem velikog broja poljoprivrednih kultura na području s mediteranskom klimom, posebice oko mediteranskih rijeka. Više od 60 % od ukupnog iskorištavanja vode otpada na navodnjavanje poljoprivrednih područja, pri čemu se veći dio vode crpi iz rijeka i potoka, a za ostale potrebe se iskorištava voda sakupljena od oborina u izgrađenim rezervoarima. Kombinacija klimatskih promjena, smanjenih oborina i povećane evapotranspiracije, smanjuje količinu vode u svim tekućicama kao i u izgrađenim spremnicima za vodu. To dovodi do smanjivanja vodene razine u tekućicama kao i do povećavanja broja povremenih tekućica, a istovremenog smanjivanja broja stalnih lotičkih sustava (Petrakis i sur., 2012; Skoulikidis i sur., 2017). Isto tako, za postojeće povremene tekućice produžuje trajanje kopnene faze, a skraćuje period lotičke vodene faze.

Osim aktivnih problema koji dovode do povećanja broja povremenih tekućica ili mijenjaju postojeće povremene tekućice, nedostatak pravilnika za upravljanje i istraživanja na istima ne dovodi do pozitivnijeg ishoda u budućnosti. Naime, većina država članica Europske unije još uvijek nema uključene povremene tekućice u programe biomonitoringa dok je Hrvatska izuzetak

s dva definirana tipa povremenih tekućica u Nacionalnoj klasifikaciji staništa što predstavlja početak i bazu za buduće programe i istraživanja (NN 27/2021; Vilenica i sur., 2022).

### 1.3 Povremene tekućice kao stanište

Povremene tekućice predstavljaju stanište za čitavi niz različitih organizama (Skoulikidis i sur., 2018). Za razliku od svojiti koje nastanjuju stalne tekućice, svojite u povremenim tekućicama moraju imati prilagodbe za preživljavanje promjenjivih uvjeta koji se u ovakvim ekstremnim staništima pojavljuju tijekom godine (Williams i Feltmate, 1992). S obzirom na to, česti pripadnici faune povremenih tekućica su generalisti koji su vrlo prilagodljivi, te mogu preživjeti veliki raspon raznolikih i često nepovoljnih okolišnih uvjeta (Stubbington i sur., 2017). Osim generalista, povremene tekućice naseljavaju svojite prilagođene za preživljavanje kopnene faze kao primjerice kukci koji se razvijaju u vodi tijekom faze ličinke i kukuljice, a u odrasloj fazi izlijeću u kopneni okoliš (Slika 1). To im omogućuje preživljavanje suhe kopnene faze povremenih tekućica, a kada se ponovno uspostavi vodena faza, te odrasle leteće jedinice liježu jajašca u vodu čime se nastavlja životni ciklus svojite (Bogan i sur., 2017).

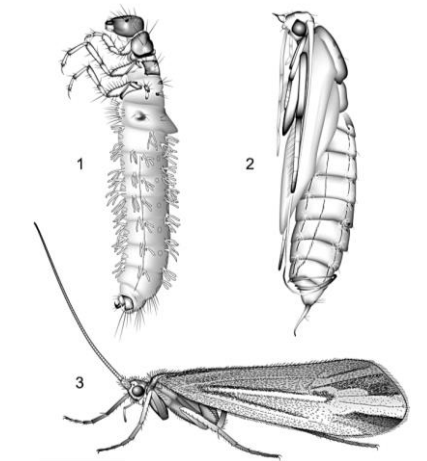


Slika 1. Načini preživljavanja svojiti koje žive u povremenim tekućicama (preuzeto i prilagođeno iz Bogan i sur., 2017).

Neka istraživanja pokazala su da broj svojti vodenih kukaca u povremenim tekućicama može biti veći od broja svojti koje se pojavljuju u stalnim vodotocima na području sličnih karakteristika poput klimatoloških faktora i geološke podloge. Razlog tomu je promjena svojti i njihove brojnosti tijekom različitih faza povremenih tekućica tijekom godine. Tijekom lotičke vodene faze prevladavaju jedinke koje su prilagođene na takve uvjete s pripadajućim fizikalno-kemijskim čimbenicima dok se promjenom u lentičku vodenu fazu brojnost do sada prisutnih svojti smanjuje, a svojte prilagođene na lentičke uvjete prevladavaju u brojnosti jedinki i svojti. Uz to, lentička faza odvaja do tada jedinstven riječni tok na više manjih ujezerenja što može dovesti do stvaranja razlika u zajednicama koje se mogu odraziti na reprodukciju, smrtnost, rasprostranjivanje i naseljavanje svojti. Dolaskom kopnene faze, neke lentičke i lotičke svojte preživljavaju ukopane u sediment dok površinski presušeni dio toka zauzimaju kopnene svojte šireći se iz riparijske zone (Larned i sur., 2010; Bogan i sur., 2017; Stubbington i sur., 2017). Također, dokazano je da emergencija kukaca iz povremenih tekućica može biti do tri puta veća po biomasi nego u stalnim tekućicama. Pri tome, najčešće najveći broj svojti pripada redu dvokrilaca (Diptera), s preko 50 %, dok 30-ak % svojti spada u taksonomske grupe EPT; Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera (Meyer i sur., 2007).

#### 1.4 Opća obilježja kukaca iz reda tulara (Trichoptera, Insecta)

Tulari (Trichoptera) su red kukaca veličine od nekoliko milimetara do 3 cm, a često su jedan od brojnijih predstavnika redova kukaca makrozoobentosa (zajednica beskralješnjaka koja naseljava dno kopnenih voda). Srodni su leptirima, ali umjesto ljuščica imaju dlačice na krilima što ih čini slabim letačima (Habdija i sur., 2011). Imaju potpunu preobrazbu, pri čemu stadiji jaja, ličinke i kukuljice naseljavaju uglavnom slatkovodna staništa, dok odrasli kukci naseljavaju kopnena staništa. Ličinke (Slika 2) žive slobodno ili izgrađuju kućice od materijala iz svojeg okoliša što su najčešće kamenčići, zrnca pijeska ili biljni ostatci poput grančica i usitnjenog lišća. Ličinke se prije zakukuljivanja prihvaćaju za predmete u vodi koje vodena struja teže odnosi i membranom zatvaraju oba kraja kućice. Nakon stadija nepokretne kukuljice, razvija se odrasla jedinka koja izlijeće iz vode i nastavlja kopnenu fazu života. Odrasli tulari žive uglavnom u vegetaciji pored slatkovodnih staništa, a najveći broj svojti je aktivan noću (Holzenthal i sur., 2007; Habdija i sur., 2011).



Slika 2. Razvojni stadiji tulara; 1 – ličinački stadij, 2 – stadij kukuljice, 3 – odrasla jedinka (Preuzeto iz Holzenthal i sur., 2007).

Red tulara je vrlo brojan red kukaca s oko 13 000 opisanih svojiti na svijetu, što ga svrstava u 7. po veličini red kukaca. Te svojite razvrstane su u 45 porodica i oko 600 rodova, a pronađene su na svim kontinentima osim Antarktike (Holzenthal i sur., 2007). Tulari predstavljaju jednu od skupina vodenih kukaca s najvećom raznolikošću i brojnošću u različitim tipovima slatkovodnih ekosustava, s obzirom da naseljavaju sve moguće tipove slatkovodnih staništa, različite tekućice (izvorišne dijelove, potočne dijelove, velike rijeke itd.), stajaćice (močvare, cretove, lokve, jezera), te nekoliko svojiti dolazi i u morskoj vodi (Williams i Feltmate, 1992; Graf i sur., 2008; Graf i sur. 2022). Stoga mnoge svojite posjeduju različite prilagodbe koje im omogućavaju preživljavanje u specifičnim staništima uključujući i povremene tekućice (Morse i sur., 2019). S obzirom na tip hrane kojim se prehranjuju i prema načinu njenog prikupljanja možemo razlikovati nekoliko skupina (tzv. funkcionalnih skupina), kao što su filtratori, sakupljači, strugači, usitnjivači i predatori (Graf i sur., 2008). Filtratori i sakupljači konzumiraju organske čestice iz slobodne vode i čestice pohranjene na dnu tekućice dok strugači stružu obraštaj s kamenja i ostalih čvrstih površina u vodi. Usitnjivači iskorištavaju veće dijelove organske tvari alohtonog podrijetla koje usitnjavaju (npr. lišće), a predatori aktivno konzumiraju ostale svojite beskralješnjaka u vodi (Lewis, 2014).

S obzirom na dio vodotoka koji tulari nastanjuju i preferiraju, postoje određeni dijelovi tekućica tzv. zone vodotoka. Tekućice se definiraju prema promjenama fizikalno-kemijskih čimbenika poput temperature i brzine vode i s time povezanim promjenama u sastavu biocenoza.

Zone su prvotno objašnjene preko zajednica ili svojti riba koje naseljavaju određeni dio tekućice, a 50.-ih godina 20. stoljeća su zone povezane i sa zajednicama beskralješnjaka i s fizikalno-kemijskim čimbenicima. Zone eukrenala i hipokrenala su povezane sa svojutama koje naseljavaju izvorne dijelove toka, potočne svojte naseljavaju zonu ritrala (epiritral, metarital, hiporital), riječne svojte naseljavaju zonu potamala (epipotamal, metapotamal, hipopotamal), a svojte koje preferiraju stajaće vode naseljavaju zone litorala i profundala (Pavletić i Matoničkin, 1965; Moog, 1995; Moog i sur., 1999).

Svojte tulara također se mogu razlikovati prema mikrostanjstvu koje preferiraju, a koja su često karakteristična za zone ili tipove tekućica, a izravno su povezana s brzinom toka, hidrološkim i temperaturnim režimom i količinom nutrijenata. S obzirom na to da većina svojti tulara gradi kućice od materijala iz okoliša u kojemu žive, često će odražavati tip mikrostanjstva u kojem obitavaju (Schmedtje i sur., 1996; Moog i sur., 1999; Skuja, 2011).

Tulari se pojavljuju na vrlo raznolikim stanjstima i na velikom broju stanjstva. Zbog specifičnih prilagodbi na određene uvjete, osjetljivosti na promjene u okolišu koji nastanjuju kao i zbog potrebe za čistim vodama obogaćenim kisikom, svojte tulara imaju važnu ulogu u tekućicama kao bioindikator i koriste se u sustavima za procjenu i praćenje ekološkog stanja vodnih tijela (Bispo i sur., 2004; ODV, 2000).

## 1.5 Ciljevi

Glavni cilj ovog diplomskog rada je istražiti prostornu dinamiku sastava i strukture zajednica tulara (Trichoptera) povremenih krških rijeka u mediteranskom području Republike Hrvatske. U tu svrhu provedeno je istraživanje na četiri različite povremene krške rijeke u mediteranskom području Republike Hrvatske. Specifični ciljevi rada su usporediti sastav i strukturu zajednica tulara:

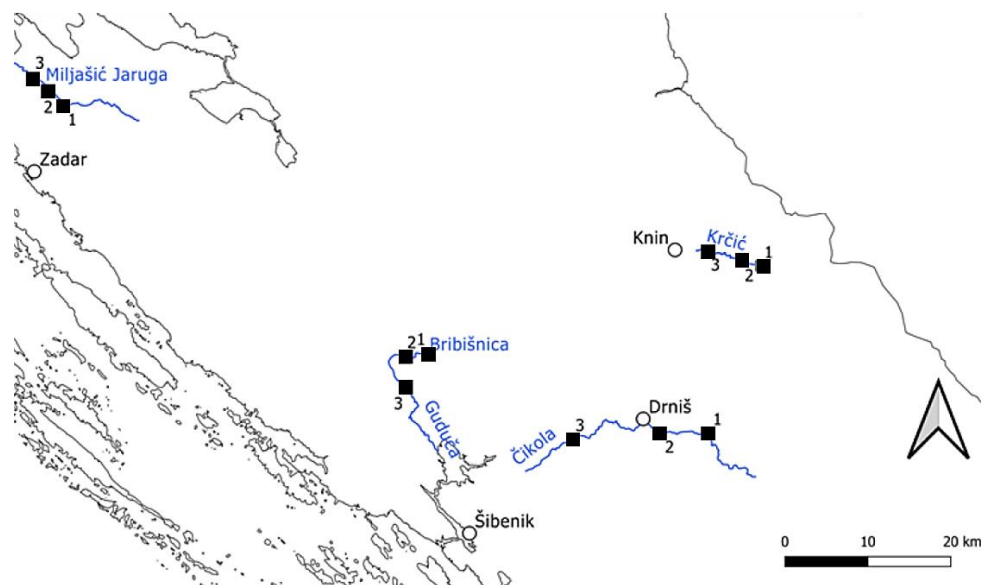
- I) duž toka svake pojedine povremene krške rijeke;
- II) među istraživanim povremenim krškim rijekama;
- III) tijekom različitih hidroloških faza (lotička vs. lentička faza) povremenih krških rijeka;
- IV) te utvrditi utjecaj okolišnih čimbenika na zajednice tulara povremenih krških rijeka.



## 2. Materijali i metode

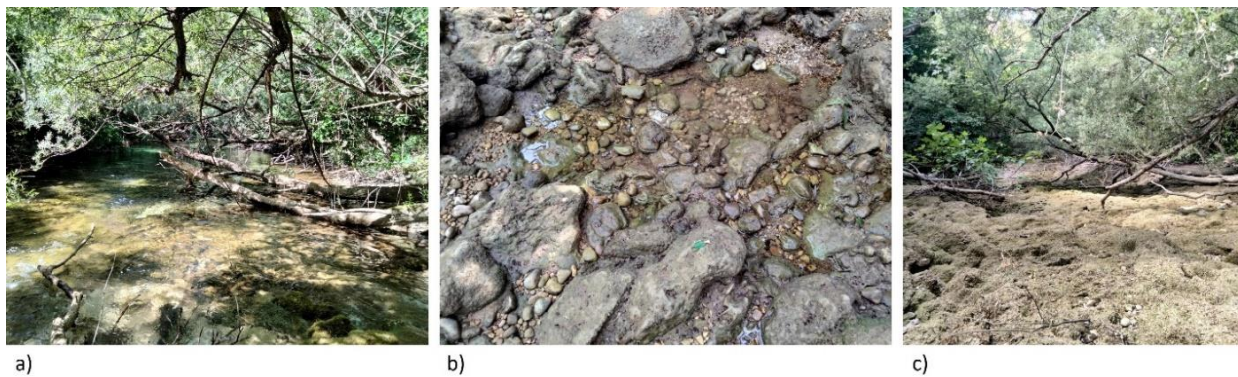
### 2.1 Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno na četiri povremene mediteranske krške tekućice na području Zadarske i Šibensko – kninske županije: na rijekama Krčić, Miljašić Jaruga, Guduča i Čikola (Slika 3).



Slika 3. Istraživane rijeke na području Zadarske i Šibensko-Kninske županije s označenim točkama mjesta uzorkovanja (preuzeto i prilagođeno iz Vilenica i sur., 2022).

Rijeka Krčić (Slika 4) se nalazi u neposrednoj blizini grada Knina, u podnožju planine Dinare s glavnim izvorom na 370 mnv. Duljina površinskog toka Krčića je 10,5 km, a tok rijeke završava slapom u rijeku Krku. Slijev rijeke Krčić je veličine 157 km<sup>2</sup>, a izgrađen je od gornjotrijaskih dolomita, jurskih dolomita i vapnenaca te od kvartarnih aluvijalnih naslaga dok je površinski tok rijeke preko gornjotrijaskih dolomita i vapnenaca koji prekrivaju dolomite (Bonacci, 1985; Vilenica i sur., 2022). Prosječni godišnji protok Krčića za period od 1982. – 1990. je iznosilo 3,93 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Kapacitet za pohranjivanje vode u vodonosniku ispod izvora Krčića je mali pa je većinsko pohranjivanje vode uglavnom iznad razine izvora. Pri tome se voda najčešće pohranjuje u periodu od kolovoza do veljače, a otpušta između ožujka i srpnja. Najveća količina vode je pohranjena u rujnu kada je vodonosnik prazan nakon ljetnog perioda, a najveća količina vode otječe tijekom travnja zbog otapanja snijega na višim nadmorskim visinama Dinare (Bonacci i sur., 2006).

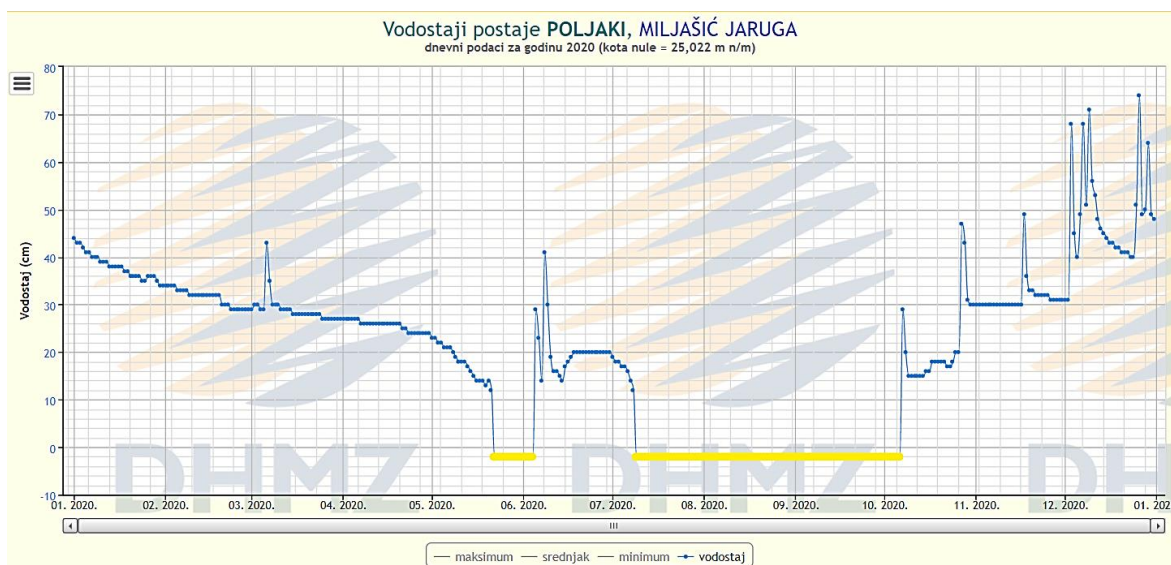


Slika 4. a) Postaja na rijeci Krčić – lotička faza; b) Postaja na rijeci Krčić – lentička faza; c) Postaja na rijeci Krčić – suho riječno korito.

Rijeka Miljašić Jaruga (Slika 5) nalazi se u blizini Zadra, a teče duljinom korita od 25 km. Izvire kod Suhovara na nadmorskoj visini od 90 metara, a slijeva se u smjeru JI – SZ prema Ninskom zaljevu u Jadransko more (Magaš, 2009). Veličina slijeva Miljašić Jaruge iznosi 244,51 km<sup>2</sup>, a na vodotoku rijeke se nalaze dvije hidrološke postaje. Prosječno godišnji protok zabilježen kod hidrološke postaje Boljkovac - Miljašić Jaruga iznosi 0,85 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> za vremensko razdoblje od 1961. do 2009. (Vilenica i sur., 2022). Rijeka najčešće presušuje u periodu od srpnja do studenog, ponekad i do siječnja (Slika 6).



Slika 5. a) Postaja na rijeci Miljašić Jarugi – lotička faza; b) Postaja na rijeci Miljašić Jarugi – lentička faza; c) Postaja na rijeci Miljašić Jarugi – suho riječno korito.



Slika 6. Vodostaj na mjernoj postaji Poljaki – Miljašić Jaruga za 2020. godinu (preuzeto s Državnog hidrometeorološkog zavoda, 5.7.2022.).

Rijeka Guduča (uz naziv Guduča, koristi se i naziv Bribišnica; Slika 7) je vodotok bujičnih obilježja duljine preko 20 km koji se ulijeva u Prokljansko jezero (Vilenica i sur., 2022). Veličina slijeva Guduče iznosi 596,22 km<sup>2</sup>, a zauzima teren na području Ravnih Kotara koji pripada Nacionalnom parku Krka. Teren je izgrađen od stijena gornjokredne i eocenske starosti, a središnji dio slijeva izgrađuje eonski fliš koji ima funkciju topografske barijere.

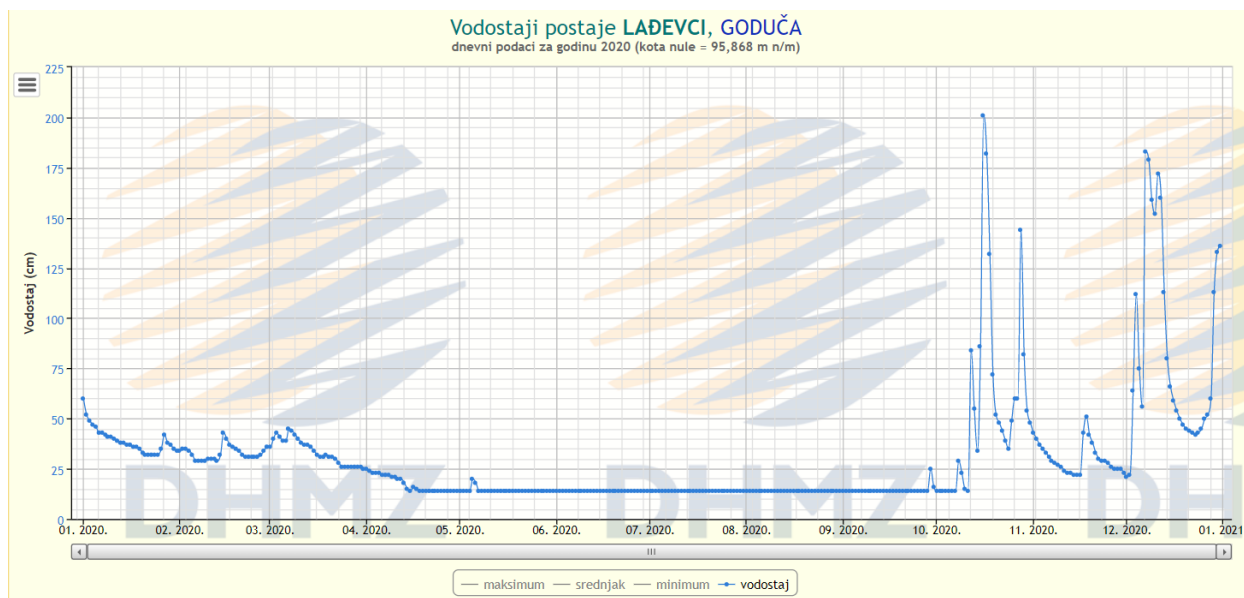


Slika 7. a) Postaja na rijeci Guduči – lotička faza; b) Postaja na rijeci Guduči – suho riječno korito.

Prosječni protok na godišnjoj razini iznosi manje od 1 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Guduča nosi velike količine terigenog materijala zbog čega je utjecaj terigene komponente na sedimentaciju znatan na gornjem dijelu estuarija rijeke Krke (kod Prokljanskog jezera) u odnosu na donji dio estuarija (Cukrov i

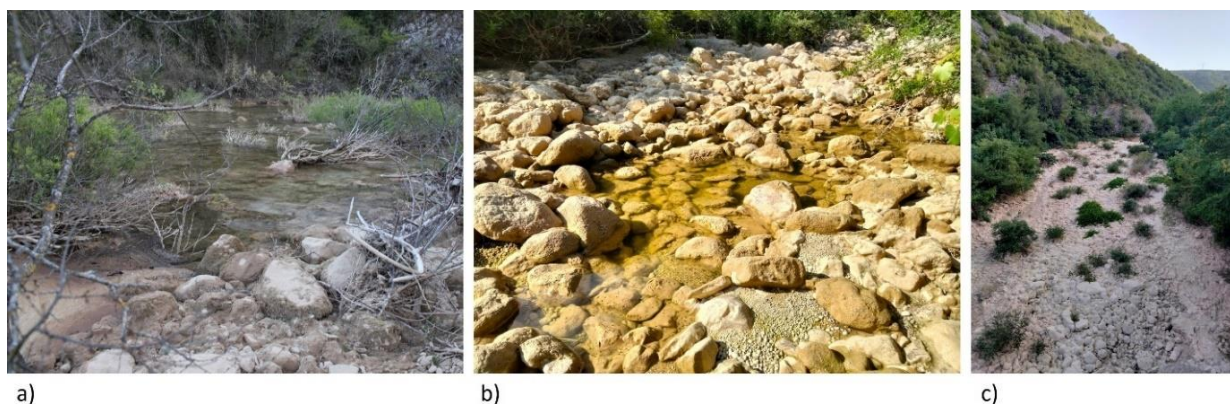


sur., 2005). Najčešće presušuje u ljetnom dijelu godine, ali je pojavnost različitih faza Guduče vrlo nepravilna, ponekad s gotovo cijelom sušnom godinom ili pak s izostankom sušne faze (Slika 8).

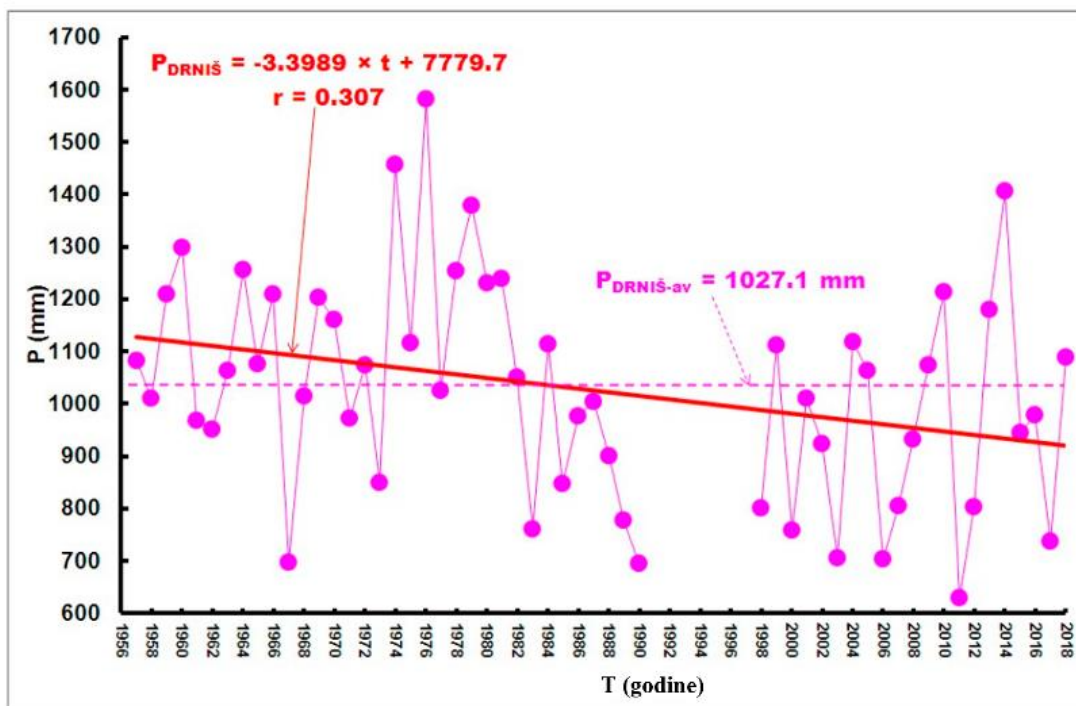


Slika 8. Vodostaji postaje Lađevci na rijeci Guduči (Goduči) za 2020. godinu (preuzeto s Državnog hidrometeorološkog zavoda, 5.7.2022.).

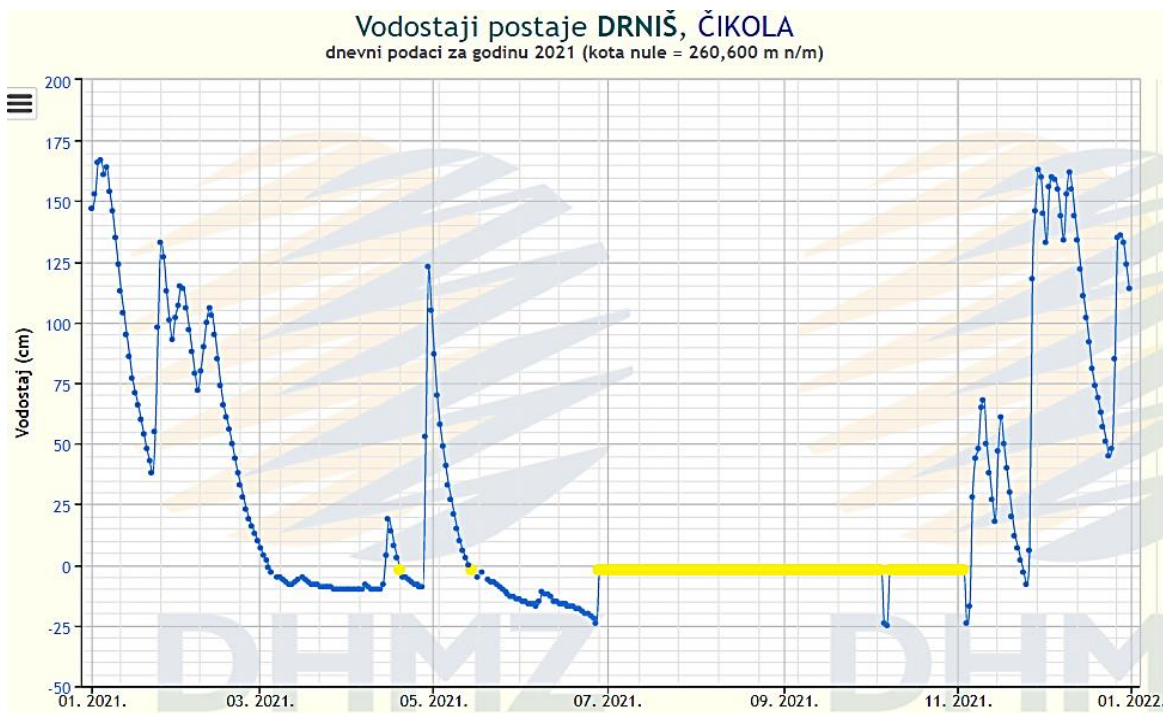
Rijeka Čikola (Slika 9) izvire istočno od grada Drniša i teče kroz strmo usječeni kanjon 54 km do ušća s rijekom Krkom. Slijev rijeke Čikole je veličine otprilike 300 km<sup>2</sup>, a mijenja se u skladu s vrlo oscilirajućim razinama podzemne vode tijekom godine (Bonacci i sur. 2019; Vilenica i sur., 2022). Na razinu vode u Čikoli utječu lijevi pritok Vrba te desni povremeni izvori Velika i Mala Kanjevača i bujica Mahnitaš. Izvor Čikole kao i navedeni pritoci tijekom godine presušuju, a sama rijeka je aktivna prosječno šest mjeseci u godini. Slijev rijeke Čikole izgrađen je pretežno od propusnih karbonatnih stijena, a s obzirom na veličinu slijeva i značaj za rijeku Krku, na Čikoli postoje tri hidrološke mjerne postaje, Ružić, Drniš i Ključice. Analizom prikupljenih podataka s postaja, na meteorološkoj postaji Drniš je smanjena količina oborina u razdoblju od 1956. do 2018. godine (Slika 10) (Bonacci i sur. 2019). Suhi period rijeke najčešće traje od lipnja do listopada uz male promjene tijekom godina zbog različitih klimatskih uvjeta (Slika 11). Prosječni godišnji protok Čikole za razdoblje od 2003. do 2017. iznosio je 4,4 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> za postaju Ružić, 5,0 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> za postaju Drniš i 4,9 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> za postaju Ključice. Pri tome su maksimalne vrijednosti srednjih mjesečnih protoka u veljači, a minimalne vrijednosti u kolovozu (Bonacci i sur., 2019).



Slika 9. a) Postaja na rijeci Čikoli – lotička faza; b) Postaja na rijeci Čikoli – lentička faza; c) Postaja na rijeci Čikoli – suho riječno korito.



Slika 10. Godišnja količina oborina na meteorološkoj postaji Drniš za razdoblje od 1956.-2018. (Preuzeto iz Bonacci i sur., 2019).



Slika 11. Vodostaj na hidrološkoj postaji Drniš na rijeci Čikoli za 2021. godinu (preuzeto s Državnog hidrometeorološkog zavoda, 5.7.2022.).

## 2.2 Terenski dio istraživanja

### 2.2.1. Mjerenje fizikalno – kemijskih čimbenika vode

U travnju 2021. godine, na četiri istraživane povremene rijeke (Slika 3) mjereni su sljedeći fizikalno – kemijski čimbenici vode: temperatura vode, koncentracija kisika, zasićenost kisikom, konduktivitet, pH i brzina vode. Na svakoj rijeci, navedeni čimbenici su mjereni na tri postaje s po četiri replikata (Slika 12c). Temperatura vode, koncentracija kisika i zasićenost kisikom mjereni su s oksimetrom WTW Oxi 330/SET, konduktivitet je mjereno s konduktometrom WTW LF 330, a pH pomoću pH-metra WTW pH 330. Na svakoj postaji uzeta su i po četiri uzorka vode od 1 L za laboratorijsku analizu kemijskih parametara (alkalinitet, kemijska potrošnja kisika, koncentracija nitrata, nitrita i ortofosfata u vodi).

### 2.2.2. Prikupljanje uzoraka makrozoobentosa

Tijekom travnja 2021. godine uzorkovana je litička faza istraživanih povremenih rijeka, a tijekom lipnja i srpnja, njihova lentička faza. Na svakoj rijeci, izabrane su po tri postaje duž toka,



pri čemu je prva postaja najbliža izvoru, a treća najdalje od izvora (Slika 3). Tijekom lotičke faze istraživanih povremenih rijeka, makrozoobentos je uzorkovan na svakoj postaji u četiri replikata (Slika 12a i 12b). Replikati su uzeti na dominantnim tipovima mikrostaništa, koji se razlikuju ovisno o postaji (Tablica P1). Tijekom lentičke faze (lipanj-srpanj), uzorkovane su povremene lokve koje su se formirale tijekom presušivanja duž toka istraživanih povremenih rijeka. Uzorkovanje je provedeno koristeći Surber mrežu dimenzija 25x25 cm i veličine okašca 500 µm. Ukupno je prikupljen 71 uzorak makrozoobentosa (48 uzoraka tijekom lotičke i 23 uzorka tijekom lentičke faze). Uzorci su pohranjeni u 70 %-tnom etanolu do laboratorijske analize i identifikacije.



Slika 12. a) Uzorkovanje uzoraka makrozoobentosa; b) Dekantiranje i ispiranje uzoraka nakon uzorkovanja; c) Mjerenje fizikalno kemijskih čimbenika vode pomoću sonde.

### 2.3 Laboratorijska obrada uzoraka

Laboratorijska analiza prikupljenih uzoraka vode za određivanje kemijskih čimbenika obrađena je koristeći Standard Analytical Procedure (APHA, 1992). Kemijski parametri određivani su u laboratoriju na Biološkom odsjeku Prirodoslovno – matematičkog fakulteta u Zagrebu (u nastavku Biološki odsjek).

Prikupljene uzorke makrozoobentosa obradila sam u prostorijama Biološkog odsjeka pomoću stereomikroskopa. Jedinke sam izolirala iz prikupljenih uzoraka i podijelila prema koljenu, razredu ili redu. Izolirane jedinke reda tulara determinirala sam do najniže moguće taksonomske kategorije pomoću dihotomskog determinacijskog ključa (Waringer i Graf, 2011). Jedinke sam pritom popisala i brojala, a pri završetku sam ih pohranila u 70 %-tnom etanolu u posudicama s oznakom.

## 2.4 Analiza i statistička obrada podataka

Za prikupljene podatke o fizikalno – kemijskim čimbenicima vode sam za svaku postaju u Excel-u izračunala srednju vrijednost i standardnu devijaciju iz replikata, a potom sam izračunala srednju vrijednost za svaku rijeku. Iz izračunatih vrijednosti sam izradila grafove za svaki izmjereni fizikalno – kemijski čimbenik.

Podatci o broju jedinki obrađivani su u Excelu. Vrijednosti dobivene nakon laboratorijskog rada i determinacije označavale su brojnost jedinki za 0,25 m<sup>2</sup> što odgovara dimenzijama Surber mreže. Za daljnju analizu izračunala sam brojnost jedinki na prostoru 1 m<sup>2</sup>. Podatke sam potom obrađivala na temelju replikata za razinu postaja na svakoj rijeci individualno, potom između četiri rijeke i na kraju između dijelova toka svih rijeka zajedno.

Podatke za razinu postaja na svakoj rijeci zasebno sam obrađivala iz replikata za tri postaje koje su potom uspoređivane. Za svaku postaju sam računala prosječnu gustoću jedinki i prosječan broj svojti. Vrijednosti prosječne gustoće jedinki, prosječnog broja svojti i raznolikosti iz indeksa su mi poslužile za izradu grafičkih prikaza i daljnje statističke testove.

Sve podatke sam potom analizirala na razini rijeke i dijelova toka, a za sve analize i testove (prosječna gustoća jedinki, prosječan broj svojti, raznolikost na temelju Shannonovog indeksa i Simpsonovog indeksa) koristila sam vrijednosti replikata (za razinu rijeke 12 replikata, a za razinu dijelova toka 16 replikata). Sve vrijednosti prikazane su grafički.

Raznolikost zajednica tulara analizirana je Shannonovim i Simpsonovim indeksom raznolikosti u programu Primer v7 (Clarke i Gorley, 2015). Shannonov indeks raznolikosti (H') koristi se za uspoređivanje raznolikosti dvaju ili više skupova podataka. Simpsonov indeks raznolikosti ( $\lambda$ ) iskazuje mogućnost da dvije jedinice nasumično odabrane iz uzorka pripadaju istoj vrsti.

Raznolikost zajednica tulara i različiti pokazatelji strukture (trofička struktura, zona tekućice, mikrostaništa) analizirani su uz pomoć programa Asterisk 4.04 (<https://www.gewaesserbewertung-berechnung.de/index.php/perlodes-online.html>). Dobivene vrijednosti sam prikazala grafički za sve razine kao i za prethodnu analizu, za razinu postaje, rijeka i dijelova toka.

Razlike u sastavu zajednice tulara u skladu s postavljenim ciljevima sam testirala Kruskal-Wallis H statističkim testom, Median statističkim testom za nezavisne uzorke te pratećim *post hoc*



testovima (za tumačenje značajnosti razlika između uspoređivanih parova) u programu SPSS 27 (IBM Corp.). Razlike sam testirala za sve razine kao i za prethodnu analizu, za razinu postaje, rijeka i dijelova toka. Statističku značajnost rezultata procijenila sam na temelju  $p$ -vrijednosti, pri čemu  $p$ -vrijednost  $> 0,05$  označuje da dobiveni rezultati nisu statistički značajni.

Kako bi se utvrdila sličnost zajednica tulara duž toka, te među istraživanim rijekama, provedena je neparametrijska analiza multidimenzionalnog skaliranja (nMDS) temeljena na Bray-Curtis-ovom indeksu sličnosti u programu Primer v7 (Clarke i Gorley, 2015).

Za utvrđivanje odnosa zajednica tulara i okolišnih čimbenika korištena je kanonička analiza korespondencije (CCA) u programu Canoco 5.11 (ter Braak i Šmilauer, 2012). Kanonička analiza korespondencije je multivarijantna grafička metoda za objašnjavanje odnosa bioloških zajednica svojoj i njihovog okoliša (ter Braak i Verdonschot, 1995).

### 3. Rezultati

#### 3.1. Fizikalno-kemijski čimbenici vode u povremenim krškim rijekama

##### 3.1.1. Temperatura vode na istraživanim rijekama

Temperatura vode istraživanih povremenih rijeka se razlikuje za gotovo 8 °C od najniže vrijednosti (8,2 °C) izmjerene na srednjem toku na rijeci Krčić do najviše vrijednosti (15,83 °C) izmjerene na srednjem toku na rijeci Guduči. Rijeka Krčić je najhladnija rijeka od četiri promatrane s najvišom vrijednosti izmjerenoj na donjem toku rijeke (8,73 °C) pri čemu je najveća razlika između dijelova toka na toj rijeci iznosila 0,5 °C. Najmanju razliku između tri dijela toka je imala rijeka Čikola ( $< 0,3$  °C), dok je najveću razliku između dijelova toka imala rijeka Guduča (2,40 °C) (Slika 13a).

##### 3.1.2. Zasićenost vode kisikom na istraživanim rijekama

Zasićenost vode kisikom je na rijekama Čikoli, Krčiću i Guduči međusobno bližih vrijednosti u usporedbi s rijekom Miljašić Jarugom. Na rijeci Miljašić Jarugi je izmjerena najviša zasićenost kisikom na sva tri dijela toka s ukupno najvišom vrijednosti za sve četiri rijeke (123,4

%). Srednji tok na rijekama Krčić, Guduča i Čikola ima najbližnje vrijednosti ( $\pm 1$  %) dok je najniža vrijednost izmjerena na gornjem toku na rijeci Guduči (92,65 %) (Slika 13b).

### 3.1.3. Koncentracija kisika u vodi na istraživanim rijekama

Koncentracija kisika u vodi izmjerena na četiri istraživane povremene tekućice kreće se od 9,45 mg L<sup>-1</sup> na rijeci Guduči kao najniža izmjerena vrijednost do 12,51 mg L<sup>-1</sup> na rijeci Miljašić Jarugi kao najviša izmjerena vrijednost. Na rijekama Krčić, Guduča i Čikola, izmjerena je najviša koncentracija kisika na donjem toku dok je kod rijeke Miljašić Jaruge izmjerena najviša koncentracija na gornjem toku (Slika 13c).

### 3.1.4. pH vrijednost vode na istraživanim rijekama

Najniža pH vrijednost vode izmjerena je na gornjem toku na rijeci Guduči (7,40) dok je najviša vrijednost izmjerena na donjem toku na rijeci Čikoli (8,34). Rijeka Čikola je na svim dijelovima toka imala najvišu vrijednost u odnosu na dijelove toka ostalih rijeka. Također, rijeke Krčić, Čikola i Guduča imaju vidljiv porast pH vrijednosti od gornjeg do donjeg toka dok je na rijeci Miljašić Jarugi na donjem toku izmjeren niži pH nego na srednjem toku iste rijeke (Slika 13d).

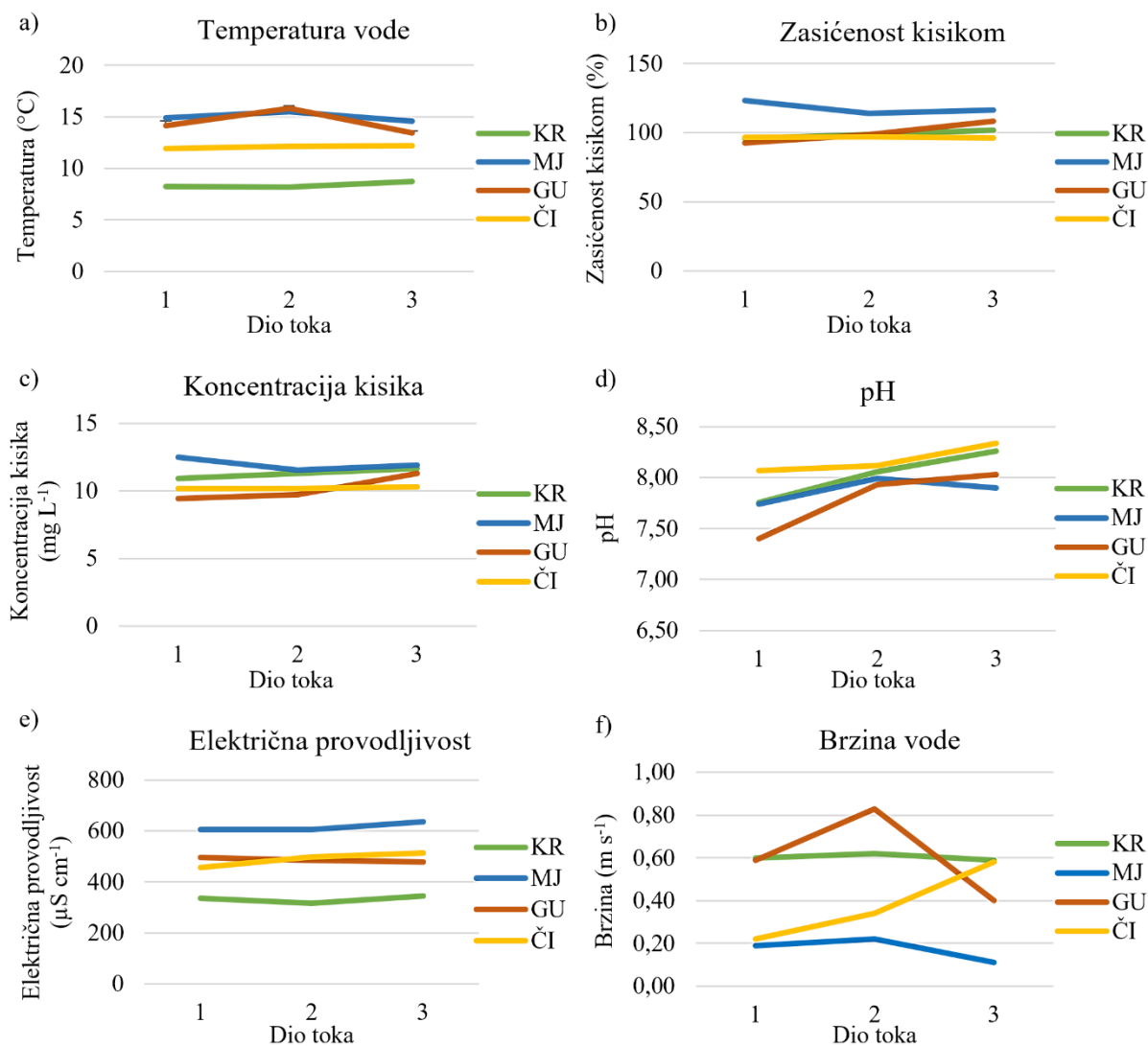
### 3.1.5. Električna provodljivost vode na istraživanim rijekama

Najviša električna provodljivost vode na sva tri dijela toka izmjerena je na rijeci Miljašić Jarugi dok je najniža električna provodljivost na sva tri dijela toka, gotovo dva puta manja, izmjerena na rijeci Krčić. Na rijeci Krčić je izmjerena najniža električna provodljivost ukupno (317  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) dok je na rijeci Miljašić Jarugi izmjerena najviša električna provodljivost (636  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Na rijeci Guduči je električna provodljivost blago opadala od gornjeg do donjeg toka, dok je kod rijeka Miljašić Jaruge i Čikole električna provodljivost rasla od gornjeg do donjeg toka (Slika 13e).

### 3.1.6. Brzina vode na istraživanim rijekama

Najmanja brzina vode izmjerena je na rijeci Miljašić Jarugi na donjem toku (0,11 m s<sup>-1</sup>), a najviša brzina vode izmjerena je na rijeci Guduči na srednjem toku (0,83 m s<sup>-1</sup>). Najmanju razliku

u brzini vode imala je rijeka Krčić ( $0,03 \text{ m s}^{-1}$ ), dok je najveću razliku u brzini vode imala rijeka Guduča ( $0,43 \text{ m s}^{-1}$ ). Na rijeci Čikoli se brzina vode od gornjeg do donjeg dijela toka povećavala, dok je na ostalim istraživanim rijekama brzina vode porasla od gornjeg do srednjeg toka, a potom se snizila na donjem toku (Slika 13f).



Slika 13. Fizikalno-kemijski čimbenici vode: a) Temperatura vode (°C); b) Zasićenost vode kisikom (%); c) Koncentracija kisika u vodi (mg L<sup>-1</sup>); d) pH vrijednost vode; e) Električna provodljivost vode (μS cm<sup>-1</sup>); f) Brzina vode (m s<sup>-1</sup>) izmjereni na tri dijela toka (1 – gornji tok, 2 – srednji tok, 3 – donji tok) na četiri povremene tekućice (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

### 3.1.7. Alkalinitet vode na istraživanim rijekama

Najniži alkalinitet izmjeren je na rijeci Krčiću na donjem toku i iznosi  $110 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ , dok je najviša izmjerena vrijednost na rijeci Miljašić Jarugi na gornjem toku. Vrijednost alkaliniteta na rijekama Krčiću i Čikoli kontinuirano opada od gornjeg do donjeg toka pri čemu se rijeka Krčić izdvaja jer su vrijednosti na sva tri dijela toka niže za gotovo  $30 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$  (Slika 14a).

### 3.1.8. Koncentracija fosfata u vodi na istraživanim rijekama

Rijeka Čikola se izdvaja s izmjerenim koncentracijama fosfata u vodi: njihova vrijednost na sva tri dijela toka iznosila je manje ili jednako  $0,01 \text{ mg N L}^{-1}$ , s najnižom vrijednosti koja iznosi  $0,007 \text{ mg N L}^{-1}$ . Najviša vrijednost je izmjerena na rijeci Guduči na donjem toku ( $0,031 \text{ mg N L}^{-1}$ ), a na rijeci Guduči je izmjerena najveća razlika između gornjeg i donjeg toka ( $0,018 \text{ mg N L}^{-1}$ ) (Slika 14b).

### 3.1.9. Koncentracija nitrita u vodi na istraživanim rijekama

Koncentracije nitrita u vodi su na rijeci Krčić iznosile  $0 \text{ mg N L}^{-1}$  na sva tri dijela toka. Najveća razlika između dijelova toka izmjerena je na rijeci Guduči gdje se koncentracija nitrita na srednjem toku značajno snizila, a na donjem toku je koncentracija nitrita ukupno najviša za sve četiri rijeke ( $0,054 \text{ mg N L}^{-1}$ ) (Slika 14c).

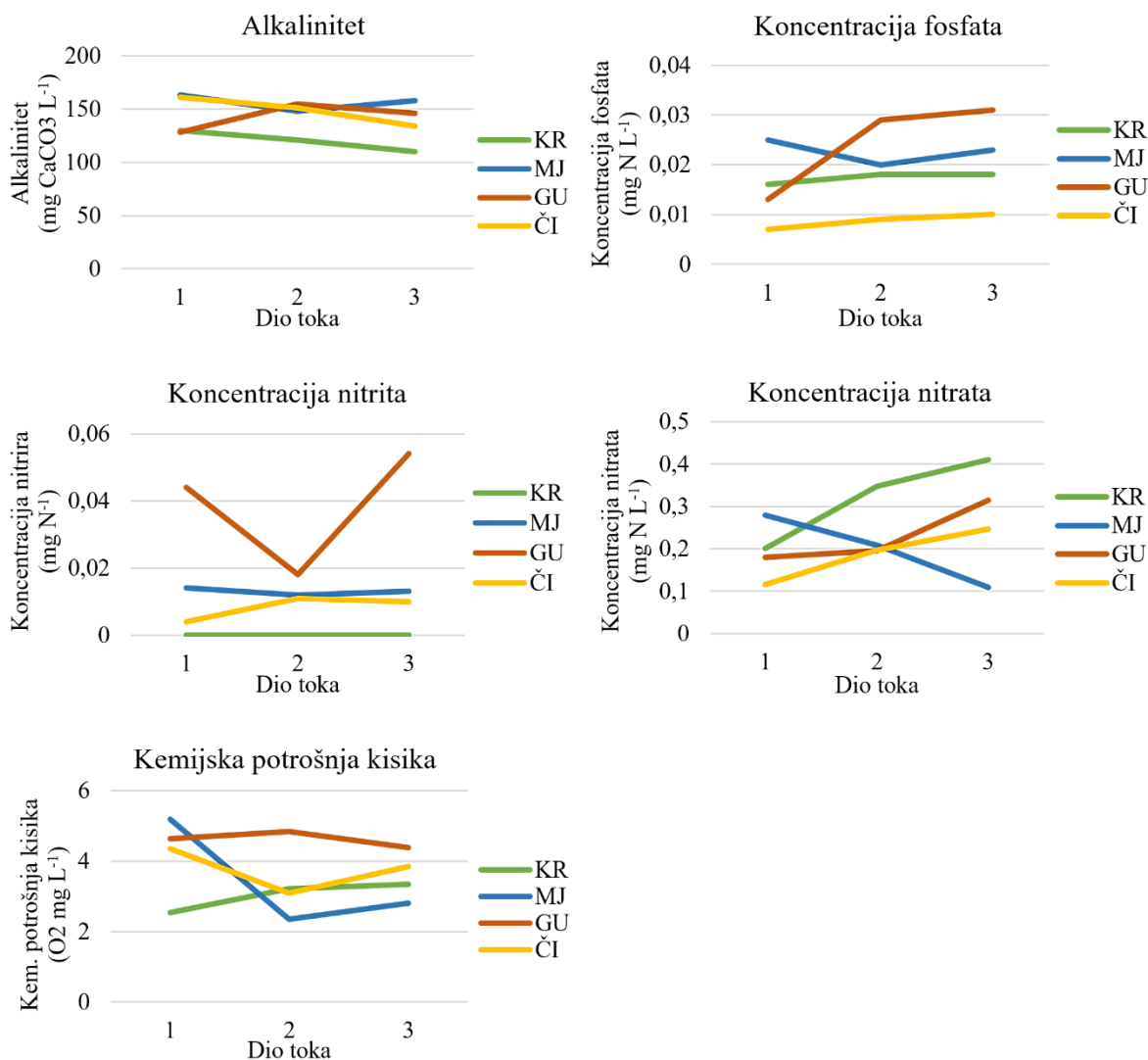
### 3.1.10. Koncentracija nitrata u vodi na istraživanim rijekama

Razina nitrata u vodi je na tri rijeke, Krčiću, Guduči i Čikoli, rasla od gornjeg preko srednjeg do donjeg toka dok je na rijeci Miljašić Jaruga gotovo kontinuirano opadala. Najviša razina nitrata izmjerena je na rijeci Krčić ( $0,41 \text{ mg N L}^{-1}$ ) dok je najniža razina nitrata izmjerena na rijeci Miljašić Jarugi na donjem toku ( $0,109 \text{ mg N L}^{-1}$ ) (Slika 14d).

### 3.1.11. Kemijska potrošnja kisika na istraživanim rijekama

Kemijska potrošnja kisika je kontinuirano rasla na rijeci Krčić, na rijekama Čikoli i Miljašić Jarugi je najniža vrijednost bila na srednjem toku, dok je na rijeci Guduči na srednjem toku vrijednost kemijske potrošnje kisika bila najviša u odnosu na ostale dijelove toka te rijeke. Rijeka

Miljašić Jaruga je imala najveću razliku između dijelova toka (2,38 mg L<sup>-1</sup>), najvišu vrijednost ukupno 5,19 mg L<sup>-1</sup> kao i najnižu vrijednost ukupno (2,35 mg L<sup>-1</sup>) (Slika 14e).



Slika 14. Fizikalno – kemijski čimbenici vode: a) Alkalinitet (mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>); b) Koncentracija fosfata (mg N L<sup>-1</sup>); c) Koncentracija nitrita (mg N L<sup>-1</sup>); d) Koncentracija nitrata (mg N L<sup>-1</sup>); e) Kemijska potrošnja kisika (O<sub>2</sub> mg L<sup>-1</sup>) izmjereni na tri dijela toka (1 – gornji tok, 2 – srednji tok, 3 – donji tok) na četiri povremene tekućice (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

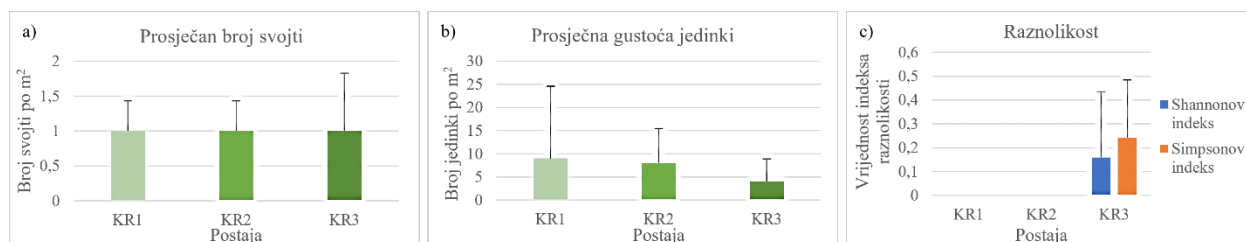
### 3.2. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) duž toka povremenih krških rijeka

#### 3.2.1. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčić

Na rijeci Krčić pronađene su ukupno dvije svojte tulara, predstavnici roda *Rhyacophila* Pictet, 1834 i svojta *Micropterna nycterobia* McLachlan, 1884. Pri tome je na sve tri postaje pronađena svojta *M. nycterobia*, dok je *Rhyacophila* sp. pronađena samo na postaji u donjem toku rijeke (Tablica 1). Prosječan broj svojti za sve tri postaje na rijeci Krčić iznosi 1 svojta m<sup>-2</sup> (Slika 15a). Prosječna gustoća jedinki opada od postaje na gornjem toku do postaje na donjem toku, pri čemu je prosječna gustoća na postaji na donjem toku više od dva puta manja od prosječne gustoće na postaji u gornjem toku (Slika 15b). Indeksi raznolikosti za postaje na gornjem i srednjem toku rijeke imaju vrijednost nula. Shannonov indeks za postaju na donjem toku iznosi 0,159, a Simpsonov indeks 0,242 (Slika 15c). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti prosječnog broja svojti, prosječne gustoće i raznolikosti nisu statistički značajno različite među postajama na rijeci Krčić (Tablica P2).

Tablica 1. Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Krčić (KR1 – postaja na gornjem toku, KR2 – postaja na srednjem toku, KR3 – postaja na donjem toku).

Svojta	KR1	KR2	KR3
Rhyacophilidae Stephens, 1836			
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	0	0	2
Hydroptilidae Stephens, 1836			
Hydroptilidae neodređeno	0	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	0	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	0	0	0
Phryganeidae Leach, 1815			
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	0	0	0
Limnephilidae Kolenati, 1848			
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	0	0	0
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	0	0	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	0	0	0
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	0	0	0
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	0	0	0
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	9	8	2



Slika 15. a) Prosječan broj svojti zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; b) Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; c) Shannonov i Simpsonov indeks raznolikosti za zajednicu tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Krčić (KR1 – postaja na gornjem toku, KR2 – postaja na srednjem toku, KR3 – postaja na donjem toku) sa standardnom devijacijom za svaku postaju.

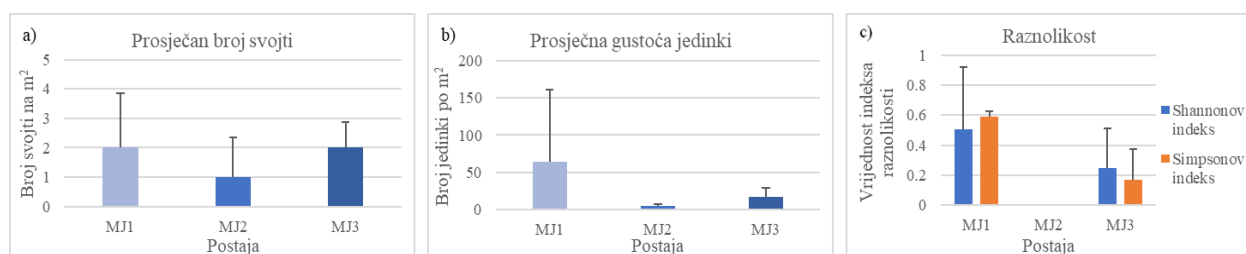
### 3.2.2. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge

Na rijeci Miljašić Jarugi pronađeno je šest svojti tulara. Najveća prosječna gustoća jedinki pronađena je na postaji na gornjem toku i iznosi 64 jedinki m<sup>-2</sup> dok je najmanja prosječna gustoća pronađena na postaji na srednjem toku (5 jedinki m<sup>-2</sup>). Na postaji na donjem toku prosječna gustoća jedinki iznosi više od 3 puta manje nego na postaji na gornjem toku (Tablica 2; Slika 16b).

Tablica 2. Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Miljašić Jaruga (MJ1 – postaja na gornjem toku, MJ2 – postaja na srednjem toku, MJ3 – postaja na donjem toku).

Svojta	MJ1	MJ2	MJ3
Rhyacophilidae Stephens, 1836			
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	0	0	0
Hydroptilidae Stephens, 1836			
Hydroptilidae neodređeno	4	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	24	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	33	0	0
Phryganeidae Leach, 1815			
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	0	0	0
Limnephilidae Kolenati, 1848			
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	0	0	0
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	0	1	1
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	3	1	15
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	0	0	0
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	0	3	1
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	0	0	0
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	0	0	0

Prosječan broj svojti na postajama na gornjem i donjem toku je veći (2 svojte m<sup>-2</sup>) nego na postaji na srednjem toku (1 svojta m<sup>-2</sup>) (Slika 16a). Na srednjem toku rijeke je pronađeno osam jedinki svojte *Limnephilus* sp. u stadiju kukuljice. Raznolikost prati prosječnu gustoću što označuje najvišu vrijednost Shannonovog indeksa na postaji gornjem toku (H'=0,505) kao i najvišu vrijednost Simpsonovog indeksa na postaji na gornjem toku ( $\lambda=0,589$ ) (Slika 16c). Kruskal – Wallis H test pokazuje da vrijednosti prosječnog broja svojti, prosječne gustoće jedinki i raznolikosti nisu statistički značajno različite među postajama na rijeci Miljašić Jaruga, dok Median test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednosti prosječne gustoće jedinki među postajama (H<sup>2</sup> = 6,000; df = 2; p = 0,050). *Post hoc* test nije pokazao statistički značajne razlike između postaja na rijeci (Tablica P3).



Slika 16. a) Prosječan broj svojti zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; b) Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; c) Shannonov i Simpsonov indeks raznolikosti za zajednicu tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Miljašić Jaruga (MJ1 – postaja na gornjem toku, MJ2 – postaja na srednjem toku, MJ3 – postaja na donjem toku) sa standardnom devijacijom za svaku postaju.

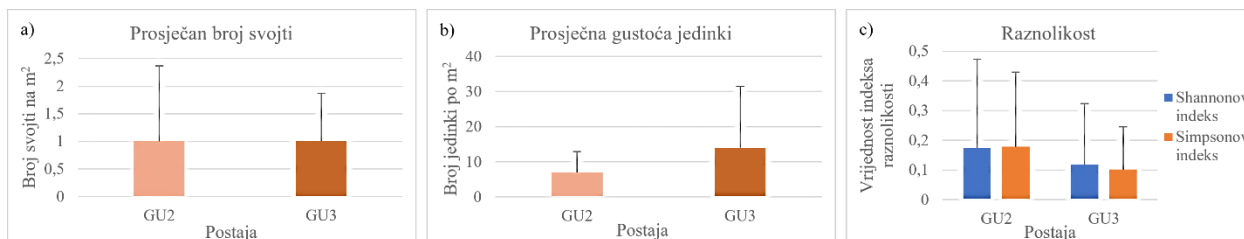
### 3.2.3. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče

Na rijeci Guduči pronađene su četiri svojte tulara. Na postaji na gornjem toku nije pronađena nijedna jedinka zbog čega je najmanja prosječna gustoća na toj postaji jednaka 0 jedinki m<sup>-2</sup> kao i prosječan broj svojti (0 svojti m<sup>-2</sup>) (Tablica 3; Slika 17a). Između postaje na srednjem i donjem toku, točno je dva puta veća gustoća na postaji na donjem toku (14 jedinki m<sup>-2</sup>) (Slika 17b). Na postaji na srednjem toku Guduče su pronađene četiri jedinke svojte *Limnephilus* sp. u stadiju kukuljice. Shannonov indeks je na postaji na srednjem toku najveći (H'=0,173), a na postaji na gornjem toku iznosi nula. Jednak je odnos i za Simpsonov indeks pri čemu najveći iznosi  $\lambda=0,178$  na postaji na srednjem toku, a najmanji iznosi nula na postaji na gornjem toku (Slika 17c).



Tablica 3. Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Guduči (GU1 – postaja na gornjem toku, GU2 – postaja na srednjem toku, GU3 – postaja na donjem toku)

Svojta	GU1	GU2	GU3
Rhyacophilidae Stephens, 1836			
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	0	3	0
Hydroptilidae Stephens, 1836			
Hydroptilidae neodređeno	0	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	0	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	0	0	0
Phryganeidae Leach, 1815			
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	0	0	0
Limnephilidae Kolenati, 1848			
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	0	0	0
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	0	2	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	0	2	12
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	0	0	0
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	0	0	0
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	0	0	0
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	0	0	2
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	0	0	0



Slika 17. a) Prosječan broj svojti zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; b) Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; c) Shannonov i Simpsonov indeks raznolikosti za zajednicu tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Guduči (GU1 – postaja na gornjem toku, GU2 – postaja na srednjem toku, GU3 – postaja na donjem toku) sa standardnom devijacijom za svaku postaju.

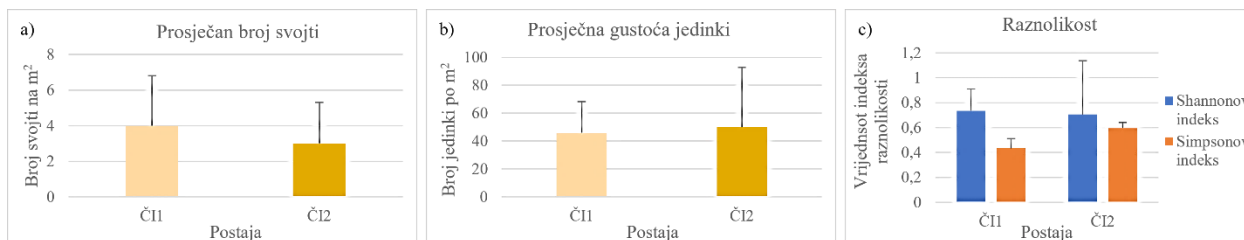
Kruskal – Wallis H test pokazuje da vrijednosti prosječnog broja svojti, prosječne gustoće jedinki i raznolikosti nisu statistički značajno različite među postajama. Median test pokazuje da su vrijednosti prosječnog broja svojti ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,050$ ) i prosječne gustoće ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,050$ ) statistički značajno različite među postajama; (*post hoc* test pokazao je da nema statistički značajnih razlika među pojedinim postajama na rijeci), dok vrijednosti raznolikosti nisu statistički značajno različite među postajama na rijeci Guduči (Tablica P4).

### 3.2.4. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole

Na rijeci Čikoli pronađeno je devet svojti tulara (Tablica 4). Čikola je najveću gustoću imala na postaji na srednjem toku (50 jedinki m<sup>-2</sup>), dok je na postaji na gornjem toku iznosila 4 jedinki m<sup>-2</sup> manje (Slika 18b). Prosječan broj svojti najveći je na postaji na gornjem toku rijeke Čikole (4 svoje m<sup>-2</sup>) dok je na postaji na srednjem toku prosječan broj svojti za jednu vrijednost niži (Slika 18a). Također, na postaji na srednjem toku su pronađene četiri jedinke iz porodice Limnephilidae u stadiju kukuljice. Raznolikost ne prati odnose kao prosječna gustoća jedinki jer je najveća vrijednost Shannonovog indeksa izračunata za zajednicu na postaji na gornjem toku ( $H' = 0,736$ ), dok je najveći Simpsonov indeks na postaji na srednjem toku ( $\lambda = 0,596$ ) (Slika 18c). Kruskal – Wallis H test pokazuje da vrijednosti prosječnog broja svojti, prosječne gustoće jedinki i raznolikosti nisu statistički značajno različite među postajama, a Median test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima Simpsonovog indeksa raznolikosti i Shannonovog indeksa raznolikosti tulara ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,050$ ) među postajama na rijeci Čikoli (Tablica P5). Median *post hoc* test ukazuje da su značajne razlike u vrijednostima Shannonovog indeksa ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,014$ ) između postaja na gornjem i donjem toku rijeke (Tablica P6).

Tablica 4. Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Čikoli (ČI1 – postaja na gornjem toku, ČI2 – postaja na srednjem toku, ČI3 – postaja na donjem toku).

Svojta	ČI1	ČI2	ČI3
Rhyacophilidae Stephens, 1836			
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	0	0	0
Hydroptilidae Stephens, 1836			
Hydroptilidae neodređeno	0	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	0	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	0	0	0
Phryganeidae Leach, 1815			
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	1	0	0
Limnephilidae Kolenati, 1848			
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	1	0	0
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	4	12	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	2	10	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	34	24	0
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	0	2	0
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	2	0	0
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	0	0	0
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	2	0	0
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	0	2	0



Slika 18. a) Prosječan broj svojti zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; b) Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; c) Shannonov i Simpsonov indeks raznolikosti za zajednicu tulara (Trichoptera) na postajama na tri dijela toka na rijeci Čikoli (ČI1 – postaja na gornjem toku, ČI2 – postaja na srednjem toku, ČI3 – postaja na donjem toku) sa standardnom devijacijom za svaku postaju.

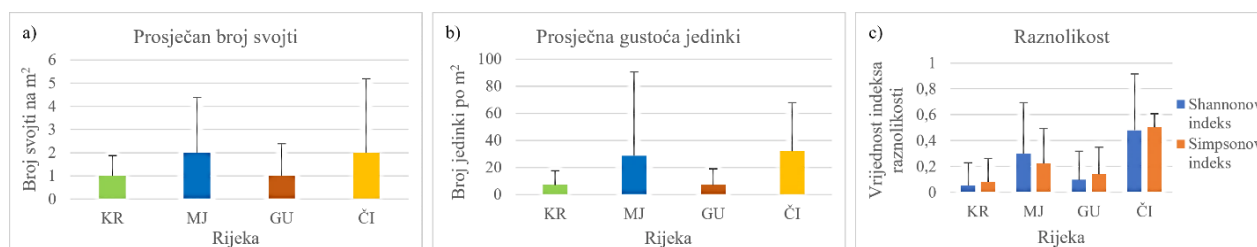
### 3.3. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama

Najveći broj svojti i jedinki uspoređujući četiri istraživane tekućice pronađen je na rijeci Čikoli dok je najmanji broj svojti pronađen na rijeci Krčić (Tablica 5). Prosječan broj svojti je jednak na rijekama Krčić i Guduča (1 svojta m<sup>-2</sup>), dok je na rijekama Miljašić Jarugi i Čikoli prosječan broj svojti duplo veći (2 svojte m<sup>-2</sup>) (Slika 19a). Najveća prosječna gustoća jedinki izračunata je na rijeci Čikoli (32 jedinki m<sup>-2</sup>), dok su najmanje prosječne gustoće, gotovo 5 puta manje, izračunate na rijekama Krčić i Guduča (7 jedinki m<sup>-2</sup>) (Slika 19b).

Tablica 5. Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) na četiri istraživane povremene krške rijeke (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI - Čikola).

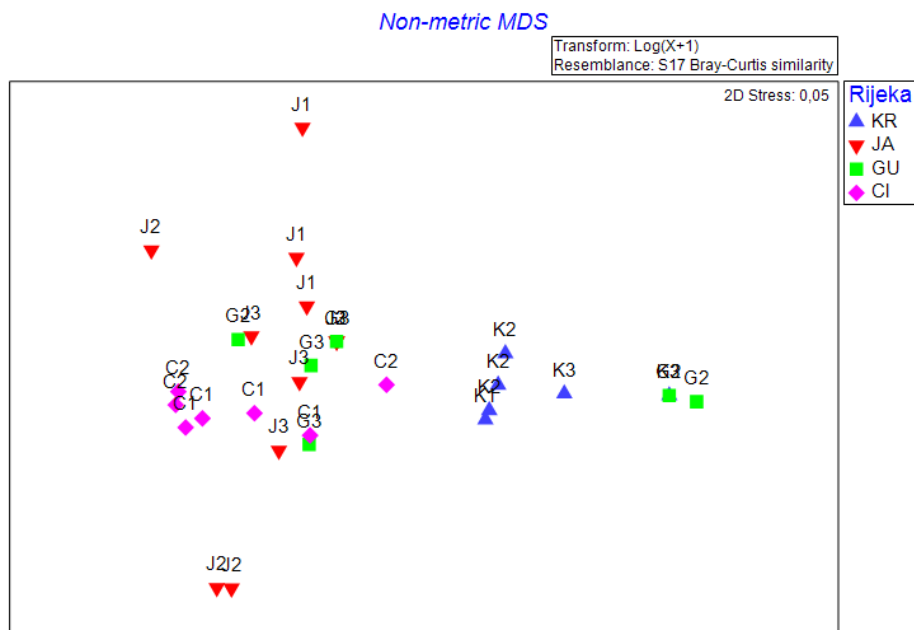
Svojta	KR	MJ	GU	ČI
Rhyacophilidae Stephens, 1836				
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	0,67	0	1	0
Hydroptilidae Stephens, 1836				
Hydroptilidae neodređeno	0	1,33	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	0	8,00	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	0	11,00	0	0
Phryganeidae Leach, 1815				
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	0	0	0	0,33
Limnephilidae Kolenati, 1848				
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	0	0	0	0,33
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	0	0	0	5,33
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	0	0,67	0,67	4,00
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	0	6,33	4,67	19,33
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	0	0	0	0,67
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	0	0	0	0,67
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	0	1,33	0	0
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	0	0	0,67	0,67
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	6,33	0	0	0,67

Raznolikost zajednice tulara prema oba korištena indeksa najveća je na rijeci Čikoli ( $H'=0,48$ ;  $\lambda=0,50$ ) zatim na rijeci Miljašić Jarugi ( $H'=0,30$ ;  $\lambda=0,22$ ), Guduči ( $H'=0,10$ ;  $\lambda=0,14$ ), te najmanja na rijeci Krčić ( $H'=0,05$ ;  $\lambda=0,08$ ) (Slika 19c). Kruskal – Wallis H test pokazuje da su vrijednosti Simpsonovog indeksa raznolikosti ( $H^2 = 8,702$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,034$ ) i Shannonovog indeksa raznolikosti tulara ( $H^2 = 9,422$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,024$ ) statistički značajno različite između istraživanih povremenih rijeka. Također, Median test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima prosječnog broja svojti ( $H^2 = 8,824$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,032$ ), Simpsonovog indeksa raznolikosti ( $H^2 = 8,824$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,032$ ) i Shannonovog indeksa raznolikosti ( $H^2 = 8,824$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,032$ ) (Tablica P7). Median *post hoc* test ukazuje da su značajne razlike u vrijednostima Shannonovog indeksa ( $H^2 = -12,792$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,038$ ) između rijeka Krčića i Čikole (Tablica P8).



Slika 19. a) Prosječan broj svojti zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; b) Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; c) Shannon i Simpsonov indeks raznolikosti za zajednicu tulara (Trichoptera) na četiri istraživane povremene krške rijeke (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola) sa standardnom devijacijom za oba indeksa na svakoj rijeci.

Neparametrijska analiza multidimenzionalnog skaliranja (nMDS) ukazuje na sličnost zajednice tulara među postajama na rijeci Krčiću, koje su jedine jasno grupirane u skupinu, dok je kod preostale tri rijeke grupiranje samo djelomično (Slika 20).



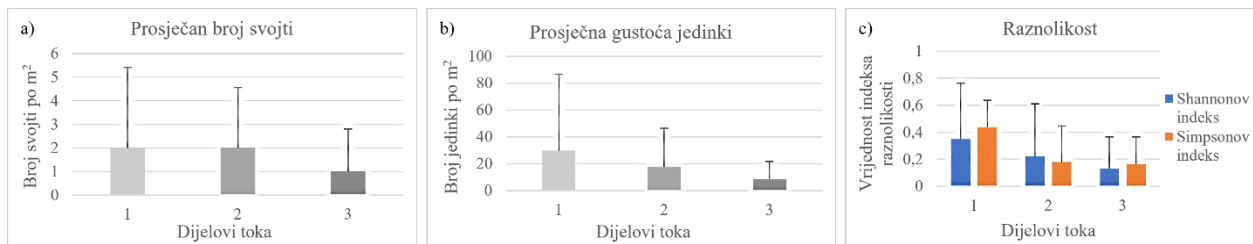
Slika 20. Neparometrijska analiza multidimenzionalnog skaliranja (nMDS) zajednice tulara (Trichoptera) na postajama (1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku) na četiri istraživane povremene krške rijeke (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

### 3.4. Sastav i raznolikost zajednice tulara (Trichoptera) na različitim dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka

S obzirom na različite dijelove toka tekućica obuhvaćene ovim istraživanjem, na postajama u gornjim tokovima zabilježen je najveći broj svojti tulara (11), kao i najveća prosječna gustoća jedinki (29,75 jedinki  $m^{-2}$ ) (Tablica 6). Prosječan broj svojti na gornjim i srednjim dijelovima toka dvostruko je veći nego na donjim dijelovima toka (1 svojta  $m^{-2}$ ) (Slika 21a). Prosječna gustoća jedinki kontinuirano se smanjuje od gornjih dijelova toka preko srednjih do donjih s najmanjom prosječnom gustoćom jedinki od 8,75/ $m^2$  (Slika 21b). Nadalje, najveća raznolikost zabilježena je u gornjim tokovima, te se kontinuirano smanjuje prema donjim tokovima (Slika 21c). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti prosječnog broja svojti, prosječne gustoće i raznolikosti nisu statistički značajno različite na različitim dijelovima tokova istraživanih povremenih rijeka (Tablica P9).

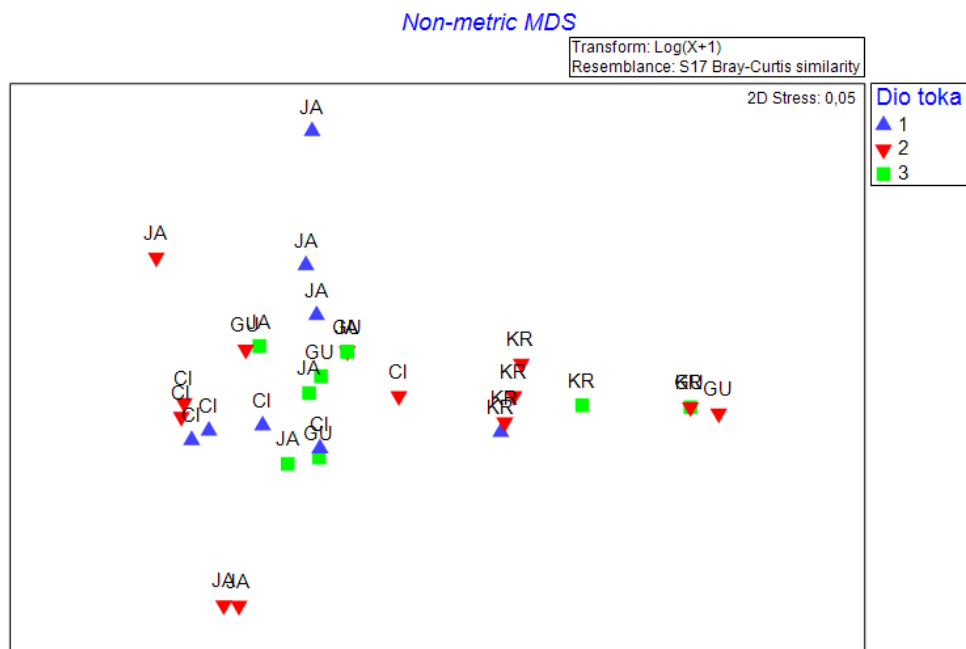
Tablica 6. Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) na tri dijela toka istraživanih povremenih rijeka (1 – gornji dijelovi toka, 2 – srednji dijelovi toka, 3 – donji dijelovi toka).

Svojta	1	2	3
Rhyacophilidae Stephens, 1836			
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	0	0,75	0,50
Hydroptilidae Stephens, 1836			
Hydroptilidae neodređeno	1,00	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	6,00	0	0
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	8,25	0	0
Phryganeidae Leach, 1815			
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	0,25	0	0
Limnephilidae Kolenati, 1848			
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	0,25	0	0
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	1,00	3,00	0
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	0,50	3,25	0,25
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	9,25	6,75	6,75
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	0	0,50	0
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	0,50	0	0
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	0	0,75	0,25
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	0,50	0	0,50
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	2,25	2,50	0,50



Slika 21. a) Prosječan broj svojti zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; b) Prosječna gustoća jedinki zajednice tulara (Trichoptera) po m<sup>2</sup>; c) Shannonov i Simpsonov indeks raznolikosti za zajednicu tulara (Trichoptera) na tri dijela toka istraživanih povremenih rijeka (1 – gornji dijelovi toka, 2 – srednji dijelovi toka, 3 – donji dijelovi toka) sa standardnom devijacijom za svaki dio toka.

Neparametrijska analiza multidimenzionalnog skaliranja (nMDS) ne ukazuje na grupiranje na temelju dijelova toka odnosno ne ukazuje na sličnost zajednice tulara među dijelovima toka (Slika 22).



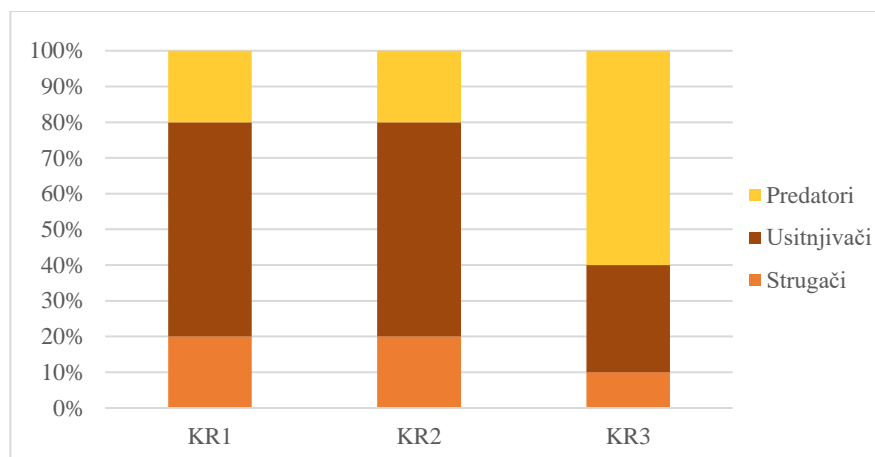
Slika 22. Neparametrijska analiza multidimenzionalnog skaliranja (nMDS) zajednice tulara (Trichoptera) na postajama (1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku) na četiri istraživane povremene krške rijeke (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI - Čikola).

### 3.5. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) duž toka povremenih krških rijeka

#### 3.5.1. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčića

##### 3.5.1.1. Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčića

Trofička struktura zajednice tulara na rijeci Krčiću uključuje tri prehrambene funkcionalne skupine, predatore, usitnjivače i strugače. Na postajama na gornjem i srednjem toku na rijeci Krčiću odnosi funkcionalnih skupina su jednaki s najviše usitnjivača (60 %) i s podjednakim odnosom predatora i strugača (20 %). Na postaji na donjem toku su prisutne iste funkcionalne skupine s drugačijom zastupljenosti, gdje je najviše predatora (60 %), a najmanje strugača (10 %) (Slika 23). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti trofičke strukture zajednice tulara nisu statistički značajno različite na povremenoj rijeci Krčiću (Tablica P10a).

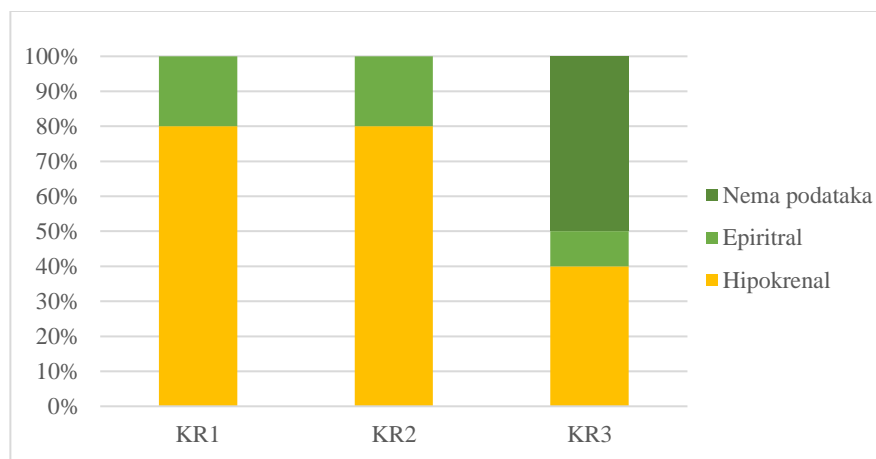


Slika 23. Udio funkcionalnih prehrambenih skupina na postajama na tri dijela toka na rijeci Krčiću (KR1 – postaja na gornjem toku, KR2 – postaja na srednjem toku, KR3 – postaja na donjem toku).

### 3.5.1.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčića prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice

U sastavu zajednice tulara na rijeci Krčić općenito dominiraju svojte koje su karakteristične za izvorišni tok (hipokrenal) te gornji dio potočne zone (epiritral). Na postajama na gornjem i srednjem toku najveći je udio svojti koje su karakteristične za izvorišni tok (80 %). Na postaji na donjem toku polovica udjela jesu svojte za koje nedostaje podataka o preferiranom staništu. Preostalih 50 % na postaji na donjem toku su svojte karakteristične za izvorišni tok (40 %) i za gornji dio potočne zone (10 %) (Slika 24). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice nije statistički značajno različita na povremenoj rijeci Krčiću (Tablica P10b).

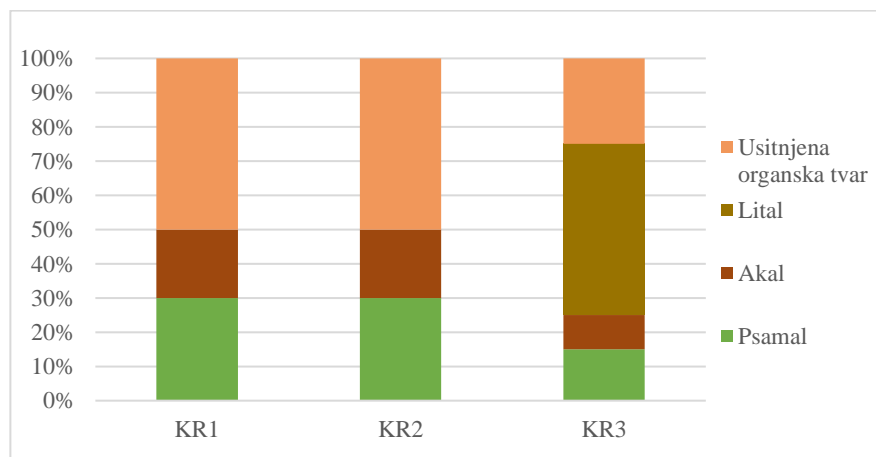




Slika 24. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice na postajama na tri dijela toka na rijeci Krčiću (KR1 – postaja na gornjem toku, KR2 – postaja na srednjem toku, KR3 – postaja na donjem toku).

### 3.5.1.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Krčića prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu

Na rijeci Krčiću prevladavaju svojte koje preferiraju četiri mikrostaništa. Na postajama na gornjem i srednjem toku prevladavaju svojte koje preferiraju usitnjenu organsku tvar (50 %). Također, utvrđene su i svojte koje preferiraju psamal (30 %) i akal (20 %). Na postaji na donjem toku prevladavaju svojte koje preferiraju lital (50 %), a pronađene su svojte koje preferiraju usitnjenu organsku tvar (25 %), psamal (15 %) i akal (10 %) (Slika 25).



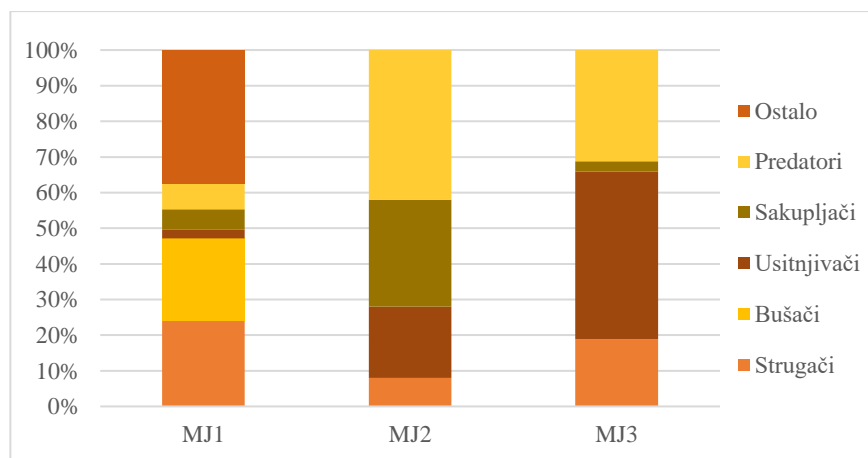
Slika 25. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu na postajama na tri dijela toka na rijeci povremene rijeke Krčiću (KR1 – postaja na gornjem toku, KR2 – postaja na srednjem toku, KR3 – postaja na donjem toku).

Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti sklonosti svojti tulara određenom mikrostaništu tekućice nisu statistički značajno različite na povremenoj rijeci Krčiču (Tablica P10c).

### 3.5.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge

#### 3.5.2.1. Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge

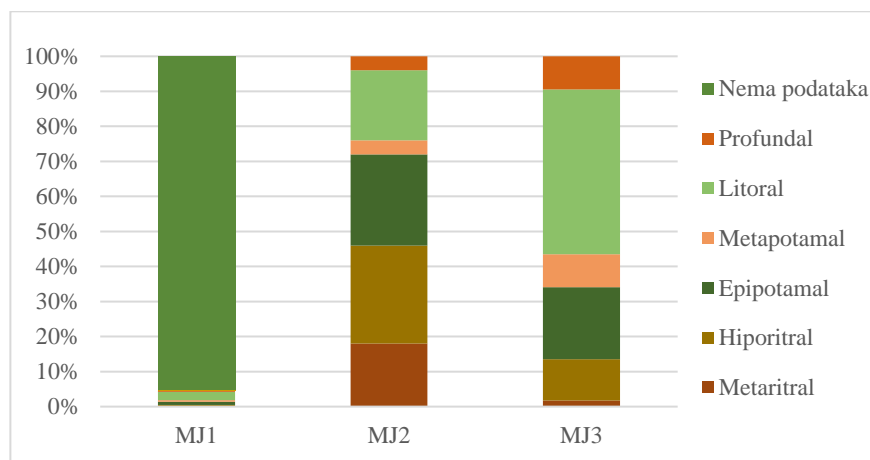
Trofička struktura zajednice tulara na rijeci Miljašić Jarugi razlikuje se u pet funkcionalnih prehrambenih skupina. Odnos usitnjivača se od postaje na gornjem toku (2,34 %) do postaje na donjem toku (47,06 %) kontinuirano povećava. Najviše je predatora na postaji na srednjem toku (42 %), kao i najviše sakupljača (30 %). Na postaji na gornjem toku je pronađeno najviše funkcionalnih skupina jer su jedino na postaji na gornjem toku pronađeni bušači (Slika 26). Kruskal – Wallis H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima trofičke strukture zajednice tulara za funkcionalnu skupinu bušača ( $H^2 = 7,200$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,027$ ) i predatora ( $H^2 = 8,343$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,015$ ), dok Median test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima za funkcionalne skupine bušača i usitnjivača ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) (Tablica P11a). Kruskal – Wallis H *post hoc* test ukazuje da su statistički značajne razlike u skupini predatora između postaja na gornjem i srednjem toku rijeke ( $H^2 = -6,750$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) (Tablica P12).



Slika 26. Udio funkcionalnih prehrambenih skupina na postajama na tri dijela toka na rijeci Miljašić Jarugi (MJ1 – postaja na gornjem toku, MJ2 – postaja na srednjem toku, MJ3 – postaja na donjem toku).

### 3.5.2.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice

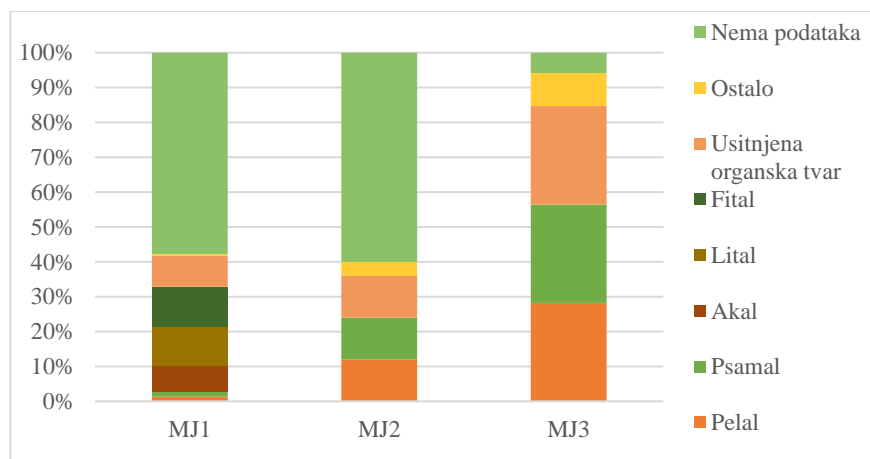
Na rijeci Miljašić Jarugi utvrđene su svojte koje preferiraju šest zona tekućice. Na postaji na gornjem toku rijeke pronađene su svojte za koje nedostaje puno podataka (95,31 %). Na postajama na srednjem i donjem toku rijeke determinirane su svojte koje preferiraju iste zone tekućice, ali u različitim udjelima. Na postaji na srednjem toku prevladavaju svojte koje preferiraju hiporitral (28 %), a prisutne su i svojte koje preferiraju epipotamal (26 %), litoral (20 %) i ritral (18 %). U najmanjem udjelu su zastupljene svojte koje preferiraju profundal (4 %) i metapotamal (4 %). Na postaji na donjem toku rijeke prisutne su svojte koje preferiraju litoral (47,06 %) i epipotamal (20,59 %) (Slika 27). Kruskal – Wallis H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice za zone hiporitrala i epipotamala ( $H^2 = 8,375$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,015$ ) dok Median test pokazuje da su statistički značajne razlike prema sklonosti svojti tulara zoni metapotamala, litorala i profundala ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) (Tablica P11b). Kruskal – Wallis H *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice za zone hiporitrala i epipotamala ( $H^2 = -6,750$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) između postaja na gornjem i srednjem toku rijeke (Tablice P13, P14).



Slika 27. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice na postajama na tri dijela toka na rijeci Miljašić Jarugi (MJ1 – postaja na gornjem toku, MJ2 – postaja na srednjem toku, MJ3 – postaja na donjem toku).

### 3.5.2.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Miljašić Jaruge prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu

Na rijeci Miljašić Jarugi prisutne su svojte koje preferiraju od četiri (postaja na srednjem i donjem toku) do sedam (postaja na gornjem toku) mikrostaništa pri čemu je udio prisutnih svojti za koje nema dovoljno podataka o preferiranom mikrostaništu veći od 50 % na postajama na gornjem i srednjem toku. Na postaji na gornjem toku prisutne su svojte koje preferiraju fital i lital u jednakom udjelu (11,25 %). Udio svojti zajednice tulara koje preferiraju usitnjenu organsku tvar povećava se od postaje na gornjem toku (8,91 %) do postaje na donjem toku (28,94 %). Svojte zajednice tulara koje preferiraju pelal, psamal i usitnjenu organsku tvar određene su na sve tri postaje na rijeci pri čemu su i na postaji na srednjem toku rijeke (12 %) i na postaji na donjem toku rijeke (28,24 %) u jednakim udjelima po postaji (Slika 28). Kruskal – Wallis H test pokazuje da vrijednosti strukture zajednice tulara prema sklonosti određenom mikrostaništu tekućice nisu statistički značajno različite, dok Median test pokazuje da su vrijednosti sklonosti svojti tulara određenom mikrostaništu tekućice statistički značajno različite za mikrostanište pelal, psamal i usitnjenu organsku tvar ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ). *Post hoc* testovi nisu pokazali statistički značajne razlike između pojedinih postaja na povremenoj rijeci Miljašić Jarugi (Tablica P11c).

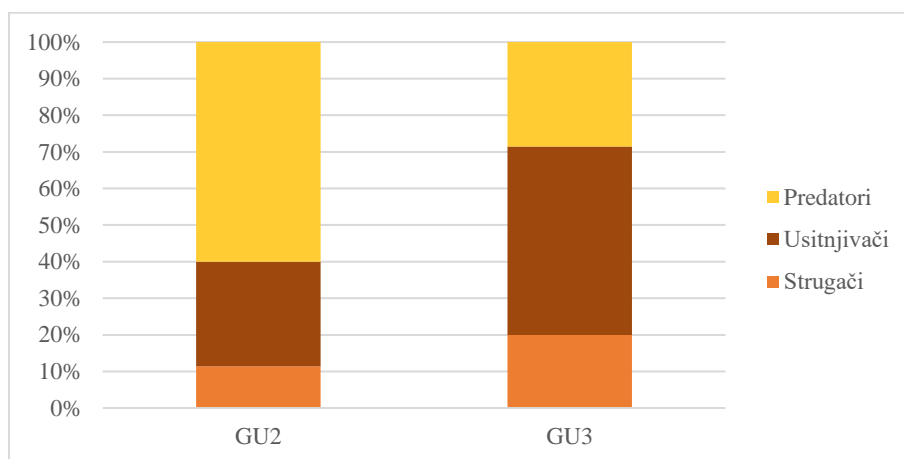


Slika 28. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu na postajama na tri dijela toka na rijeci Miljašić Jarugi (MJ1 – postaja na gornjem toku, MJ2 – postaja na srednjem toku, MJ3 – postaja na donjem toku).

### 3.5.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče

#### 3.5.3.1. Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče

Na postaji na srednjem i donjem toku na rijeci Guduči pronađene su tri prehrambene funkcionalne skupine, dok na postaji na gornjem toku nije pronađena nijedna svojta zajednice tulara. Najviše predatora je zastupljeno na postaji na srednjem toku (60 %), a najviše usitnjivača na postaji na donjem toku (51,45 %). Zadnja funkcionalna skupina na rijeci Guduči, strugači, zabilježena je s većim udjelom na postaji na donjem toku (20 %) (Slika 29). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti trofičke strukture zajednice tulara nisu statistički značajno različite na povremenoj rijeci Guduči (Tablica P15a).

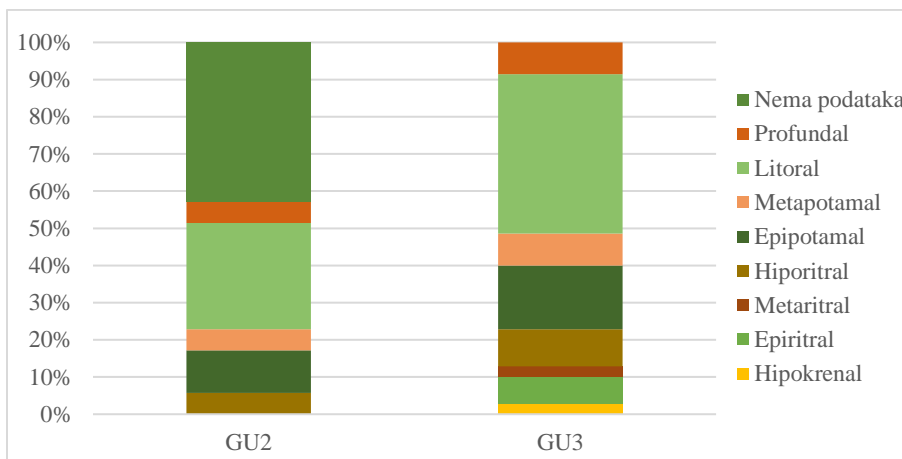


Slika 29. Udio funkcionalnih prehrambenih skupina na postajama na tri dijela toka na rijeci Guduči (GU1 – postaja na gornjem toku, GU2 – postaja na srednjem toku, GU3 – postaja na donjem toku).

#### 3.5.3.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice

Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice nije određena za postaju na gornjem toku rijeke Guduče. Na postaji na srednjem toku su prisutne svojte koje preferiraju pet zona tekućice, a na postaji na donjem toku su prisutne svojte koje preferiraju osam zona tekućice. Zone koje se podudaraju na postajama na srednjem i donjem toku su profundal, litoral, metapotamal, epipotamal i hiporital, a veći udio svojti koje preferiraju te zone je zabilježen na postaji na donjem toku. Pri tome je najveći udio svojti koje preferiraju zonu litorala (42,96 %) i zonu epipotamala (17,14). Na postaji na donjem toku su u manjem udjelu zabilježene svojte koje

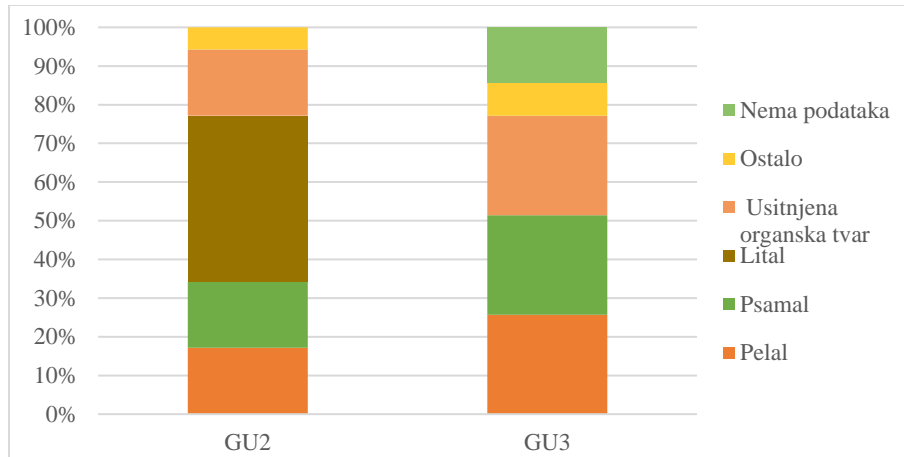
preferiraju metaritral (2,86 %), epiritral (7,14 %) i hipokrenal (2,85 %) (Slika 30). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti strukture zajednice tulara prema sklonosti određenoj zoni tekućice nisu statistički značajno različite na povremenoj rijeci Guduči (Tablica P15b).



Slika 30. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice na postajama na tri dijela toka na rijeci Guduči (GU2 – postaja na gornjem toku, GU3 – postaja na srednjem toku). GU1 – postaje na gornjem toku nema na slici jer na toj postaji nije pronađena nijedna jedinka tulara.

### 3.5.3.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Guduče prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu

Između postaje na srednjem toku i postaje na donjem toku na rijeci Guduči se preklapaju svojte koje preferiraju ista mikrostaništa, dok na postaji na gornjem toku nema prisutnih svojti. Na postaji na srednjem toku su prisutne svojte koje preferiraju lital (42,86 %). Svojte zajednice tulara koje preferiraju pelal, psamal i usitnjenu organsku tvar prisutne su na postaji na srednjem toku rijeke (17,14 %) i na postaji na donjem toku rijeke (25,71 %) u jednakim udjelima po postaji (Slika 31). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti sklonosti svojti tulara određenom mikrostaništu tekućice nisu statistički značajno različite na povremenoj rijeci Guduči (Tablica P15c).



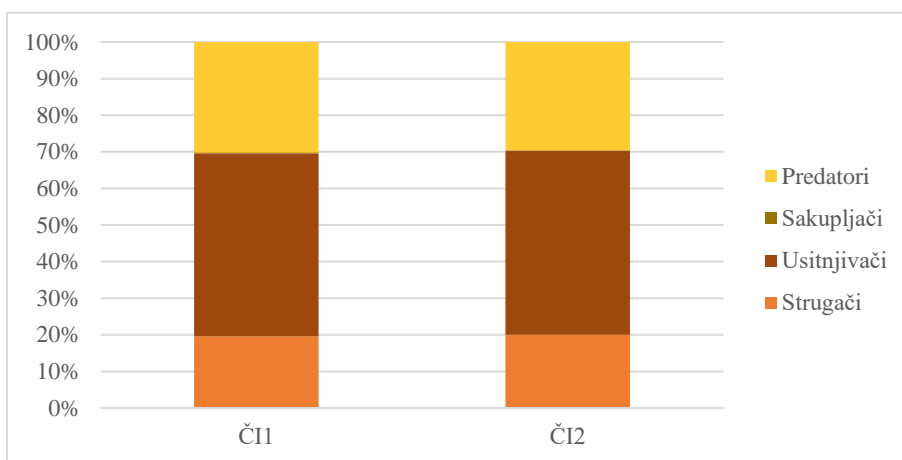
Slika 31. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu na postajama na tri dijela toka na rijeci Guduči (GU2 – postaja na gornjem toku, GU3 – postaja na srednjem toku). GU1 – postaje na gornjem toku nema na slici jer na toj postaji nije pronađena nijedna jedinka tulara.

#### 3.5.4. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole

##### 3.5.4.1. Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole

Trofička struktura rijeke Čikole vrlo je ujednačena između postaja uz naglasak da na postaji na donjem toku nije pronađena nijedna jedinka zbog čega nije određena trofička struktura. Trofička struktura preostale dvije postaje na rijeci Čikoli u odnosima se gotovo podudara. Na srednjoj postaji su određene tri funkcionalne skupine s najvećim udjelom usitnjivača (50 %), slijede predatori (30 %) i na kraju strugači (20 %). Na gornjoj postaji su odnosi s 50 % usitnjivača, 30,22 % predatora, 19,57 % strugača i 0,21 % sakupljača (Slika 32). Kruskal – Wallis H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima trofičke strukture zajednice tulara za funkcionalne skupine strugača ( $H^2 = 7,107$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,029$ ), usitnjivača ( $H^2 = 6,359$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,042$ ) i predatora ( $H^2 = 7,391$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,025$ ). Median test pokazuje da su statistički značajne razlike u vrijednostima trofičke strukture zajednice tulara za funkcionalne skupine strugača i usitnjivača ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,050$ ) te predatora ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) (Tablica P16a). Kruskal – Wallis *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u skupini strugača ( $H^2 = 5,625$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,042$ ) i predatora ( $H^2 = 6,500$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,021$ ) između postaje na gornjem i postaje na donjem toku rijeke Čikole (Tablice P17, P18). Median *post hoc* test ukazuje na

statistički značajne razlike u skupinama usitnjivača i predatora ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,014$ ) između postaje na gornjem i postaje na donjem toku rijeke (Tablice P19, P20).



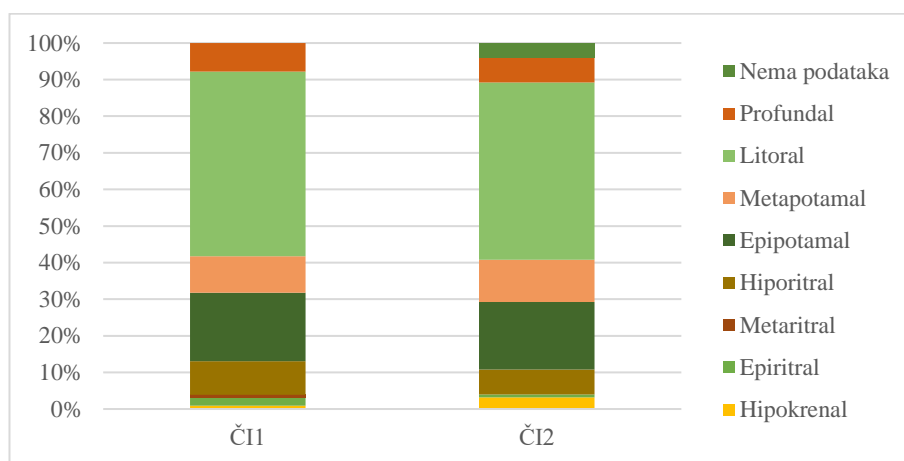
Slika 32. Udio funkcionalnih prehrambenih skupina na postajama na tri dijela toka na rijeci Čikoli (ČI1 – postaja na gornjem toku, ČI2 – postaja na srednjem toku). ČI3 – postaje na donjem toku nema na slici jer na toj postaji nije pronađena nijedna jedinka tulara.

### 3.5.4.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice

Na rijeci Čikoli su prisutne svojte zajednice tulara koje preferiraju osam različitih zona tekućice. Na postaji na gornjem toku su prisutne svojte tulara koje preferiraju zonu litorala (50,44 %) dok su na postaji na srednjem toku prisutne svojte tulara koje preferiraju istu zonu u malo manjem udjelu (48,4 %). U sličnim udjelima su na postaji na gornjem (18,7 %) i srednjem (18,4 %) toku prisutne svojte tulara koje preferiraju zonu epipotamala. Jedino su na postaji na gornjem toku prisutne svojte koje preferiraju zonu hipokrenala u vrlo malom udjelu (0,87 %) (Slika 33). Kruskal – Wallis H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice za zone hiporitrala ( $H^2 = 8,758$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,013$ ), epipotamala ( $H^2 = 7,221$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,027$ ), metapotamala ( $H^2 = 6,475$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,039$ ) te litorala i profundala ( $H^2 = 7,568$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,023$ ). Median test pokazuje da su statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice za zone hiporitrala, epipotamala, metapotamala, litorala i profundala ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) (Tablica P16b). Kruskal – Wallis *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni



tekućice za zone hiporitrala ( $H^2 = 7,250$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,009$ ), epipotamala ( $H^2 = 6,500$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,023$ ), metapotamala ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,043$ ) te litorala i profundala ( $H^2 = 6,750$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,018$ ) između postaja na gornjem i donjem toku rijeke (Tablice P21 – P25). Median *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice za zone hiporitrala, epipotamala, metapotamala, litorala i profundala ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,014$ ) između postaje na gornjem toku rijeke i postaje na donjem toku rijeke (Tablice P26-P30).

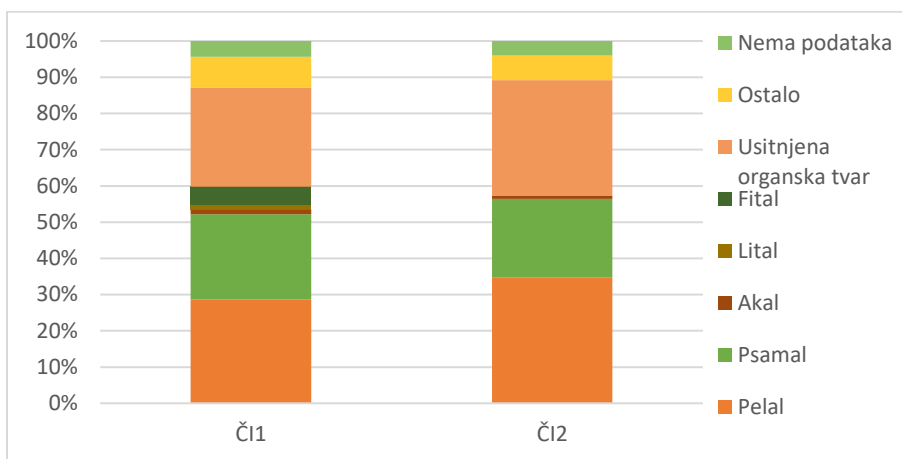


Slika 33. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice na postajama na tri dijela toka na rijeci Čikoli (ČI1 – postaja na gornjem toku, ČI2 – postaja na srednjem toku). ČI3 – postaje na donjem toku nema na slici jer na toj postaji nije pronađena nijedna jedinka tulara.

### 3.5.4.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) povremene rijeke Čikole prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu

Na rijeci Čikoli su na postaji na gornjem toku prisutne svojte tulara koje preferiraju šest mikrostaništa, na postaji na srednjem toku četiri mikrostaništa, a na donjoj postaji nema određenih mikrostaništa. Na postajama na gornjem i srednjem toku najveći je udio prisutnih svojti tulara koje preferiraju usitnjenu organsku tvar, psamal i pelal s najvišim udjelom pelala na postaji na srednjem toku (35 %). Samo na postaji na gornjem toku su prisutne svojte koje preferiraju lital (1,3 %) i fital (5 %); (Slika 34). Kruskal – Wallis H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu za pelal ( $H^2 = 6,451$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,040$ ), psamal ( $H^2 = 6,268$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,044$ ) i usitnjenu organsku tvar ( $H^2 = 6,120$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,047$ ). Median test ukazuje da su statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu za pelal i psamal ( $H^2 = 8,000$ ;  $df$

= 2;  $p = 0,018$ ) te usitnjenu organsku tvar ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,050$ ) (Tablica P16c). Kruskal – Wallis *post hoc* test ukazuje na statistički značajnu razliku u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu za pelal ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,044$ ) između postaje na gornjem i postaje na donjem toku rijeke dok Median *post hoc* test ukazuje na statistički značajnu razliku za mikrostaništa pelal ( $H^2 = 6,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,044$ ), psamal i usitnjenu organsku tvar ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,014$ ) između postaje na gornjem i postaje na donjem toku rijeke Čikole (Tablice P31-P34).



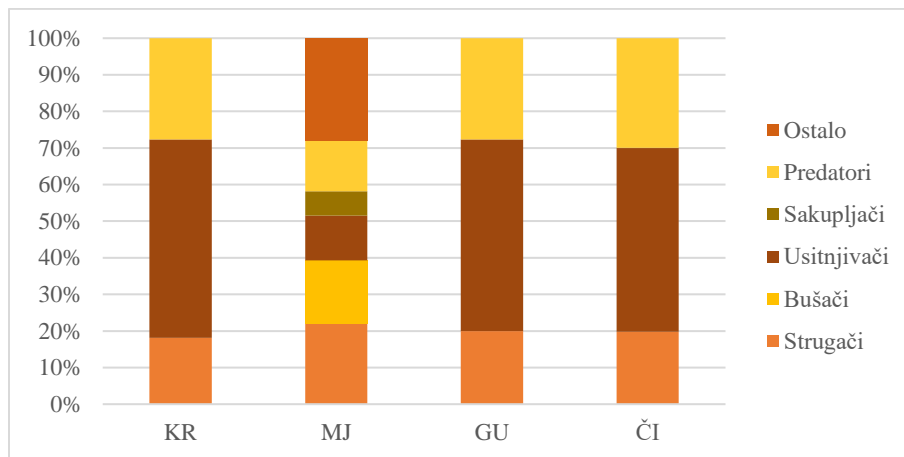
Slika 34. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu na postajama na tri dijela toka na rijeci Čikoli ČI1 – postaja na gornjem toku, ČI2 – postaja na srednjem toku). ČI3 – postaje na donjem toku nema na slici jer na toj postaji nije pronađena nijedna jedinka tulara.

### 3.6. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama

#### 3.6.1. Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama

Trofička struktura tri od četiri istraživane povremene rijeke je vrlo slična u udjelima, a ista u funkcionalnim skupinama. Na rijekama Krčić, Čikola i Guduča, najveći udio u trofičkoj strukturi čine usitnjivači s više od 50 % ukupnog udjela. Na istim rijekama drugi najveći udio imaju predatori s nešto manje od 30 % ukupnog udjela, a zadnji dio udjela preostao na tim rijekama imaju strugači. Rijeka Miljašić Jaruga odskače s udjelom i funkcionalnim skupinama pri čemu najveći udio imaju strugači (22,09 %), a slijede ih bušači (17,21 %). Predatora je manje na Miljašić Jarugi (13,95 %) nego na ostale tri rijeke kao i usitnjivača (12,21 %) (Slika 35). Kruskal – Wallis

H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima trofičke strukture zajednice tulara za funkcionalne skupine bušača ( $H^2 = 9,391$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,025$ ) i sakupljača ( $H^2 = 16,919$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,001$ ). Median test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima trofičke strukture zajednice tulara za funkcionalne skupine predatora ( $H^2 = 8,932$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,030$ ), bušača ( $H^2 = 9,600$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,022$ ) i sakupljača ( $H^2 = 16,557$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,001$ ) (Tablica P35a). Kruskal – Wallis *post hoc* test pokazuje da su statistički značajne razlike u trofičkoj strukturi zajednice tulara za funkcionalnu skupinu sakupljača između rijeka Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = -12,250$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,003$ ), između rijeka Miljašić Jaruge i Guduče ( $H^2 = 12,250$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,003$ ) te između rijeka Miljašić Jaruge i Čikole ( $H^2 = 10,500$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,017$ ) (Tablica P36). Median *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u trofičkoj strukturi zajednice tulara za funkcionalnu skupinu sakupljača između rijeka Krčića i Miljašić Jaruge i između rijeka Miljašić Jaruge i Guduče ( $H^2 = 8,000$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,028$ ) te za funkcionalnu skupinu predatora između rijeka Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = 8,224$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,025$ ) (Tablice P37, P38).

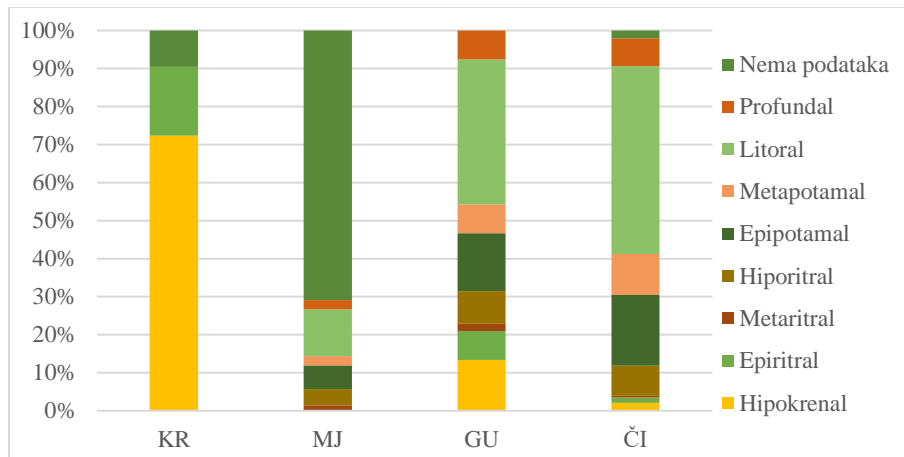


Slika 35. Udio funkcionalnih prehrambenih skupina na četiri istraživane povremene rijeke (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

### 3.6.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice

Broj preferiranih zona tekućica na temelju prisutnih svojti tulara se povećava od rijeke Krčića s preferirane dvije zone, do rijeke Miljašić Jaruge s preferiranih šest zona na temelju prisutnih svojti tulara, do rijeka Guduče i Čikole s preferiranih osam zona tekućice na temelju prisutnih svojti tulara. Na rijeci Krčiću su prisutne svojte tulara koje najviše preferiraju zonu

hipokrenala (72,38 %), dok je na rijeci Čikoli prisutno najmanje svojti tulara koje preferiraju istu zonu (2,08 %). Isto tako, udio svojti tulara koje preferiraju zonu epiritrala je najveći na rijeci Krčić (18,1 %), a najmanji na rijeci Čikoli (1,46 %). Udio svojti tulara koje preferiraju zonu epipotamala (18,54 %) i metapotamala (10,83 %) je najveći na rijeci Čikoli, a najmanji na rijeci Miljašić Jaruga (Slika 36). Kruskal – Wallis H testovi ukazuju na statistički značajne razlike u razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice za zone hipokrenala ( $H^2 = 9,493$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,023$ ), hiporitrara ( $H^2 = 19,506$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0,001$ ), epipotamala ( $H^2 = 10,016$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,018$ ), metapotamala ( $H^2 = 13,420$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,004$ ), litorala ( $H^2 = 13,359$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,004$ ) i profundala ( $H^2 = 13,235$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,004$ ). Median test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice prema sklonosti svojti tulara određenoj zoni tekućice za zone hipokrenala ( $H^2 = 8,400$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,038$ ), hiporitrara ( $H^2 = 19,886$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0,0001$ ) te metapotamala, litorala i profundala ( $H^2 = 14,578$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,002$ ) (Tablica 35b). Kruskal – Wallis *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice prema sklonosti svojti tulara određenoj zoni tekućice za zonu hipokrenala između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = 10,625$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,025$ ), zonu hiporitrara između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = -21,708$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0,0001$ ) i između rijeke Miljašić Jaruge i Guduče ( $H^2 = 15,208$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,017$ ) te za zonu epipotamala između rijeke Miljašić Jaruge i Guduče ( $H^2 = 16,208$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,014$ ). Nadalje, za zonu metapotamala između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = -15,125$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,013$ ) i između rijeke Krčića i Čikole ( $H^2 = -15,000$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,015$ ), za zonu litorala između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = -15,125$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,014$ ) i između rijeke Krčića i Čikole ( $H^2 = -15,000$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,015$ ) te za zonu profundala između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = -15,000$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,003$ ) (Tablice P39-P44). Median *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice prema sklonosti svojti tulara određenoj zoni tekućice za zonu hiporitrara između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = 17,143$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0,0001$ ) i između rijeke Krčića i Čikole ( $H^2 = 9,882$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,010$ ) te za zone metapotamala, litorala i profundala između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = 12,000$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,003$ ) te između rijeke Krčića i Čikole ( $H^2 = 9,882$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,010$ ) (Tablice P45-P48).

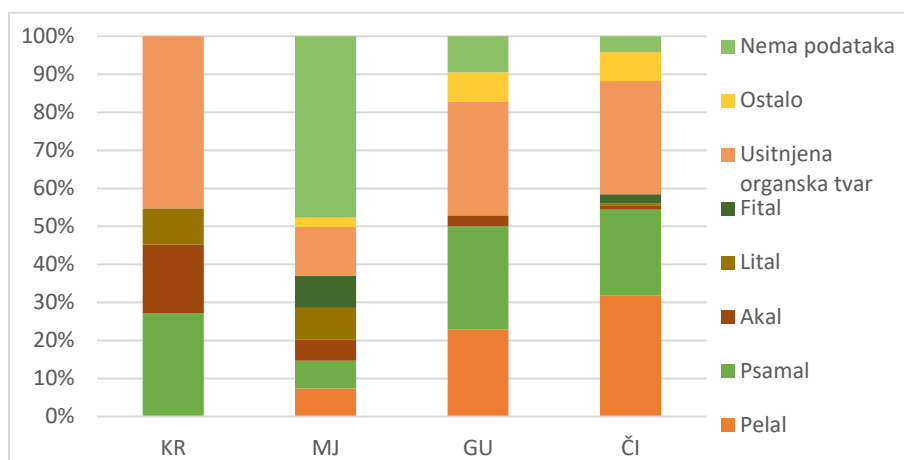


Slika 36. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenoj zoni tekućice na četiri istraživane povremene tekućice (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

### 3.6.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu

Na rijeci Krčić su prisutne svojte tulara koje preferiraju najmanji broj mikrostaništa u usporedbi s ostalim istraživanim rijekama od čega najviše usitnjenu organsku tvar (45,24 %), akal (18,1 %) i lital (9,52 %). Na rijeci Čikoli su prisutne svojte tulara koje preferiraju mikrostanište pelal u najvećem udjelu (31,88 %) u odnosu na udio na rijeci Guduči (22,86 %) i Miljašić Jarugi (7,33 %). Na rijeci Miljašić Jarugi skoro 50 % od ukupnog udjela se ne može odrediti u mikrostanište, a rijeke Guduča i Čikola imaju prisutne svojte tulara koje preferiraju ista mikrostaništa uz iznimku fitala i litala koja preferiraju svojte tulara prisutne samo na Čikoli (Slika 37). Kruskal – Wallis H test i Median test ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu za pelal (Kruskal – Wallis test:  $H^2 = 13,227$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,004$ ; Median test:  $H^2 = 14,578$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,002$ ) (Tablica P35c). Kruskal – Wallis *post hoc* test ukazuje na statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu za mikrostanište pelal između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 = -15,333$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,012$ ) i između rijeke Krčića i Čikole ( $H^2 = -14,708$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,018$ ) (Tablica P49). Median *post hoc* test pokazuje da su statistički značajne razlike u vrijednostima strukture zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu za mikrostanište pelal između rijeke Krčića i Miljašić Jaruge ( $H^2 =$

12,000;  $df = 3$ ;  $p = 0,003$ ) te između rijeke Krčića i Čikole ( $H^2 = 9,882$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,010$ ) (Tablica P50).

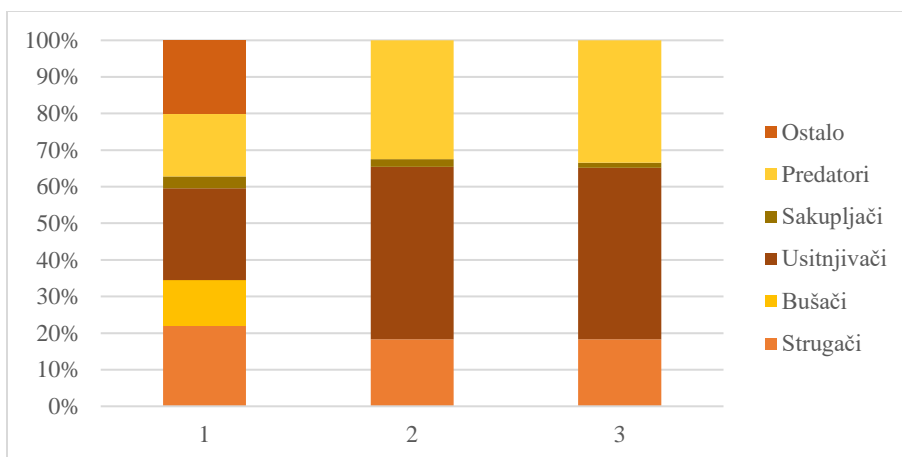


Slika 37. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojiti određenom mikrostaništu na četiri istraživane povremene tekućice (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

### 3.7. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka

#### 3.7.1. Trofička struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka

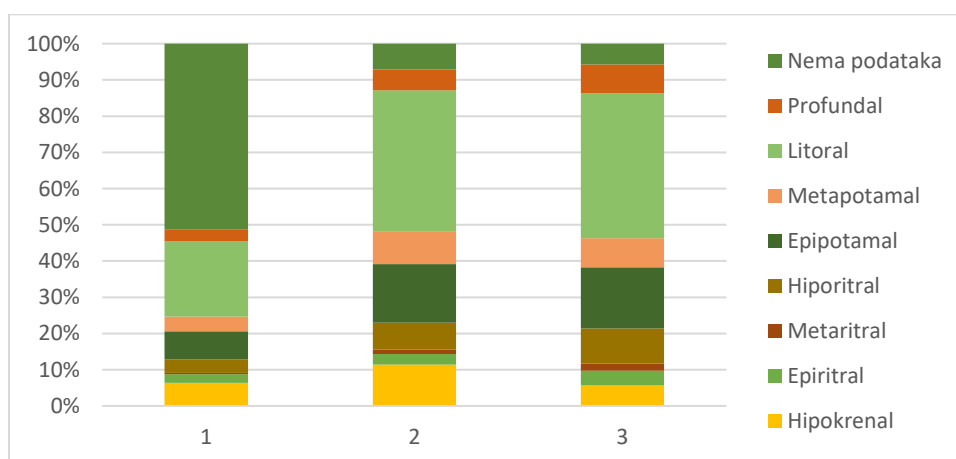
Trofička struktura među dijelovima toka je slična na srednjim i donjim dijelovima toka s jednakim funkcionalnim skupinama i sličnim udjelima dok je na gornjim dijelovima toka određena jedna funkcionalna skupina više. Određen je najveći udio usitnjivača na srednjim dijelovima toka (47,14 %) s vrlo sličnim udjelom na donjim dijelovima toka (46,86 %) i s najmanjim udjelom usitnjivača na gornjim dijelovima toka (25,13 %). Najveći udio strugača je određen na gornjim dijelovima toka (22,02 %), dok je na srednjim i donjim dijelovima toka određen isti udio (18,29 %). Najveći udio predatora određen je na donjim dijelovima toka (33,43 %), dok je najveći udio sakupljača određen na gornjim dijelovima toka (3,19 %). Osim toga, na gornjim dijelovima toka su određeni bušači (12,44 %) koji ne čine udio u ostalim dijelovima toka (Slika 38). Kruskal – Wallis H test i Median test ukazuju na statistički značajne razlike u vrijednostima trofičke strukture zajednice tulara za funkcionalnu skupinu bušača (Kruskal – Wallis H test:  $H^2 = 6,261$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,044$ ; Median test:  $H^2 = 6,400$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,041$ ) (Tablica P51a).



Slika 38. Udio funkcionalnih prehrambenih skupina među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka (1 – gornji dijelovi toka, 2 – srednji dijelovi toka, 3 – donji dijelovi toka).

### 3.7.2. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice

Na svim dijelovima toka prisutne su svojte tulara koje preferiraju iste zone tekućice uz različite udjele. Na donjim dijelovima toka su u najvećem udjelu prisutne svojte koje preferiraju zonu litorala (40 %). Također, donji dijelovi toka imaju u najvećem udjelu prisutne svojte tulara koje preferiraju zone epiritrala, metaritrala, hiporitrala, epipotamala i profundala u odnosu na ostale dijelove toka. Na srednjim dijelovima toka su najvećim udjelom u odnosu na ostale dijelove toka prisutne svojte koje preferiraju zonu hipokrenala (11,23 %) (Slika 39).

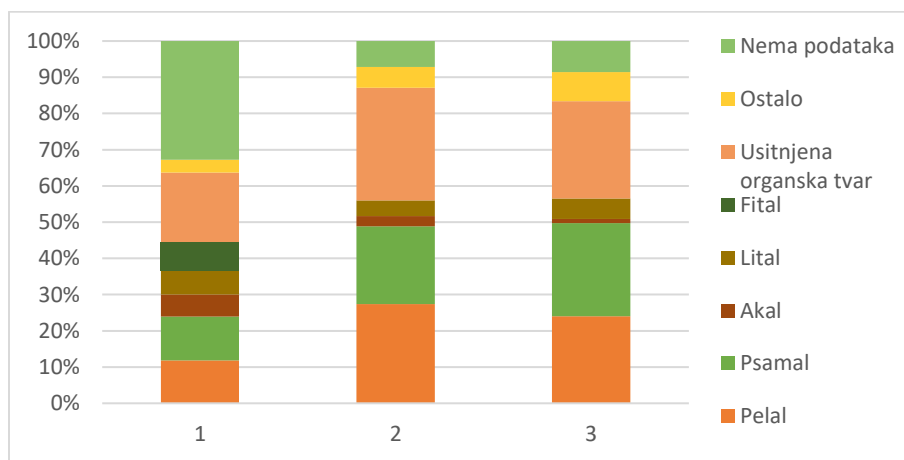


Slika 39. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenoj zoni tekućice među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka (1 – gornji dijelovi toka, 2 – srednji dijelovi toka, 3 – donji dijelovi toka).

Kruskal – Wallis H test i Median test ukazuju da vrijednosti sklonosti svojti tulara određenoj zoni tekućice nisu statistički značajno različite između dijelova toka istraživanih tekućica (Tablica P51b).

### 3.7.3. Struktura zajednice tulara (Trichoptera) među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu

Na gornjim dijelovima toka su prisutne svojte koje preferiraju šest određenih mikrostaništa, a na srednjim i donjim dijelovima toka su prisutne svojte koje preferiraju pet određenih mikrostaništa. Svojte tulara koje preferiraju mikrostanište fital prisutne su samo na gornjim dijelovima toka (7,98 %). Od ostalih 5 mikrostaništa, usitnjenu organsku tvar (31,14 %) i pelal (27,43 %) najviše preferiraju svojte tulara prisutne na srednjim dijelovima toka (31,14 %). Na donjim dijelovima toka su prisutne svojte tulara koje preferiraju mikrostanište psamal (25,71 %); (Slika 40). Kruskal – Wallis H test i Median test pokazuju da vrijednosti sklonosti svojti tulara određenom mikrostaništu tekućice nisu statistički značajno različite između dijelova toka istraživanih tekućica (Tablica P51c).



Slika 40. Struktura zajednice tulara prema sklonosti svojti određenom mikrostaništu među dijelovima toka istraživanih povremenih krških rijeka (1 – gornji dijelovi toka, 2 – srednji dijelovi toka, 3 – donji dijelovi toka).



### 3.8. Usporedba zajednice tulara različitih hidroloških faza (lotička vs. lentička faza) pojedinih povremenih krških rijeka

U lentičkoj fazi istraživanih rijeka, pronađena je jedna svojta, *Oxyethira* spp., u ličinačkom stadiju na rijeci Miljašić Jarugi. Na rijekama Krčiću, Guduči i Čikoli nije pronađena nijedna jedinka u ličinačkom stadiju tijekom lentičke faze. Na rijeci Krčiću je pronađena svojta iz porodice Limnephilidae u stadiju kukuljice, dok na ostalim istraživanim rijekama nije pronađena nijedna jedinka u stadiju kukuljice u lentičkoj fazi (Tablica 7).

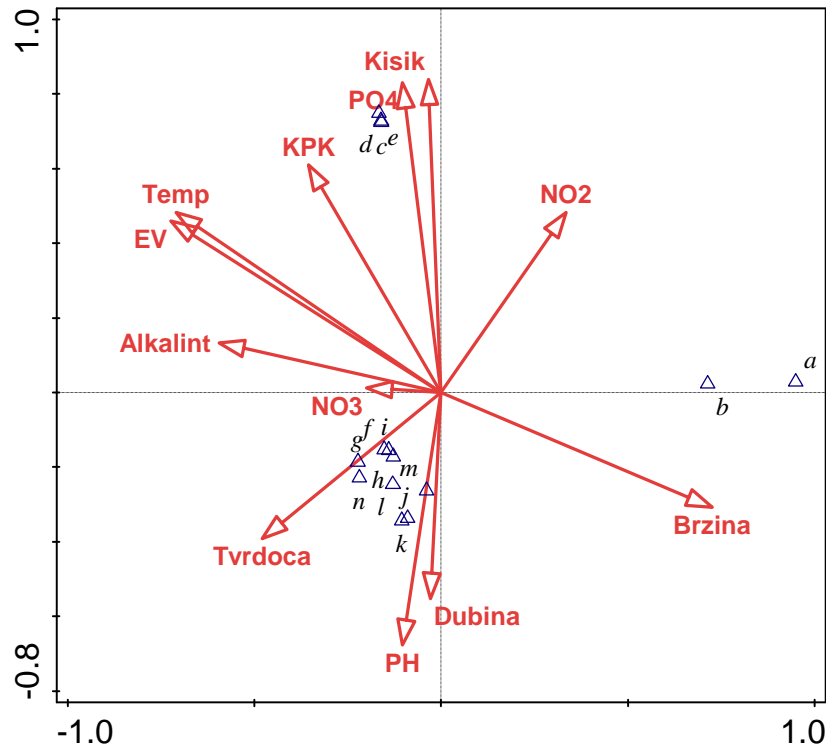
Tablica 7. Svojte tulara zabilježene na četiri istraživane rijeke (Krčić, Miljašić Jaruga, Guduča, Čikola) kroz dvije hidrološke faze (Lot. – lotička faza, Len. – lentička faza).

Svojta	KRČIĆ		MILJAŠIĆ JARUGA		GUDUČA		ČIKOLA	
	Lot.	Len.	Lot.	Len.	Lot.	Len.	Lot.	Len.
<i>Rhyacophila</i> sp. Pictet, 1934	+	-	-	-	+	-	-	-
Hydroptilidae Stephens, 1836	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Oxyethira</i> spp. Eaton, 1873/ <i>Tricholeiochiton fagesi</i> Guinard, 1879	-	-	+	-	-	-	-	-
Limnephilidae Kolenati, 1848	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Agrypnia varia</i> Fabricius, 1793	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. borealis</i> Zetterstedt, 1840	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Limnephilus flavicornis</i> Fabricius, 1787/ <i>L. marmoratus</i> Curtis, 1834	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834 / <i>L. germanus</i> McLachlan, 1875	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Limnephilus</i> sp. Leach, 1815	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	+	-	-	-	-	-	+	-

### 3.9. Utjecaj okolišnih čimbenika na zajednice tulara na istraživanim povremenim rijekama

Rezultati kanonske analize korespondencije (CCA) grafički su prikazani u koordinatnim sustavima (Slika 41). Prva os analize objašnjava 95,19 % povezanosti između zajednice tulara i okolišnih čimbenika, a druga os pokazuje 90,25 % povezanosti. Svojstvena vrijednost prve osi iznosila je 0,860, a svojstvena vrijednost druge osi 0,772. Za unesene podatke je pomoću Monte

Carlo testa permutacije utvrđena statistički značajna ordinacija s vrijednostima  $F=2,794$  i  $p=0,002$ . Statistički značajna ordinacija pokazuje da je zajednica tulara na istraživanim povremenim rijekama povezana s testiranim okolišnim čimbenicima. Okolišni čimbenici najbitniji za objašnjavanje prostorne raspodjele zajednica tulara su električna provodljivost ( $R=-0,689$ ) i brzina strujanja vode ( $R=0,691$ ), najbliži vrijednostima prve osi analize te koncentracija kisika ( $R=0,758$ ) i ortofosfata u vodi ( $R=0,749$ ), najbliži vrijednostima druge osi.



Slika 41. Povezanost zajednice tulara na istraživanim rijekama i okolišnih čimbenika. Crvene strelice označuju okolišne čimbenike, a duljina strelica označava značajnost čimbenika. Svoje tulara prikazane su trokutima i pripadajućim slovima prema legendi: *a* – *Micropterna nycterobia*; *b* – *Rhyacophila sp.*; *c* – *Oxyethira spp.*; *d* – *Oxyethira spp./Tricholeiochiton fagesi*; *e* – *Hydroptilidae sp.*; *f* – *Limnephilus lunatus*; *g* – *Mesophylax aspersus*; *h* – *Limnephilus lunatus/germanus*; *i* – *Mesophylax impunctatus*; *j* – *Limnephilus flavicornis/marmoratus*; *k* – *Limnephilus sp.*; *l* – *Limnephilus stigma*; *m* – *Agrypnia varia*; *n* – *Limnephilus binotatus/borealis*. Okolišni čimbenici prema legendi: Temp – temperatura vode ( $^{\circ}\text{C}$ ); Kisik – koncentracija kisika vode ( $\text{mg L}^{-1}$ ); pH – pH vrijednost vode; EV – električna provodljivost vode ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ); Alkalint – alkalinitet vode ( $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ), PO4 – koncentracija fosfata u vodi ( $\text{mg N L}^{-1}$ ), NO2 – koncentracija nitrita ( $\text{mg N L}^{-1}$ ); NO3 – koncentracija nitrata u vodi ( $\text{mg N L}^{-1}$ ); Tvrdoca – tvrdoća vode ( $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ); KPK – kemijska potrošnja kisika ( $\text{O}_2 \text{ mg L}^{-1}$ ) Dubina – dubina vode (cm), Brzina – brzina vode ( $\text{m s}^{-1}$ ).

## 4. Rasprava

### 4.1. Sastav faune tulara istraživanih krških povremenih rijeka

Na istraživanim krškim povremenim rijekama utvrđeno je ukupno 14 svojti zajednice tulara iz četiri porodice; po jedna svojta iz porodica Rhyacophilidae i Phryganeidae, tri svojte iz porodice Hydroptilidae, te 11 svojti iz porodice Limnephilidae. Niti na jednoj rijeci nije zabilježeno svih 14 svojti, pri čemu je najveći broj svojti (devet) zabilježeno na rijeci Čikoli, a najmanji broj (dvije) na rijeci Krčiću. Zabilježeni mali broj svojti u skladu je s prethodnim istraživanjem prostorne i vremenske dinamike zajednica vodenih kukaca duž toka rijeke Krčić, pri kojem su zabilježene tri svojte tulara (Grgić i sur., 2022). U mediteranskom i submediteranskom dijelu Hrvatske nema drugih istraživanja koja su obuhvaćala zajednicu tulara u povremenim tekućicama, dok je u rijekama koje ne presušuju fauna tulara očekivano puno bogatija (npr. 50 svojti u rijeci Krki, Kučinić i sur., 2011). Bogatstvo i raznolikost svojti vodene faze povremenih tekućica samo je dio ukupne raznolikosti povremenih tekućica (Datry i sur., 2014).

Što se tiče ekoloških značajki svojti tulara zabilježenih u ovom istraživanju, nalazimo svojte koje se smatraju indikatorima povremenih tekućica, obzirom da posjeduju određene prilagodbe na specifične uvjete u takvim staništima, kao što su npr. *M. nycterobia*, *L. lunatus* i *L. stigma* (Graf i sur., 2022). Odrasle jedinke ovih svojti emergiraju u proljeće i migriraju u hladnije predjele u višim nadmorskim visinama ili u špilje gdje prolaze dijapauzu, te u jesen, nakon presušivanja polažu jaja na površinu tekućica (Waringer i Graf, 2011). Nadalje, zabilježene su i svojte kao *A. varia* i *L. flavicornis* koje dolaze uglavnom u litoralnoj zoni stajaćica u fitalu i ne smatraju se izričitim indikatorima povremenih tekućica, iako u njima često dolaze (Graf i sur., 2022). Njihova česta pojava u povremenim tekućicama utvrđena je u istraživanjima provedenim u Švedskoj i Sloveniji na nekoliko povremenih tekućica gdje su pronađene tijekom vodenih faza povremenih tekućica (Urbanič i Toman, 2007; Leberfinger i Herrmann, 2010).

### 4.2. Sastav, raznolikost i struktura zajednice tulara (Trichoptera) duž istraživanih povremenih krških rijeka

Sastav, raznolikost i gustoća zajednice tulara ne razlikuju se značajno duž toka niti jedne od istraživanih rijeka. Na postajama na gornjim tokovima istraživanih rijeka je zabilježena najveća

prosječna gustoća, najveća brojnost svojti kao i najveća raznolikost dok je na postajama na donjim tokovima značajno manji broj svojti i jedinki, međutim, nisu nađene značajne razlike između dijelova toka. Takav rezultat može se objasniti s posebnosti zajednica koje naseljavaju povremene tekućice, što znači da veliki broj svojti nema specifične zahtjeve ili preferenciju za određeni dio toka (Stubbington i sur., 2017). Na primjer, u rijeci Krčiću je na sva tri dijela toka pronađena svojta *M. nycterobia*, a na rijeci Miljašić Jarugi svojta *L. lunatus*, obje vrste indikatori za povremene tekućice (Graf i sur., 2022). Jedina rijeka na kojoj postoje razlike u sastavu i raznolikosti duž toka je Čikola, gdje je uočena razlika između postaje na gornjem i postaje na donjem toku rijeke, gdje tulari uopće nisu zabilježeni. Izostanak tulara na postaji na donjem toku možda se može objasniti promjenom izgleda i karakteristika toka u odnosu na postaje na gornjem i srednjem toku rijeke. Točnije, nakon grada Drniša, a na mjestu postaje na donjem toku, rijeka Čikola poprima bujični karakter s dubljim kanjonom dok je prije grada Drniša gdje se nalaze postaje na gornjem i srednjem toku nalazi Petrovo polje s plićim kanjonom (Grad Drniš, Službene mrežne stranice, 2022). To je vidljivo i u promjeni brzine toka pri čemu je brzina toka na postaji na donjem toku gotovo dva puta veća nego na postaji na srednjem toku i gotovo tri puta veća u odnosu na postaju na gornjem toku rijeke. Nadalje, razlikuje se i supstrat, odnosno u kanjonu Čikole veliki dio korita je prekriven stijenom tako da je mala raznolikost mikrostaništa.

Slično kao i kod sastava i raznolikosti, struktura zajednica s obzirom na način prehrane, na preferencije svojti prema određenoj zoni tekućice i prema mikrostaništima, također ne ukazuje na bitne razlike duž toka pojedinih tekućica. Međutim, zabilježene su određene razlike u pojedinim značajkama za neke rijeke, npr. na rijeci Miljašić Jarugi postoji razlika u trofičkoj strukturi, tj. u zastupljenosti predatora između postaje na gornjem i srednjem toku pri čemu je na srednjem toku veći udio predatorskih svojti. Na istoj je rijeci zabilježena razlika između udjela svojti koje preferiraju različite dijelove toka, tj. zonu hipokrenala i epipotamala na postajama u gornjem i srednjem toku rijeke, što ukazuje na određenu heterogenost staništa duž toka ove rijeke (Magaš, 2009).

#### 4.3. Sastav, raznolikost i struktura zajednice tulara (Trichoptera) među istraživanim povremenim krškim rijekama

Uspoređujući četiri istraživane rijeke, razlike u sastavu, raznolikosti i strukturi su bile značajne. Značajna razlika u brojnosti svojti zabilježena je između rijeke Krčić, na kojoj je

zabilježeno najmanje svojti (dvije), i rijeke Čikole na kojoj je zabilježen najveći broj svojti (devet), čemu je razlog moguće povezan s duljinom riječnog toka ovih dviju tekućica. Najkraći tok ima rijeka Krčić, a najdulji tok ima rijeka Čikola. Različita objašnjenja za veću brojnost svojti na duljim rijekama uključuju veću površinu adekvatnog staništa, povećanu kompleksnost i raznolikost mikrostaništa kao i njenu stabilnost, različit utjecaj na temperaturu vode, brzinu vode, i slično (Vorste i sur., 2016). Također, na rijeci Čikoli je veća raznolikost mikrostaništa na gornjem i srednjem toku pri čemu su postaje na gornjem i srednjem toku bogate vegetacijom i sporijeg toka, a mikrostaništa rijeke Krčić su na gornjem i srednjem toku više uniformne. Druga rijeka po broju pronađenih svojti je Miljašić Jaruga, a u njoj su pronađene svojte iz porodice Hydroptilidae koje preferiraju spore vodotoke kakva Miljašić Jaruga i jest s obzirom na najmanju brzinu izmjerenu na svim postajama duž rijeke u usporedbi s ostalim rijekama (Graf i sur., 2022). Razlog manjoj brzini rijeke Miljašić Jaruge može biti u nagibu terena jer rijeka izvire na 90 nmv pri čemu teče kroz područje Ravnih kotara (Magaš, 2009). Također, u rijeci Miljašić Jarugi je bogato razvijena vodena vegetacija koja utječe na usporavanje brzine vode i prisutnost spomenutih svojti tulara (Vilenica i sur., 2022).

Trofička struktura zajednice tulara na rijeci Miljašić Jarugi značajno se razlikuje u udjelima pojedinih funkcionalnih skupina od ostalih rijeka, pri čemu je skoro 30 % na postaji u gornjem toku pripisano kategoriji „Ostalo“. U tu kategoriju pripadaju svojte iz porodice Hydroptilidae, dominantne svojte na ovoj rijeci, koje su primarno bušači algi, odnosno hrane se tako što buše i isisavaju stanični sadržaj algi, te ne pripadaju niti u jednu od osnovnih funkcionalnih skupina (Graf i sur., 2008). Razlike u trofičkoj strukturi ukazuju na razlike u glavnim izvorima hrane, što u ovom slučaju izdvaja prvenstveno postaju u gornjem toku rijeke Miljašić Jaruge koja se kao stanište prilično razlikuje od gornjih tokova ostalih istraživanih rijeka (manja brzina strujanja, veći udio fitala, veća primarna produkcija, itd.). Trofička struktura zajednica tulara na rijekama Krčiću, Gudući i Čikoli vrlo je slična po udjelima pojedinih funkcionalnih skupina, čemu su uvelike pridonijele svojte iz porodice Limnephilidae. Te svojte su imale najveći udio u brojnosti na sve tri rijeke, a najčešće su pretežno usitnjivači, te djelomično predatori i strugači (Graf i sur., 2022).

Zajednice tulara među istraživanim rijekama također se razlikuju u udjelima pojedinih kategorija preferencije svojti određenim zonama riječnog toka te različitih mikrostaništa. Statistički značajne razlike zabilježene su za obje značajke između rijeka Krčića i Miljašić Jaruge,

te između rijeka Krčića i Čikole. Kod preferencije svojti određenoj zoni riječnog toka se, za razliku od trofičke strukture, rijeka Krčić izdvaja od ostalih rijeka, s većinskim udjelom hipokrenala. Također, glede preferencije svojti prema različitim mikrostaništima rijeka Krčić je jedina u kojoj nema kategorije pelala, dok ista u ostalim rijekama ima relativno veliku zastupljenost. Dominantna svojta duž cijelog toka rijeke Krčića je *M. nycterobia* koja preferira izvorišne tokove (hipokrenal) i gornje dijelove potoka (epiritral), te mikrostaništa usitnjena organska tvar, psamal i akal (Graf i sur., 2022). Na preostale tri rijeke, dominantne svojte preferiraju litoralnu zonu stajaćica i potamal, te mikrostaništa pelal, fital, usitnjenu organsku tvar itd. (vrste roda *Limnephilus*, Hydroptilide; Graf i sur., 2022), što se odražava u ovim aspektima strukture zajednice tulara.

#### 4.4. Usporedba zajednice tulara u lotičkoj i lentičkoj fazi istraživanih povremenih krških rijeka

Promjena iz lotičke u lentičku fazu istraživanih povremenih tekućica je intenzivno utjecala na smanjenje brojnosti svojti, prosječne gustoće jedinki kao i raznolikosti svojti. Pri tome je u lentičkoj fazi pronađena samo jedna svojta tulara u ličinačkoj fazi dok je u lotičkoj fazi pronađeno 14 svojti. Svojta *Oxyethira* spp. je pronađena na rijeci Miljašić Jarugi u lentičkoj fazi, a ta svojta je pronađena jedino na toj rijeci u lotičkoj fazi. Vrste roda *Oxyethira* nastanjuju tekućice manjih brzina te lentička staništa, što objašnjava pronalazak ove svojte u lentičkoj fazi istraživanih povremenih tekućica (Graf i sur., 2022). Iako su zabilježene uglavnom tijekom lotičke faze, većina svojti zabilježenih u ovom istraživanju je tipična za litoral stajaćica (npr. *A. varia*, *L. flavicornis*, *L. stigma*) ili za lentička staništa tekućica (npr. *M. aspersus* i *M. impunctatus*; Graf i sur., 2022), stoga je mali broj zabilježenih jedinki tijekom lentičke faze moguća posljedica emergencije ovih svojti pred presušivanje (Rosset i sur., 2017).

#### 4.5. Utjecaj okolišnih parametara na zajednicu tulara

Kanonska analiza korespondencije ukazuje na povezanost između okolišnih čimbenika i zajednice tulara, pri čemu su najbitniji okolišni čimbenici za objašnjavanje prostorne raspodjele zajednica tulara u istraživanim povremenim rijekama električna provodljivost, brzina strujanja vode, te koncentracija kisika i ortofosfata u vodi. Provodljivost je na sve četiri rijeke relativno visoka s vrijednostima između 300 i 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Najviša provodljivost je izmjerena na rijeci

Miljašić Jarugi na svim dijelovima toka što je kod ove rijeke povezano s bogato razvijenom vegetacijom u rijeci i nižom brzinom vode koja posljedično dovodi do sitnijeg supstrata i do različitog sastava zajednice tulara (Vilenica i sur., 2022). Promjena u zajednici tulara vidljiva je u pronađenim svojstama roda *Oxyethira* koje preferiraju niže brzine vode bogate makrofitima, a pronađene su isključivo u Miljašić Jarugi (Graf i sur., 2022).

Brzina vode utječe na supstrat na dnu tekućica pa će se mulj ili istaloženi materijal nalaziti na područjima manje brzine, dok će supstrat većih valutica, šljunak ili veći komadi stijena biti na područjima veće brzine vode (Orlović, 2015; Tiunova, 2006). Također, veća brzina vode pozitivno utječe na zasićenost i koncentraciju kisika u vodi, a često je i korelirana s temperaturom vode tako što će pri manjim brzinama, zagrijavanje vode biti veće, a pri većim brzinama će zagrijavanje vode biti manje zbog veće protočnosti (Brooks i Haeusler, 2016). Utjecaj brzine vode na ostale fizikalno-kemijske čimbenike vode posredno time utječe i na zajednicu tulara. Uz to, velika brzina vode ne odgovara usitnjivačima poput pronađenih svojiti iz porodice Limnephilidae (*L. lunatus*, *L. flavicornis*, itd.) s obzirom da voda zbog brzine odnese lišće koje usitnjavaju (Brooks i Haeusler, 2016; Orlović, 2015). Tako je na rijeci Čikoli brzina vode rasla od postaje na gornjem toku do postaje na donjem toku, a gustoća jedinki tulara se kretala obrnuto proporcionalno, pa na donjem toku rijeke, gdje je brzina bila najveća, nije pronađena niti jedna jedinka.

Temperatura, zasićenost kisikom i koncentracija kisika su bitni faktori koji utječu na razvoj, gustoću i pojavu vrsta unutar zajednica tulara (Küçükbasmaçlı i Fındık, 2020). Temperatura i koncentracija kisika su povezane veličine s obrnuto proporcionalnim odnosom, a viša koncentracija kisika je većinom pozitivno korelirana s gustoćom jedinki tulara odnosno, tulari preferiraju vode s višom razinom kisika (Rogowski i Stewart, 2016). Za to je vidljiva najveća korelacija koncentracije otopljenog kisika sa svojstama: *Oxyethira* spp. i *Oxyethira* spp./*Tricholeiochiton fagesi* te s ostalim pronađenim svojstama iz porodice Hydroptilidae. Navedene svojte su pronađene na rijeci Miljašić Jarugi koja ima na sve tri postaje najvišu zasićenost i koncentraciju kisikom, a svojte dišu tegumentno cijelom površinom tijela (Graf i sur., 2022).

Koncentracija fosfata i spojeva dušika bitna je za bogatstvo zajednice tulara pri čemu previsoka koncentracija negativno utječe na bogatstvo zajednice tulara, ali isto tako, preniska koncentracija onemogućava pravilan razvoj zajednice (Kladarić i sur., 2021). Glavni izvori soli

fosfora i dušika u slatkovodnim ekosustavima su kanalizacijski ispusti i ispiranje poljoprivrednih površina (Isiuku i Enyoh, 2020). Rijeke Miljašić Jaruga i Guduča su imale najnestabilniju koncentraciju nitrata, nitrita i fosfata najčešće s višim vrijednostima u odnosu na ostale rijeke što ukazuje na najjače vidljiv utjecaj poljoprivrede. To potvrđuju i istraživanja o Miljašić Jarugi koja je pod utjecajem poljoprivrednih područja, dok za područje oko rijeke Guduče postoje ideje o značajnijem razvoju poljoprivrede, ali 2014. godine je još uvijek količina poljoprivrednih područja oko Guduče bila mala (Magaš, 2009; Tomić i Šimunić, 2014; Hrvatske vode, 2018). Rijeka Čikola je imala na sva tri dijela toka najnižu koncentraciju fosfata pri čemu su na Čikoli brojnost svojti, gustoća jedinki i raznolikost zajednice tulara bili najviši.



## 5. Zaključak

- U zajednicama tulara na četiri krške povremene rijeke dominiraju svojte koje posjeduju prilagodbe na presušivanje i smatraju se indikatorima povremenih tekućica (kao *M. nycterobia*), te svojte koje uglavnom preferiraju litoralnu zonu stajaćica, a česte su i u povremenim tekućicama.
- Sastav, raznolikost i struktura zajednice tulara duž toka istraživanih krških povremenih rijeka gotovo da se ne razlikuju. Jedine su razlike zabilježene u trofičkoj strukturi i između udjela svojti koje preferiraju različite dijelove toka između postaja na rijeci Miljašić Jarugi, što ukazuje na određenu heterogenost staništa duž toka ove rijeke.
- Sastav, raznolikost i struktura zajednice tulara značajno su različiti između pojedinih istraživanih povremenih rijeka. Međutim, od četiri istraživane rijeke, značajno odskaače rijeka Krčić, koja se od ostalih razlikuje u bitno manjoj raznolikosti i dominaciji jedne svojte različitih ekoloških obilježja. Razlike u sastavu zajednice tulara, te posljedično i raznim aspektima njezine strukture, posljedica su razlika u duljini toka, te karakteristikama raspoloživih staništa među istraživanim rijekama.
- Razlike u sastavu, raznolikosti i strukturi zajednice tulara između lotičke i lentičke faze vrlo su velike, pri čemu je u lentičkoj fazi pronađena samo jedna svojta, što može biti posljedica uzorkovanja nakon perioda emergencije većine svojti koje naseljavaju istraživana staništa.
- Najveći utjecaj okolišnih čimbenika na zajednicu tulara imali su električna provodljivost, brzina strujanja vode, koncentracija kisika i ortofosfata u vodi. Visoka električna provodljivost na Miljašić Jarugi je utjecala na razvoj svojti različitih preferencija u odnosu na ostale rijeke. Promjena brzine i mikrostaništa je utjecala na izostanak zajednice tulara na dijelu Čikole. Visoka koncentracija kisika na Miljašić Jarugi je posljedica razvijene bogate vegetacije, a uzrok postojanja svojti iz porodice Hydroptilidae na rijeci. Razina ortofosfata na rijeci Čikoli je bila optimalna s obzirom na najveće bogatstvo i raznolikost zajednice tulara u odnosu na ostale rijeke.

## 6. Literatura

1. APHA (1992): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington DC.
2. Bispo, P. C., Oliveira, L. G., Bini, L. M., Sousa, K. G. (2006): Ephemeroptera, Plecoptera And Trichoptera Assemblages From Riffles In Mountain Streams Of Central Brazil: Environmental Factors Influencing The Distribution And Abundance Of Immatures. *Braz. J. Biol.*, 66(2B): 611 – 622.
3. Bogan, M. T., Chester, E. T., Darty, T., Murphy, A. L., Robson, B. J., Ruhi, A., Stubbington, R., Whitney, J. E. (2017): Resistance, resilience, and community recovery in intermittent rivers and ephemeral streams. U: Darty, T., Bonada N., Boulton A. (ur.) *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. Elsevier Inc. 349 – 376.
4. Bonacci, O. (1985): Hydrological investigations of Dinaric karst at the Krčić catchment and the river Krka springs (Yugoslavia). *Journal of Hydrology* 82: 317 – 326.
5. Bonacci, O., Jukić, D., Ljubenković, I. (2006): Definition of catchment area in karst: case of the rivers Krčić and Krka, Croatia, *Hydrological Sciences Journal* 51(4): 682 – 699.
6. Bonacci, O., Terzić, J., Roje-Bonacci, T., Frangen, T. (2019): An Intermittent Karst River: The Case of the Čikola River (Dinaric Karst, Croatia). *Water* 11.
7. Brooks, A. J., Haeusler, T. (2016): Invertebrate responses to flow: trait-velocity relationships during low and moderate flows. *Hydrobiologia* 773: 23 – 34.
8. Clarke, K.R. and Gorley, R.N. (2015) *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E Plymouth.
9. Cukrov, N., Barišić, D., Branica, M. (2005): Prostorna raspodjela <sup>137</sup>Cs u sedimentima estuarija rijeke Krke. U: Drago Marguš (ur.) *Simpozij Rijeka Krka i Nacionalni park "Krka", prirodna i kulturna baština, zaštita i održivi razvitak : zbornik radova : Šibenik, 5.-8. listopada 2005*. Šibenik: Javna ustanova Nacionalni park Krka, 2007. 1192 str.
10. Darty, T., Larned, S. T., Tockner, K. (2014): Intermittent Rivers: A Challenge for Freshwater Ecology. *BioScience* 64 (3): 229 – 23.
11. Državni hidrometeorološki zavod (2022) <https://hidro.dhz.hr/> (pristupljeno 5.7.2022.)

12. Europski parlament, Vijeće Europske unije (2000): DIREKTIVA 2000/60/EZ EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=HR> (pristupljeno 20.08.2022.).
13. Gleick, P.H. (2003): Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century. *Science* 302(5650): 1524 – 1528.
14. Grad Drniš, Službene mrežne stranice (2022) <https://www.drnis.hr/turizam/sto-posjetiti/kanjon-cikole> (pristupljeno 21.08.2022.).
15. Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Muñoz, C. & López-Rodríguez, M.J. (2008): Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 1 - Trichoptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow). 388pp.
16. Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Muñoz, C., López-Rodríguez M.J. & Schmidt-Kloiber., A. (2022): Dataset "Trichoptera". [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) - the taxa and autecology database for freshwater organisms, version 8.0 (pristupljeno 15.08.2022).
17. Grgić, V., Vilenica, M., Brigić, A., Dorić, V., Mihaljević, Z., Previšić, A. (2022): Seasonal and spatial dynamics of the aquatic insect communities of an intermittent Mediterranean river. *Limnologica* xxx (xxxx) xxx.
18. Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista – Protozoa, Metazoa – Invertebrata. Alfa, 584 pp.
19. Holzenthal, R. W., Blahnik, R. J., Prather<sup>1</sup>, A. L., Kjer, K. M. (2007): Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. U: Zhang, Z.-Q., Shear, W.A. (ur.) Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa* 1668, 639 – 698.
20. Hrvatske vode (2018): Elaborat zaštite okoliša za ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš za zahvat: Uređenje ušća vodotoka Miljašić Jaruge u Ninu.
21. Huron River Watershed County (2013): Conductivity. <https://www.hrwc.org/wp-content/uploads/2013/02/Conductivity-v2.pdf> (pristupljeno 05.09.2022).
22. Isiuku, B. O., Enyoh, C. E. (2020): Pollution and health risks assessment of nitrate and phosphate concentrations in water bodies in South Eastern, Nigeria. *Environmental Advances* 2 (100018).

23. Kerovec, M., Mihaljević, Z., Stanković, I. (2008.): Makrozoobentos. U: Ekološko istraživanje površinskih kopnenih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama; knjiga 3/1. Hrvatske vode, 246 pp.
24. Kladarić, L., Dukić, I., Popijač A., Marinović Ruždjak, A. (2021): Can Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) assemblages reflect nitrogen and phosphorus load in a riverine ecosystem?. *Natura Croatica* 30(1): 217 – 230.
25. Küçükbasmacı, I., Findik, Ö. (2020): The Seasonal and Spatial Distribution of Trichoptera Larvae in the Araç Creek (Kastamonu, Karabük, Turkey). *Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty* 20(1): 1 – 10.
26. Kučinić, M., Vučković, I., Kutnjak, H., Šerić Jelaska, L., Marguš, D. (2011): Diversity, distribution, ecology and biogeography of caddisflies (Insecta: Trichoptera) in the Krka River (National Park »Krka«, Croatia). *Zoosymposia*, 5: 255 – 268.
27. Kukuła, K., Bylak, A. (2022): Barrier removal and dynamics of intermittent stream habitat regulate persistence and structure of fish community. *Nature portfolio* 12:1512.
28. Larned, S. T., Datry, T., Arscott, D. B., Tockner, K. (2010): Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater ecology* 55: 717 – 738.
29. Leberfinger, K., Bohman, I., Herrmann, I. (2010): The importance of terrestrial resource subsidies for shredders in open-canopy streams revealed by stable isotope analysis. *Freshwater Biology* 56(3): 470 – 480.
30. Lewis, K. (2014) Functional Feeding Groups. University of Norte Dame. <https://sites.nd.edu/bios21202/macroinvertebrates/functional-feeding-groups/> (pristupljeno 16.05.2022.)
31. Magaš, D. (2009): Geografski čimbenici nastanka i razvoja neolitskog naselja Crno Vrilo (Geographical Factors of Formation and Development of the Neolithic Settlement Crno Vrilo). U: Marjanović, B. (ur.) *Crno Vrilo*, 2. Sveučilište u Zadru, Odjel za arheologiju, 7 – 22.
32. Meyer, J. L., Strayer, D. L., Wallace, J. B., Eggert, S. L., Helfman, G. S., Leonard, N. E., (2007): The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks. *Journal of the American water resources association* 43(1): 86 – 103.

33. Moog, O. (ed.) (1995): *Fauna Aquatica Austriaca - A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes*. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Wasserwirtschaftskataster Vienna: loose-leaf binder.
34. Moog, O., Chovanec, A., Hinteregger, H. & Römer, A. (1999): *Richtlinie für die saprobiologische Gewässergütebeurteilung von Fließgewässern*. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien: 144 pp.
35. Morse, J. C., Frandsen, P. B., Graf, W., Thomas, J. A. (2019): Diversity and Ecosystem Services of Trichoptera. *Insects* 10(125).
36. NN 21/2021 (2021): *Pravilnik o popisu stanišnih tipova i karti staništa*. Narodne novine, 21/2021.
37. Orlović, A. (2015): *Višegodišnje fenološke i ekološke značajke tulara (Trichoptera, Insecta) i mušica svrbljivica (Simuliidae, Diptera, Insecta) na sedrenoj barijeri*. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek.
38. Pavletić, Z., Matoničkin, I. (1965): *Biološka klasifikacija gornjih tijekova krških Rijeka*, *Acta Botanica Croatica* 24: 151 – 162.
39. Petrakis, M., Giannakopoulos, C., Lemesios, G. (2012): *Report on observed changes and responses to climate change worldwide and in Cyprus. Development of a national strategy for adaptation to climate change adverse impacts in Cyprus CYPADAPT*. LIFE10 ENV/CY/000723.
40. Rogowski, D.L., Stewart, K.R. (2016): *Effects of increased temperature on a Trichoptera (Hydropsychidae) from premontane forest streams in Southern Costa Rica*. *Tropic Ecology* 57(1): 57 – 68.
41. Rosset, V., Ruhi, A., Bogan, m.T., Datry, T. (2017): *Do lentic and lotic communities respond similarly to drying?*. *Ecosphere* 8(7).
42. Ružanović, L., Rebrina, F., Vilenica, M., Mihaljević, Z., Brigić, A. (2022): *Bioraznolikost povremenih tekućica*. *Hrvatska vodoprivreda* 238: 112 – 117.
43. Schmedtje, U. & Colling, M. (1996): *Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna*. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 4/96, 543 pp.

44. Seletković, Z., Tikvić, I., Vučetić, M., Ugarković, D. (2011): Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske.
45. Skoulikidis, T.N. i sur. (2017): Non-perennial Mediterranean rivers in Europe: Status, pressures, and challenges for research and management. *STOTEN*, 577, 1 – 18.
46. Skoulikidis, T.N., Sabater, S., Datry, T., Morais, M., Buffagni, A. et al. (2018): Non-perennial Mediterranean rivers in Europe: Status, pressures, and challenges for research and management. *Science of the Total Environment*, Elsevier 577: 1 – 18.
47. Skuja, A. (2011): Microhabitat preference of caddisfly (Trichoptera) communities in a medium-sized lowland stream in Latvia. *Zoosymposia* 5: 425 – 433.
48. Stubbington, R., Bogan, M. T., Bonada, N., Boulton, A. J., Datry, T., Leigh, C., Vorste, R. V. (2017): The biota of intermittent rivers and ephemeral streams: aquatic invertebrates. U: Darty, T., Bonada N., Boulton A. (ur.) *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. Elsevier Inc.
49. Šegota, T., Filipčić, A. (2003): Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. *Geoadria* 8(1): 17 – 37.
50. ter Braak, C. J. E., Verdonschot, P. E. M. (1995): Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57(3): 255 – 289.
51. ter Braak, C.J.F.; Šmilauer, P. (2012): *Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination, Version 5.0*; Microcomputer Power: Ithaca, NY, USA.
52. Tiunova, T.M. (2006): Trophic Structure of Invertebrate Communities in Ecosystems of Salmon Rivers in the Southern Far East. *Russian Journal of Ecology* 37(6): 419 – 425.
53. Tomić, F., Šimunić, I. (2013 i 2014): Unapređenje poljoprivrede na prostoru Šibensko-kninske županije primjenom navodnjavanja. *God. Titius*, br. 6-7, 467 – 485.
54. Tzoraki, O., Nikolaidis, N. P., Amaxidis, Y., Skoulikidis, N. T. (2007): In-Stream Biogeochemical Processes of a Temporary River. *Environ. Sci. Technol.* 41: 1225 – 1231.
55. Urbanič, G., Toman, M. J. (2007): Influence of Environmental Variables on Stream Caddis Larvae in Three Slovenian Ecoregions: Alps, Dinaric Western Balkans and Pannonian Lowland. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 92 (4–5): 582 – 602.
56. Vilenica, M., Rebrina, F., Matoničkin Kepčija, R., Šegota, V., Rumišek, M., Ružanović, L., Brigić, A. (2022): Aquatic Macrophyte Vegetation Promotes Taxonomic and

Functional Diversity of Odonata Assemblages in Intermittent Karst Rivers in the Mediterranean. *Diversity* 14 (31).

57. Vorste, R. V., Corti, R., Sagouis, A., Datry, T. (2016): Invertebrate communities in gravel-bed, braided rivers are highly resilient to flow intermittence. *Freshwater Science* 35 (1): 164 – 177.
58. Waringer, J. A., Graf, W. (2011): *Atlas of Central European Trichoptera Larvae*. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 pp.
59. Williams, D. D., Feltmate, B. W. (1992): *Aquatic Insects*. CAB International, Wallingford, Oxon.

## 7. Životopis

Odrasla sam u Zagrebu gdje sam pohađala osnovnu i srednju školu. Nakon gimnazije, 2017. godine sam upisala Preddiplomski studij Znanosti o okolišu na Prirodoslovno – matematičkom fakultetu (PMF-u) u Zagrebu, a završetkom preddiplomskog studija 2020. godine, upisala sam Diplomski studij Znanosti o okolišu. Tijekom preddiplomskog studija sam radila u laboratoriju na Zavodu za molekularnu biologiju na PMF-u zbog čega sam u akademskoj godini 2019./2020. dobila Rektorovu nagradu za timski znanstveni rad pod naslovom „Fitotoksični učinci nanočestica srebra stabiliziranih omotačima na biljku duhana“, sudjelovala na Simpoziju studenata biologije 2019. s posterom te 2021. s usmenim izlaganjem povezane teme. Vodila sam i sudjelovala na radionicama za beskralješnjake na manifestaciji Noć biologije 2019. i 2021. godine. Za završetak preddiplomskog studija sam izradila Završni rad na Geološkom odsjeku PMF-a na temu „Klasifikacija i tipizacija obala otoka Hvara“ pod mentorstvom doc. dr. sc. Kristine Pikelj. Od 2020. do 2021. sam bila članica Upravnog odbora Udruge studenata biologije BIUS, a od 2020. do 2022. sam vodila Sekciju za kopnene vode u Udruzi. Vodila sam istraživačko-edukacijski projekt „Dabar i voda 2021“ i sudjelovala na projektima „Žumberak 2020.“ i „Žumberak 2021.“. U 2021. godini sam sudjelovala na istraživačko – edukacijskom projektu „Potočni rak – Kustošak 2021“, edukativno – znanstvenom projektu „RE: Regionalno izumrla“ te na projektu „Lijepa priča“. Sudjelovala sam 2020. godine na simpoziju SymbioSE 2020., a 2021. na Simpoziju studenata biologije s posterom „Makrozoobentos i kakvoća vode lokvi Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje“. Volontirala sam u Udruzi Bioteka te bila dio Sustava mentorstva na PMF-u kao pomoć studentima prve godine studija. U 2022. godini sam obavljala Erasmus+ stručnu praksu na Sveučilištu u Beču nakon čega je nastao znanstveni rad pod naslovom „Decipher groundwater food web interactions by means of stable isotope and gut microbiome analyses“. U 2022. godini sam sudjelovala na višednevnim radionicama „MedILS Summer School in Science Communication“. Također, 2022. godini sam radila na dijelu terenskih istraživanja za „Grupu 11: Izrada i razvoj programa praćenja za kornjaše s jačanjem kapaciteta dionika sustava praćenja i izvješćivanja“, a diplomski rad sam izradila u sklopu projekta „Prostorno – vremenska varijabilnost kopnenih i vodenih zajednica povremenih tekućica dinarskog krša DinDRY“.



## 8. Prilozi

Tablica 1. Mikrostanjšta, prosječna širina vodotoka i prosječna dubina vodotoka za tri postaje na dijelovima toka četiri istraživane rijeke (KR – Krčić, MJ – Miljašić Jaruga, GU – Guduča, ČI – Čikola).

	KR1	KR2	KR3	MJ1	MJ2	MJ3	GU1	GU2	GU3	ČI1	ČI2	ČI3
<b>Mikrostanjšta (%)</b>	60% fital, 20% mesolital, 20% mikrolital	60% fital, 20% mesolital, 20% mikrolital	40% fital, 40% lital, 10% ksilal, 10% psamal	70% fital, 30% mesolital	50% fital, 30% mikrolital, 20% argilal	80% fital, 20% argilal	60% fital, 20% megalital, 20% mesolital	20% mesolital, 20% korijenje trstike (ksilal), 60% fital	10% mikrolital, 10% mesolital (sabito tlo), 80% fital	80% fital, 20% megalital (nedostupan u dubokoj vodi)	60% fital, 30% argilal, 10% akal	10% fital, 20% mikrolital, 20% ksilal, 50% megalital
<b>Prosječna širina korita (m)</b>	17,5	12,18	12,5	5,75	2,75	3,75	6,5	6,5	8	17,5	24,25	22,5
<b>Prosječna dubina vodotoka (cm)</b>	27,5	33,75	20	23,27	31,25	22,5	18,75	32,5	53,75	45	37,5	21,25
<b>Zasjenjenost</b>	Osunčano	Osunčano	Poluzasjenjeno	Osunčano	Osunčano	Osunčano	Poluzasjenjeno	Osunčano	Osunčano	Osunčano	Poluzasjenjeno	Osunčano

Tablica 2. Kruskal – Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) za rijeku Krčić proveden za broj svojti, prosječnu gustoću, Simpsonov indeks raznolikosti ( $\Lambda$ ) i Shannonov indeks raznolikosti ( $H'$ ). df – stupnjevi slobode. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

	Broj svojti	Prosječna gustoća	$\Lambda$	$H'$
<b>Kruskal-Wallis H</b>	1,583	0,869	2,000	2,000
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,453	0,648	0,368	0,368
<b>Median test</b>	2,000	2,000	2,182	2,182
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,368	0,368	0,336	0,336

Tablica 3. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) za rijeku Miljašić Jarugu proveden za broj svojti, prosječnu gustoću, Simpsonov indeks raznolikosti ( $\Lambda$ ) i Shannonov indeks raznolikosti ( $H'$ ). df – stupnjevi slobode. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

	Broj svojti	Prosječna gustoća	$\Lambda$	$H'$
<b>Kruskal-Wallis H</b>	2,549	2,861	5,056	5,056
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,280	0,239	0,080	0,080
<b>Median test</b>	4,800	6,000	4,800	4,800
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,091	<b>0,050*</b>	0,091	0,091

\*Unatoč značajnoj vrijednosti za prosječnu gustoću prema Median testu, niti jedan *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) nije značajan, te podaci za usporedbe nisu prikazani.

Tablica 4. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) za rijeku Guduču proveden za broj svojti, prosječnu gustoću, Simpsonov indeks raznolikosti ( $\Lambda$ ) i Shannonov indeks raznolikosti ( $H'$ ). df – stupnjevi slobode. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

	Broj svojti	Prosječna gustoća	$\Lambda$	$H'$
<b>Kruskal-Wallis H</b>	4,950	4,782	1,114	1,114
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,084	0,092	0,573	0,573
<b>Median test</b>	6,000	6,000	1,200	1,200
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	<b>0,050*</b>	<b>0,050*</b>	0,549	0,549

\*Unatoč značajnoj vrijednosti za broj svojti i prosječnu gustoću prema Median testu, niti jedan *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) nije značajan, te podaci za usporedbe nisu prikazani.

Tablica 5. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) za rijeku Čikolu proveden za broj svojti, prosječnu gustoću, Simpsonov indeks raznolikosti ( $\Lambda$ ) i Shannonov indeks raznolikosti ( $H'$ ). df – stupnjevi slobode. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

	Broj svojti	Prosječna gustoća	$\Lambda$	$H'$
<b>Kruskal-Wallis H</b>	4,301	2,862	5,110	5,590
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,116	0,262	0,078	0,061
<b>Median test</b>	3,000	0,686	6,000	6,000
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><i>p</i></b>	0,223	0,710	<b>0,050</b>	<b>0,050</b>

Tablica 6. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	$p$
1-2	2,000	0,472
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	2,000	0,472

Tablica 7. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) za četiri istraživane krške rijeke proveden za broj svojti, prosječnu gustoću, Simpsonov indeks raznolikosti ( $\Lambda$ ) i Shannonov indeks raznolikosti ( $H'$ ). df – stupnjevi slobode. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

	Broj svojti	Prosječna gustoća	$\Lambda$	$H'$
<b>Kruskal-Wallis H</b>	7,552	5,233	8,702	9,422
<b>df</b>	3	3	3	3
<b><i>p</i></b>	0,056	0,156	<b>0,034</b>	<b>0,024</b>
<b>Median test</b>	8,824	3,021	8,824	8,824
<b>df</b>	3	3	3	3
<b><i>p</i></b>	<b>0,032</b>	0,388	<b>0,032</b>	<b>0,032</b>

Tablica 8. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (rijeka) za Shannonov indeks raznolikosti za četiri istraživane krška rijeke. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	$p$
<b>Krčić – Miljašić Jaruga</b>	-8,083	0,510
<b>Krčić - Guduča</b>	-1,792	1,000
<b>Krčić – Čikola</b>	-12,792	<b>0,038</b>
<b>Miljašić Jaruga – Guduča</b>	6,292	1,000
<b>Miljašić Jaruga – Čikola</b>	-4,708	1,000
<b>Guduča - Čikola</b>	-11,000	1,000

Tablica 9. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) za dijelove toka istraživanih krških rijeka proveden za broj svojti, prosječnu gustoću, Simpsonov indeks raznolikosti ( $\Lambda$ ) i Shannonov indeks raznolikosti ( $H'$ ). df – stupnjevi slobode. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

	<b>Broj svojti</b>	<b>Prosječna gustoća</b>	<b><math>\Lambda</math></b>	<b><math>H'</math></b>
<b>Kruskal-Wallis H</b>	0,099	0,095	1,151	1,520
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,952	0,954	0,563	0,468
<b>Median test</b>	1,312	0,000	1,312	1,312
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,519	1,000	0,519	0,519

Tablica 10. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) proveden za rijeku Krčić za a) trofičku strukturu; b) sklonost svojti određenoj zoni tekućice; c) sklonost svojti određenom mikrostaništu. Značajne  $p$  vrijednosti označene su masnim slovima.

a)	<b>Strugači</b>	<b>Usitnjivači</b>	<b>Predatori</b>
<b>Kruskal-Wallis H</b>	3,463	3,463	1,689
<b>df</b>	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,177	0,177	0,430
<b>Median test</b>	2,743	2,743	2,000
<b>df</b>	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,254	0,254	0,368

b)	<b>Hipokrenal</b>	<b>Epipotamal</b>	<b>Nedefinirano</b>
<b>Kruskal-Wallis H</b>	3,463	3,463	4,364
<b>df</b>	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,177	0,177	0,113
<b>Median test</b>	2,743	2,743	4,800
<b>df</b>	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,254	0,254	0,091

c)	<b>Psamal</b>	<b>Akal</b>	<b>Lital</b>	<b>Usitnjena organska tvar</b>
<b>Kruskal-Wallis H</b>	3,463	3,463	4,364	3,463
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,177	0,177	0,113	0,177
<b>Median test</b>	2,743	2,743	4,800	2,743
<b>df</b>	2	2	2	2
<b><math>p</math></b>	0,254	0,254	0,091	0,254

Tablica 11. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) proveden za rijeku Miljašić Jarugu za a) trofičku strukturu; b) sklonost svojti određenoj zoni tekućice; c) sklonost svojti određenom mikrostaništu. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

a)	Strugači	Bušači	Usitnjivači	Sakupljači	Predatori	Ostalo
<b>Kruskal-Wallis H</b>	2,037	7,200	4,770	1,425	8,343	4,364
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,361	<b>0,027</b>	0,092	0,490	<b>0,015</b>	0,113
<b>Median test</b>	4,800	8,000	8,000	2,000	2,667	4,800
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,091	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	0,368	0,264	0,091

b)	Metaritoral	Hiporitoral	Epipotamal	Metapotamal	Litoral	Profundal	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	2,867	8,375	8,375	4,770	4,770	4,770	7,157
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,239	<b>0,015</b>	<b>0,015</b>	0,092	0,092	0,092	0,028
<b>Median test</b>	2,667	2,667	2,667	8,000	8,000	8,000	8,000
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,264	0,264	0,264	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	0,018

c)	Pelal	Psamal	Akal	Lital	Fital	Usitnjena organska tvar	Ostalo	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	4,770	4,770	4,364	4,364	4,364	4,324	4,770	2,387
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,092	0,092	0,113	0,113	0,113	0,115	0,092	0,303
<b>Median test</b>	8,000	8,000	4,800	4,800	4,800	8,000	8,000	2,000
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	<b>0,018*</b>	<b>0,018*</b>	0,091	0,091	0,091	<b>0,018*</b>	0,018	0,368

\* Unatoč značajnoj vrijednosti za pelal, psamal i usitnjenu organsku tvar prema Median testu, niti jedan *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) nije značajan, te podaci za usporedbe nisu prikazani.

Tablica 12. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za predatore za rijeku Miljašić Jarugu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	-6,750	<b>0,018</b>
1-3	-5,250	0,097
2-3	1,500	1,000

Tablica 13. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu hiporitrala za rijeku Miljašić Jarugu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	-6,750	<b>0,018</b>
1-3	-5,250	0,096
2-3	1,500	1,000

Tablica 14. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu epipotamala za rijeku Miljašić Jarugu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	-6,750	<b>0,018</b>
1-3	-5,250	0,096
2-3	1,500	1,000

Tablica 15. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) proveden za rijeku Guduču za a) trofičku strukturu; b) sklonost svojti određenoj zoni tekućice; c) sklonost svojti određenom mikrostaništu. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

a)	Strugači	Usitnjivači	Predatori
Kruskal-Wallis H	2,444	2,617	5,078
df	2	2	2
<i>p</i>	0,295	0,270	0,079
Median test	2,667	2,667	4,800
df	2	2	2
<i>p</i>	0,264	0,264	0,091

b)	Hipokrenal	Epiritral	Metarital	Hiporital	Epipotamal	Metapotamal	Litoral	Profundal	Nedefinirano
Kruskal-Wallis H	2,000	2,000	2,000	2,444	2,217	2,217	2,217	2,217	4,400
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>p</i>	0,368	0,368	0,368	0,295	0,330	0,330	0,330	0,330	0,111
Median test	2,182	2,182	2,182	2,667	2,667	2,667	2,667	2,667	4,800
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>p</i>	0,336	0,336	0,336	0,264	0,264	0,264	0,264	0,264	0,091

c)	Pelal	Psamal	Lital	Usitnjena organska tvar	Ostalo	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	2,217	2,217	4,400	2,217	2,217	2,000
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,330	0,330	0,111	0,330	0,330	0,368
<b>Median test</b>	2,667	2,667	4,800	2,667	2,667	2,183
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,264	0,264	0,091	0,264	0,264	0,336

Tablica 16. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) proveden za rijeku Čikolu za a) trofičku strukturu; b) sklonost svojiti određenoj zoni tekućice; c) sklonost svojiti određenom mikrostaništu. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

a)	Strugači	Usitnjivači	Sakupljači	Predatori
<b>Kruskal-Wallis H</b>	7,107	6,359	2,000	7,391
<b>df</b>	2	2	2	2
<b>p</b>	<b>0,029</b>	<b>0,042</b>	0,368	<b>0,025</b>
<b>Median test</b>	6,000	6,000	2,182	8,000
<b>df</b>	2	2	2	2
<b>p</b>	<b>0,050</b>	<b>0,050</b>	0,336	<b>0,018</b>

b)	Hipokrenal	Epiritral	Metarital	Hiporitral	Epipotam	Metapotam	Litoral	Profundal	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	1,114	1,114	2,000	8,758	7,221	6,475	7,568	7,568	2,000
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,573	0,573	0,368	<b>0,013</b>	<b>0,027</b>	<b>0,039</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	0,368
<b>Median test</b>	1,200	1,200	2,182	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	2,182
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,549	0,549	0,336	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	0,336

c)	Pelal	Psamal	Akal	Lital	Fital	Usitnjena organska tvar	Ostalo	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	6,451	6,268	2,054	4,364	4,364	6,120	7,596	1,114
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	<b>0,040</b>	<b>0,044</b>	0,358	0,113	0,113	<b>0,047</b>	0,022	0,573
<b>Median test</b>	8,000	8,000	2,667	4,800	4,800	6,000	8,000	1,200
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	0,264	0,091	0,091	<b>0,050</b>	0,018	0,549

Tablica 17. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za strugače za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	0,750	1,000
1-3	5,625	<b>0,042</b>
2-3	4,875	0,100

Tablica 18. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za predatore za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,500	0,900
1-3	6,500	<b>0,021</b>
2-3	4,000	0,292

Tablica 19. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za usitnjivače za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	0,000	1,000
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 20. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za predatore za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	1,143	0,855
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 21. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu hiporitrala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	4,000	0,309
1-3	7,250	<b>0,009</b>
2-3	3,250	0,556



Tablica 22. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu epipotamala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,500	0,917
1-3	6,500	<b>0,023</b>
2-3	4,000	0,304

Tablica 23. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu metapotamala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	1,500	1,000
1-3	6,000	<b>0,043</b>
2-3	4,500	0,200

Tablica 24. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu litorala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku.

Parovi	Test Statistic	<i>P</i>
1-2	3,000	0,667
1-3	6,750	<b>0,018</b>
2-3	3,750	0,382

Tablica 25. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu profundala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	3,000	0,667
1-3	6,750	<b>0,018</b>
2-3	3,750	0,382

Tablica 26. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu hiporitrala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,000	0,472
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 27. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu epipotamala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,000	0,472
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 28. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu metapotamala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	0,533	1,000
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 29. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu litorala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,000	0,472
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 30. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu profundala za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,000	0,472
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 31. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za mikrostaništa pelal za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	1,500	1,000
1-3	6,000	<b>0,044</b>
2-3	4,500	0,202

Tablica 32. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za mikrostanište pelal za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	0,000	1,000
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 33. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za mikrostanište psamal za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	0,000	1,000
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,800	0,085

Tablica 34. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za mikrostanište usitnjena organska tvar za rijeku Čikolu. 1 – postaja na gornjem toku; 2 – postaja na srednjem toku; 3 – postaja na donjem toku. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi	Test Statistic	<i>p</i>
1-2	2,000	0,472
1-3	8,000	<b>0,014</b>
2-3	4,000	0,085

Tablica 35. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) proveden za četiri istraživane krške rijeke za a) trofičku strukturu; b) sklonost svojti određenoj zoni tekućice; c) sklonost svojti određenom mikrostaništu. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

a)	Strugači	Usitnjivači	Predatori	Bušači	Sakupljači	Ostalo
<b>Kruskal-Wallis H</b>	7,257	2,770	5,259	9,391	16,919	6,128
<b>df</b>	3	3	3	3	3	3
<b><i>p</i></b>	0,064	0,428	0,154	<b>0,025</b>	<b>0,001</b>	0,106
<b>Median test</b>	6,667	4,925	8,932	9,600	16,557	6,261
<b>df</b>	3	3	3	3	3	2
<b><i>p</i></b>	0,083	0,177	<b>0,030</b>	<b>0,022</b>	<b>0,001</b>	0,100

b)	Hipokrenal	Epiritral	Metarital	Hiporital	Epipotam	Metapotam	Litoral	Profundal	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	9,493	3,946	4,286	19,506	10,016	13,420	13,359	13,235	1,362
<b>df</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b><i>p</i></b>	<b>0,023</b>	0,267	0,232	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,018</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	0,714
<b>Median test</b>	8,400	3,911	4,242	19,886	6,667	14,578	14,578	14,578	1,200
<b>df</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b><i>p</i></b>	<b>0,038</b>	0,271	0,237	<b>&lt;0,0001</b>	0,083	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	0,753

c)	Pelal	Psamal	Akal	Lital	Fital	Usitnjena organska tvar	Ostalo	Nedefiniran o
<b>Kruskal- Wallis H</b>	13,277	3,580	7,706	0,075	4,277	4,240	12,917	12,351
<b>df</b>	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>p</b>	<b>0,004</b>	0,310	0,052	0,995	0,233	0,237	0,005	0,006
<b>Median test</b>	14,578	4,925	6,568	0,000	4,364	6,667	14,578	11,350
<b>df</b>	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>p</b>	<b>0,002</b>	0,177	0,087	1,000	0,225	0,083	0,002	0,010

Tablica 36. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za sakupljače za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-12,250	<b>0,003</b>
Krčić - Guduča	0,000	1,000
Krčić – Čikola	-1,750	1,000
Miljašić Jaruga – Guduča	12,250	<b>0,003</b>
Miljašić Jaruga – Čikola	10,500	<b>0,017</b>
Guduča - Čikola	-1,750	1,000

Tablica 37. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za predatore za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	8,224	<b>0,025</b>
Krčić - Guduča	0,168	1,000
Krčić – Čikola	4,444	0,210
Miljašić Jaruga – Guduča	2,667	0,615
Miljašić Jaruga – Čikola	1,200	1,000
Guduča - Čikola	0,667	1,000

Tablica 38. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za sakupljače za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	8,000	<b>0,028</b>
Krčić - Guduča	-	-
Krčić – Čikola	1,043	1,000
Miljašić Jaruga – Guduča	8,000	<b>0,028</b>
Miljašić Jaruga – Čikola	5,042	0,148
Guduča - Čikola	1,043	1,000

Tablica 39. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu hipokrenala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	10,625	<b>0,025</b>
Krčić - Guduča	8,917	0,097
Krčić – Čikola	6,958	0,363
Miljašić Jaruga – Guduča	-1,708	1,000
Miljašić Jaruga – Čikola	-3,667	1,000
Guduča - Čikola	-1,958	1,000

Tablica 40. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu hiporitrala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-21,708	<b>&lt;0,0001</b>
Krčić - Guduča	-6,500	1,000
Krčić – Čikola	-11,792	0,123
Miljašić Jaruga – Guduča	15,208	<b>0,017</b>
Miljašić Jaruga – Čikola	9,917	0,308
Guduča - Čikola	-5,292	1,000

Tablica 41. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu epipotamala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-11,958	0,147
Krčić - Guduča	4,250	1,000
Krčić – Čikola	-1,958	1,000
Miljašić Jaruga – Guduča	16,208	<b>0,014</b>
Miljašić Jaruga – Čikola	10,000	0,360
Guduča - Čikola	-6,208	1,000

Tablica 42. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu metapotamala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-15,125	<b>0,013</b>
Krčić - Guduča	-5,875	1,000
Krčić – Čikola	-15,000	<b>0,015</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	9,250	0,369
Miljašić Jaruga – Čikola	0,125	1,000
Guduča - Čikola	-9,125	0,391

Tablica 43. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu litorala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-15,125	<b>0,014</b>
Krčić - Guduča	-5,875	1,000
Krčić – Čikola	-15,000	<b>0,015</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	9,250	0,373
Miljašić Jaruga – Čikola	0,125	1,000
Guduča - Čikola	-9,125	0,395

Tablica 44. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu profundala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-17,333	<b>0,003</b>
Krčić - Guduča	-6,875	0,994
Krčić – Čikola	-11,792	0,105
Miljašić Jaruga – Guduča	10,458	0,210
Miljašić Jaruga – Čikola	5,542	1,000
Guduča - Čikola	-4,917	1,000

Tablica 45. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu hiporitrala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	17,143	<b>&lt;0,0001</b>
Krčić - Guduča	3,429	0,384
Krčić – Čikola	9,882	<b>0,010</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	6,000	0,086
Miljašić Jaruga – Čikola	2,667	0,615
Guduča - Čikola	2,743	0,586

Tablica 46. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu metapotamala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	12,000	<b>0,003</b>
Krčić - Guduča	3,429	0,384
Krčić – Čikola	9,882	<b>0,010</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	4,196	0,243
Miljašić Jaruga – Čikola	0,168	1,000
Guduča - Čikola	2,743	0,586

Tablica 47. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu litorala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	12,000	<b>0,003</b>
Krčić - Guduča	3,429	0,384
Krčić – Čikola	9,882	<b>0,010</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	4,196	0,243
Miljašić Jaruga – Čikola	0,168	1,000
Guduča - Čikola	2,743	0,586

Tablica 48. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za zonu profundala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	12,000	<b>0,003</b>
Krčić - Guduča	3,429	0,384
Krčić – Čikola	9,882	<b>0,010</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	4,196	0,243
Miljašić Jaruga – Čikola	0,168	1,000
Guduča - Čikola	2,743	0,586

Tablica 49. Kruskal - Wallis *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za mikrostanište pelal za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	-15,333	<b>0,012</b>
Krčić - Guduča	-5,958	1,000
Krčić – Čikola	-14,708	<b>0,018</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	9,375	0,351
Miljašić Jaruga – Čikola	0,625	1,000
Guduča - Čikola	-8,750	0,464

Tablica 50. Median *post hoc* test uspoređivanja parova (postaja) za mikrostanište pelala za četiri istraživane krške rijeke. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

Parovi rijeka	Test Statistic	<i>p</i>
Krčić – Miljašić Jaruga	12,000	<b>0,003</b>
Krčić - Guduča	3,429	0,384
Krčić – Čikola	9,882	<b>0,010</b>
Miljašić Jaruga – Guduča	4,196	0,243
Miljašić Jaruga – Čikola	0,168	1,000
Guduča - Čikola	2,743	0,586

Tablica 51. Kruskal Wallis H test i Median test za nezavisne uzorke (Median test) proveden za dijelove toka istraživanih krških rijeka za a) trofičku strukturu; b) sklonost svojiti određenoj zoni tekućice; c) sklonost svojiti određenom mikrostanju. Značajne *p* vrijednosti označene su masnim slovima.

a)	Strugači	Usitnjivači	Predatori	Bušači	Sakupljači	Ostalo
<b>Kruskal-Wallis H</b>	1,149	2,208	5,400	6,261	1,911	4,085
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,563	0,332	0,067	<b>0,044*</b>	0,385	0,130
<b>Median test</b>	0,500	0,668	3,172	6,400	2,341	4,174
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,779	0,716	0,205	<b>0,041*</b>	0,310	0,124

\*Unatoč značajnoj vrijednosti za funkcionalnu skupinu bušača prema Kruskal – Wallis H testu i Median testu, niti jedan *post hoc* test uspoređivanja parova (dijelova toka) nije značajan, te podaci za usporedbe nisu prikazani.

b)	Hipokrenal	Epiritral	Metarital	Hiporital	Epipotam	Metapotam	Litoral	Profundal	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	1,159	0,004	0,456	2,327	4,094	0,662	0,277	1,500	0,325
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,560	0,998	0,796	0,312	0,086	0,718	0,871	0,472	0,850
<b>Median test</b>	0,821	0,000	0,447	2,133	3,500	0,750	0,750	0,750	0,334
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,663	1,000	0,800	0,344	0,174	0,687	0,687	0,687	0,846

c)	Pelal	Psamal	Akal	Lital	Fital	Usitnjena organska tvar	Ostalo	Nedefinirano
<b>Kruskal-Wallis H</b>	0,809	2,693	2,467	0,832	4,085	2,808	1,059	1,165
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,667	0,260	0,291	0,660	0,130	0,246	0,589	0,558
<b>Median test</b>	0,750	1,175	2,462	1,200	4,174	1,175	0,750	1,143
<b>df</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>p</b>	0,687	0,566	0,292	0,549	0,124	0,556	0,687	0,565