Ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera) u epiftskim zajednicama plitkog slatkovodnog ekosustava

Pritišanac, Ena

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:972519

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij Biologija; smjer znanstveni

Ena Pritišanac

Ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera) u epiftskim zajednicama plitkog slatkovodnog ekosustava

Diplomski rad

Osijek, 2018

TEMELJNA DOKUMNTACIJSKA KARTICA **Diplomski rad**
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologija; smjer: znanstveni
Znastveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera) u epiftskim zajednicama plitkog slatkovodnog ekosustava

Ena Pritišanac

Rad je izrađen na: Odjelu za biologiju, Zavod za ekologiju voda
Mentor: dr. sc. Dubravka Čerba, docent

Kratak sažetak diplomskog rada

Mali Sakadaš je specifičan slatkovodni ekosustav s obzirom da se može po površini klasificirati kao bara za vrijeme niskog vodostaja (~ 0.25 ha) ili kao (plitko) jezero tijekom razdoblja plavljenja i visoke vode. S obzirom na to da svjetlost prodire do dna, omogućen je razvoj makrofitske vegetacije. Veliki biodiverzitet vrsta čine ga vrlo složenim sustavom. Istraživanje je provedeno u listopadu 2016. godine pri čemu je utvrđeno sedam rodova makrofitske vegetacije. Pojedine makrofitske vrste su odvojene te posebno isprane da bi se utvrdio sastav epifitske zajednice na svakoj vrsti posebno. Taksonomske skupine beskralježnjaka su prebrojane i razdvojene, dok su ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera) determinirane do najniže taksonomske kategorije i svrstane u funkcionalne hranidbene skupine. Utvrđena je dominantnost ličinki trzalaca na svim lokalitetima te je najveća raznolikost i brojnost ličinki trzalaca zabilježena na dominantnoj submerznoj vrsti *Ceratophyllum demersum*. Makrofitska vrsta *C demersum* se pokazala kao povoljan tip substrata za ličinke trzalaca osiguravajući dovoljnu količinu hrane. U istraživanju su potpunosti prevladavale Chironominae u brojnosti i raznolikosti, dok su sljedeće najbrojnije bile skupine Ephemeroptera i Zygoptera. Pronađene svojte ličinki trzalaca su karakteristične za eutrofna vodena tijela.

Broj stranica: 58
Broj slika: 34
Broj tablica: 8
Broj literaturnih navoda: 51
Broj priloga: -
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: bara, makrofiti, epifiton, ličinke kukaca

Datum obrane: 20.7.2018.

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. dr. sc. Filip Stević, docent, predsjednik
2. dr. sc. Dubravka Čerba, docent, član
3. dr. sc. Nataša Turić, docent, član
4. dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, docent, zamjena člana

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD **Master thesis**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek Department of Biology
Graduate university study programme in Biology
Scientific Area: Natural sciences
Scientific Field: Biology

Chironomid larvae (Chironomidae, Diptera) in epiphytic communities of shallow freshwater ecosystem

Ena Pritišanac

Thesis performed at: Department of Biology, Subdepartment of Water Ecology
Supervisor: Dubravka Čerba, PhD, Assistant professor

Short abstract

Mali Sakadas is a specific freshwater ecosystem since it can be classified as a pond during low water levels (~ 0.25 ha) or as a (shallow) lake during times of flooding and high water levels. Since light penetrates to the bottom, it is possible to develop submerged macrophyte vegetation. A large amount of nutrients and high biodiversity make it a very complex system. This research was conducted in October 2016, when seven species of macrophyte vegetation were identified. Macrophyte species are separated and especially washed to determine the composition of the epiphytic community on each species separately. Taxonomic groups of invertebrates were counted and separated, while chironomid lavaes (Chironomidae, Diptera) were identified to the lowest taxonomic category and classified into functional feeding groups. The dominance of chironomid larvae on all sites was determined and the largest variety and number of chironomid larvae were recorded on the dominant submerged species *Ceratophyllum demersum*. Macrophytic species of *C. demersum* proved to be a preferred type of substrate for chironomid larvae providing sufficient amounts of food. According to the research, Chironomidae were prevalent in number and diversity ahead of Ephemeroptera and Zygoptera, respectively. The found chironomid taxa are characteristic for eutrophic water bodies

Number of pages: 58
Number of figures: 34
Number of tables: 8
Number of references: 51
Original in: Croatian

Keywords: pond, macrophytes, epiphyton, insect larvae

Date of thesis defence: 20.7.2018.

Reviewers:
1. Filip Stević, PhD, Assistant Professor, chair
2. Dubravka Čerba, PhD, Assistant Professor, member
3. Nataša Turić, PhD, Assistant Professor, member
4. Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant Professor, member

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Thesis Repository of the National and University Library in Zagreb.

Diplomski rad je izrađen kao dio istraživanja u sklopu međunarodnog bilateralnog projekta „Trofički odnosi slatkovodne ihtiofaune: ishrana riba u održivim akvakulturama“.

Zahvaljujem svojoj mentorici doc.dr.sc. Dubravki Čerbi na velikom strpljenju koje je pokazala tijekom svih ovih godina. Zahvalna sam na svakoj konstruktivnoj kritici i vodstvu prilikom izrade ovog rada i rada u laboratoriju te na prenesenom znanju i divnom pristupu.

Zahvaljujem izv.prof.dr.sc. Siniši Ozimcu na pomoći u determinaciji makrofitskih vrsta.

Zahvaljujem ostaloj ekipi u laboratoriju, hvala vam za svaku kavu, pauzu i pomoć u determinaciji i izradi tablica.

Zahvaljujem mojim prekrasnim prijateljima koji su svaki put tolerirali kad sam morala nešto propustiti zbog svojih obaveza. Volim vas puno i sad je vrijeme za svaku nadoknadu.

Zahvaljujem svojoj prekrasnoj obitelji, svojim roditeljima, najdražoj sestri na podršći, motivaciji i vjerovanju u mene. Iako smo puno prošli, izgubili i dobili tijekom mog fakultetskog obrazovanja, hvala vam što ste uvijek imali vjeru u mene i iz dana u dan me podsjećali da ja ovo mogu. Volim vas.

I naposlijetku...zahvaljujem svom mužu. Najdraži, hvala ti na svakoj motivaciji, svakoj pomoći i na tvojoj snažnoj ljubavi koju imaš za mene. Ne bih ovo mogla bez tebe. Ti si moj najveći dar koji sam ikad primila. Hvala ti što si moj zaštitnik...Onaj koji stoji na čvrstoj Stijeni. Volim te.

SADRŽAJ

1. UVOD

1.1. Kopnene vode 1

1.2. Plitka jezera i bare 2

1.3. Makrofitska vegetacija 3

1.4. Organizmi u plitkim jezerima i barama 5

1.4.1. Ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera) 7

1.5. Cilj istraživanja 9

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja 10

2.2. Rad na terenu 13

2.3. Rad u laboratoriju 14

2.4. Analiza podataka 16

3. REZULTATI

3.1. Okolišni parametri 18

3.2. Kvalitativan sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka

3.2.1. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka na lokalitetu B1.....24

3.2.2. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka na lokalitetu B2.....29

3.2.3. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka na lokalitetu B3.....32

3.2.4. Struktura zajednice beskralježnjaka na sva tri lokaliteta usporedno 37

3.3. Sastav i brojnost zajednice ličinki trzalaca (Chironomidae, Diptera)

3.3.1. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice ličinki trzalaca na lokalitetu B1.....38

3.3.2. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice ličinki trzalaca na lokalitetu B2.....43

3.3.3. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice ličinki trzalaca na lokalitetu B3.....47

3.3.4. Struktura zajednice ličinki trzalaca na sva tri lokaliteta usporedno 51

3.3.5. Funkcionalne hranidbene skupine ličinki trzalaca 52

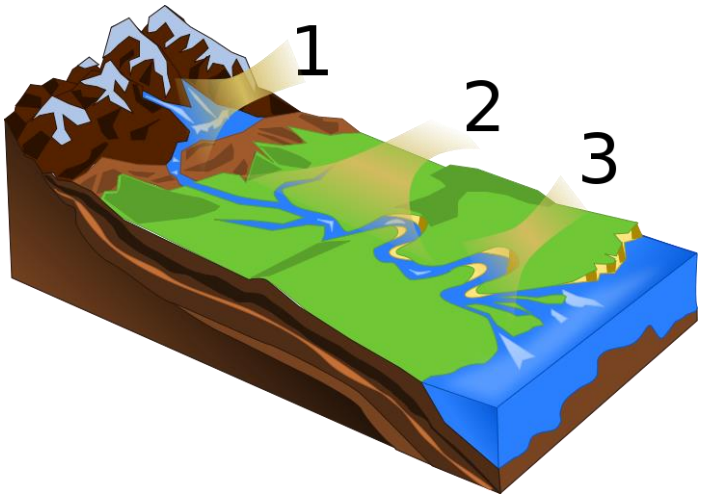
4. RASPRAVA 55
5. ZAKLJUČAK 58
6. LITERATURA

1. UVOD

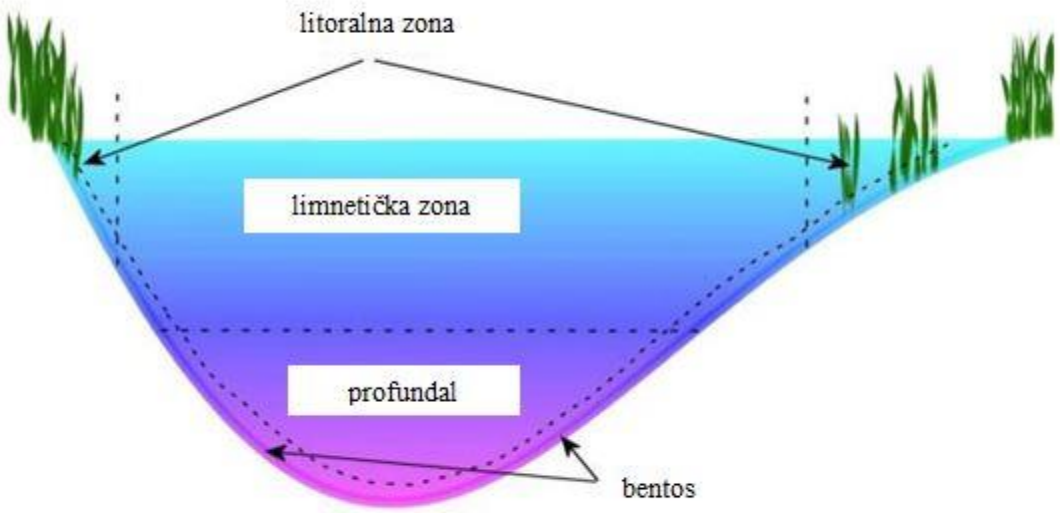
1.1. Kopnene vode

Postoji nekoliko vrsta podjela kopnenih voda s obzirom na različite kriterije, primjerice prema porijetlu (prirodne ili umjetne akumulacije) ili prema fizičkim i kemijskim svojstvima (npr. termalne), no glavni kriterij koji se uzima prvi u obzir je kretanje, brzina strujanja i duljina zadržavanja vode (Simić i Simić 2012). U skladu s tim kriterijima, kopnene vode dijelimo na dvije glavne skupine: tekuće ili lotičke sustave (Slika 1) i stajaće ili lentičke sustave (Slika 2). Izvori, potoci i rijeke pripadaju lotičkom sustavu te ih karakterizira neprekidno kretanje vode u jednom smjeru zbog toga što se voda pod utjecajem različitih sila kreće od izvora prema ušću. Lentički sustav obuhvaća sve stagnatne kopnene vode kao što su jezera, bare, lokve, močvare i ritovi u kojima ne postoji kontinuirani pravac strujanja vode (Simić i Simić 2012).

U lotičkim i lentičkim sustavima, uz razlike u strujanju vode, postoje razlike u izmjeni abiotičkih i biotičkih čimbenika. Abiotički čimbenici u lotičkim sustavima se mijenjaju duž cijelog pravca kretanja vode, tj. kroz gornji, srednji i donji tok. Suprotno tome, lentički sustavi su stagnantni te se zbog toga izmjena abiotičkih čimbenika, npr. prozirnost i temperatura, događa se u stupcu vode. U oba sustava abiotički čimbenici utječu na biotičke čimbenike tj. sastav, brojnost, raznolikost i strukturu zajednica organizama (Simić i Simić 2012).



Slika 1. Kretanje rijeke od izvora prema ušću 1-gornji tok s izvorom, 2-srednji tok s pritocima i meandrima, 3-donji tok s deltom rijeke (prilagođeno prema Web 1)



Slika 2. Zonacija jezera (prilagođeno prema Web 2)

1.2. Plitka jezera i bare

Jezerski ekosustavi imaju reljef koji ovisi o dubini i veličini jezera te razlikujemo obalno i duboko područje, odnosno litoralnu zonu i profundal (Slika 2). Dubina jezera ima velik utjecaj na ekologiju jezerskog sustava. Za dublja jezera je karakteristična temperaturna stratifikacija pojava dok je kod plitkih jezera, odnosno jezera do 3 m dubine, temperatura ista tj. izotermalna (Moss 2010). Bare, za razliku od jezera, su vrlo plitka vodena tijela u kojima svijetlo prodire do samog dna što omogućava razvoj biljnih zajednica (makrofitske vegetacije) i na dnu. Nastaju prirodno u poplavnim područjima kao dio riječnog sustava ili kao izolirane depresije. Dugovječnost bara ovisi o kombinaciji nekoliko čimbenika: dubina, trajanje plavljenja, razina nutrijenata, prisutnost ili odsutnost drugih vodenih tijela i sl. (Simić i Simić 2012). Bare su potpuno isušene u određenom periodu godine. Neke bare mogu presušiti na nekoliko tjedana u ljetnim mjesecima, dok neke mogu biti isušene godinama. Period isušivanja se razlikuje među barama jer nemaju stalan dotok vode te su ovisne o precipitaciji i istjecanju (Brönmark i Hansson 2005).

Promjene u vrijednostima abiotičkih čimbenika, kao što je kretanje vode uzrokovano vjetrom, olakšavaju razlikovanje plitkih jezera i bara. Miješanje vode uzrokovano vjetrom omogućava miješanje stupca vode u jezeru, dok je kod bara blago miješanje stupca vode inducirano temperaturom (Brönmark i Hansson 2005). Utjecaj vjetra

je od iznimne važnosti za opskrbu zajednica u plitkim slatkovodnim ekološkim sustavima s dovoljnom količinom nutrijenata, ali također za uklanjanje ekskrecijskih produkta dok utjecaj temperature utječe na distribuciju, ponašanje i metabolizam slatkovodnih organizama (Brönmark i Hansson 2005).

Uz fizikalne i kemijske faktore, abiotički čimbenici plitkih vodenih tijela formiraju okvir unutar kojeg žive slatkovodni organizmi. Okvir po Brönmarku i Hanssonu (2005) čine utjecaj vjetra i temperature, pH, stalnost staništa, dostupnost svijetla te raspoloživost uglijka, kisika i ostalih nutrijenata.

Plitke stajaćice su staništa s vrlo snažnim fluktuacijama abiotičkih čimbenika te nepredvidljivim periodima isušivanja koji djeluju kao limitirajući faktori za distribuciju većine slatkovodnih organizama. Čak i kada je vodeno tijelo ispunjeno vodom, okolišni čimbenici mogu imati ograničavajući utjecaj na organizme. Iz toga proizlazi da organizmi koji nastanjuju ovo stanište ima specifične adaptacije u svrhu maksimalnog iskorištavanja staništa. Bare nastanjuju mnogobrojni organizmi od kojih su mnogi specijalizirani za život na takvom staništu dok su drugi samo generalisti koje pronalazimo u svim slatkovodnim staništima (Brönmark i Hansson 2005).

Također, u formiranju zajednica unutar plitkih jezera i bara utječe stupanj trofije. Prema stupnju trofije odnosno prema intezitetu i visini primarne produkcije jezera dijelimo na oligotrofna (slabo produktivna), mezotrofna (umjereno produktivna), eutrofna (veoma produktivna) i distrofna (odumiruća) jezera (Simić i Simić 2012)

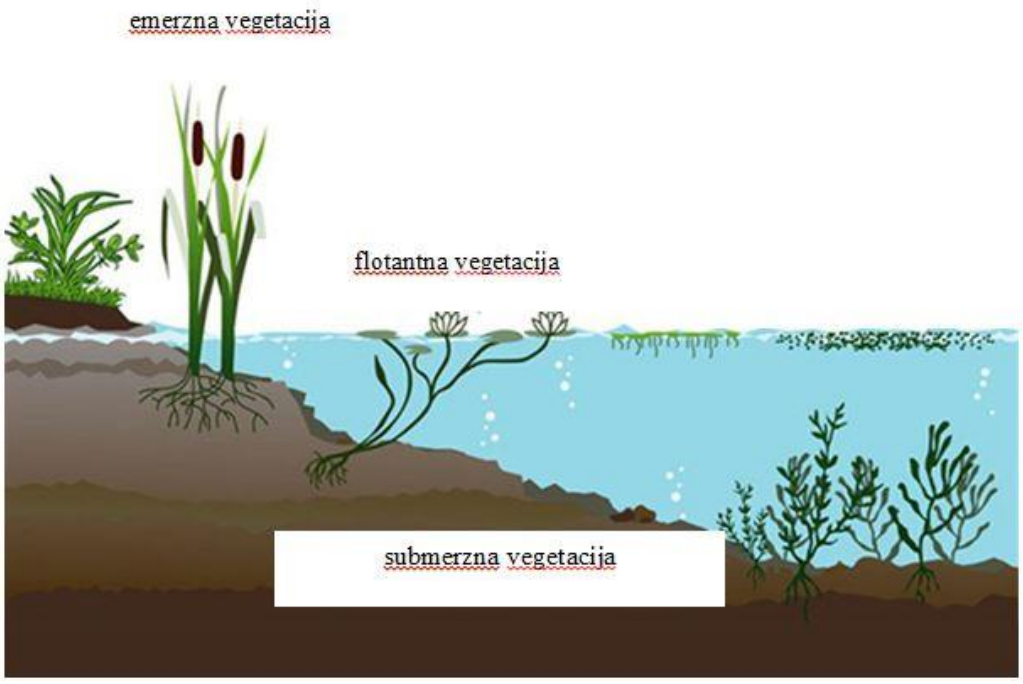
1.3. Makrofitska vegetacija

Današnja makrofitska vegetacija je anatomski, morfološki i fiziološki vrlo slična svojim terestričkim precima, ali ju karakteriziraju značajke koje su se evolucijski razvile zbog formiranja zajednica na anoksičnim tlima s čestim fluktuacijama u razini vode. U makrofitskim vegetacijama česti su heterofilija, klonalni rast (omogućava širenje makrofita) i šuplji prostori od korijena do listova koji su ispunjeni plinom koji omogućava distribuciju kisika unutar biljke (van der Valk 2006).

Makrofiti značajno doprinose biomasi plitkih jezera i bara te predstavljaju ključnu komponentu slatkovodnih ekosustava kao primarni producenti i nositelji organske tvari koja kruži unutar ekološkog sustava. Makrofitska vegetacija se nalazi u središtu trofičkih interakcija jer utječe na strukturu zajednice, ponašanje i kemijske interakcije (Burks i sur. 2006).

Najčešća podjela makrofitske vegetacije (van der Valk 2006) (Slika 3):

1. Submerzna vegetacija – cijela biljka se nalazi pod vodom i može biti ukorijenjena, neukorijenjena ili djelomično pričvršćena na substrat.
2. Flotantna vegetacija – listovi plutaju na površini vode dok je ostatak biljke ukorijenjen ili neukorijenjen.
3. Emerzna vegetacija – veći, gornji dio biljke nalazi se izvan vode, a zakorijenjene su u periodično uronjenoj ili neuronjenoj podlozi.



Slika 3. Oblici makrofitske vegetacije (prilagođeno prema Web 3)

Površina makrofitske vegetacije je ključna za kvantitativna istraživanja epifitskih zajednica (Armstrong i sur. 2003). Submerzna makrofitska vegetacija djeluje kao zaštita od predatora i kao izvor hrane ostalim organizmima jer djeluju kao dobra podloga za razvoj obraštaja i zajednica alga te ujedno utječe na protok vode. Također, makrofitska vegetacija se najviše razvija u litoralnoj zoni što znači da ima veliki utjecaj na biotičke – abiotičke odnose u slatkovodnim ekološkim sustavima, posebno u plitkim stajaćim tijelima jer stabilizira sediment i rubne dijelove vodenog tijela (Čerba i sur. 2011; Bogut i sur. 2009). Prilikom razgradnje, makrofiti postaju dostupni heterotrofnim mikroorganizmima kao izvor energije. Organska tvar koja nastaje prilikom razgradnje makrofita u plitkim vodenim tijelima značajno utječe na kruženje tvari i protok energije unutar zajednica (van

der Valk 2006). Organsku tvar brzo koloniziraju mikroorganizmi čija se biomasa povećava što povećava razinu raspadanja organske tvari. Prilikom miješanja mikroorganizama s organskom tvari nastaje detritus koji je izvor hrane za detrivorne organizme (van der Valk 2006).

Prisutnost vegetacije u slatkovodnim ekološkim sustavima često rezultira značajnim povećanjem površine dostupne za kolonizaciju (Bogut i sur. 2009; Armitage i sur. 1995). U mnogim istraživanjima (npr. Čerba i sur. 2011; Moore 1980; Driver 1977; Barber i Kevern 1973) je utvrđena pozitivna korelaciju između prisutnosti makrofita i abundancije i razvnovrsnoti ličinki trzalaca. Brojni obrasci mikrodistribucije beskralježnjaka pokazali su da je mikrodistribucija pod snažnim utjecajem morfologije makrofitske vegetacije. Abundancija organizama epifitona koji koloniziraju makrofite je često veća na makrofitama s rascijepljenim listovima nego kod makrofita bez rascijepljenih listova, zato što imaju veću površinu kao izvor hrane za beskralježnjake koji su strugači (engl. *grazers*) i zato što pružaju dodatni izvor zaštite od predatora (Cheruvelil i sur. 2002). No međutim, Cyr i Downing (1988) smatraju da više različitih vrsta beskralježnjaka kolonizira makrofitske vrste sa širokim listovima zbog toga što su još bolji izvor zaštite od predatora od makrofitskih vrsta s rascijepljenim listovima. Također, utvrđeno je da alelopatski spojevi koje produciraju makrofitske vrste mogu spriječavati kolonizaciju epifaune na površini makrofita kao i otpuštanje svojih resursa, alga i bakterija zbog kompeticijskog odnosa za svjetlost i ugljik s epifitonom i fitoplankonom (Gross 1999; Gopal i Goel 1993).

1.4. Organizmi u plitkim jezerima i barama

U plitkim stajaćicama su važne zajednica kukaca, primjerice Ephemeroptera, Odonata i Diptera zbog regulacije trofičkih odnosa i kolonozacije makrofitske vegetacije (van der Valk 2006). Anaerobni uvjeti djeluju kao limitirajući faktor koji sprječava širenje kukaca koji se nalaze u obližnjim potocima i rijekama u plitke stajaćice (Brönmark i Hansson 2005). Također, plitke stajaćice redovito presušuju što uzrokuje brze i značajne promjene u okolišu koje ne mogu podnijeti svi organizmi. Skupine Coleoptera, Trichoptera, Odonata i Chironomidae imaju prilagodbe koje uključuju stvaranje jaja, razvojni stadij ličinke ili kukuljice što im pomaže prilikom preživljavanja suhih perioda (van der Valk 2006). Primjerice, pojedini pripadnici reda Trichoptera, polažu svoja jaja u nekoliko tjedana ličinke se razviju i ostanu u suhom bazenu sve dok se voda ne vrati (van der Valk 2006). Vrste koje dolaze tijekom proljeća, kada je bara puna, razmnožavaju se te

polažu svoja jaja u baru. Juvenilne jedinke započinju proces metamorfoze te provode ostatak svog životnog ciklusa kao terestrički organizmi ili migriraju u trajno vodeno tijelo gdje mogu proći još jednu generaciju (npr. neke vrste iz reda Ephemeroptera) (Brönmark i Hansson 2005).

Većina beskralježnjaka ima vrlo složen životni ciklus s nekoliko životnih stadija što znači da ne provode cijeli životni ciklus u vodi, gdje raniji razvojni stadiji (ličinke, kukuljice, nimfe) predstavljaju vodene organizme. Na distribuciju beskralježnjaka unutar i oko plitke stajaćice utječe kemijska svojstva vode, pH, temeperatura, dubina vode i fluktuacije u razini vode te dostupnost kisika (Brönmark i Hansson 2005). Jedan od glavnih problema s kojim se suočavaju beskralježnjaci je vrlo niska razina ili čak nedostatak kisika u stupcu vode, posebno na dnu (van der Valk 2006).

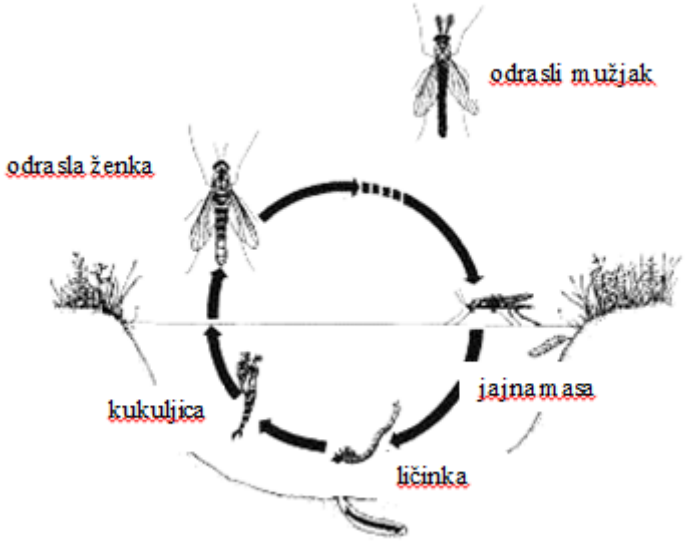
Organizmi koji žive u barama kroz cijelu godinu su razvili velik niz prilagodbi, primjerice ukopavaju se u sediment, formiraju mukozni omotač koji ih čini otpornima na isušivanje i sl. S druge strane, ostali organizmi u određenim fazama složenog životnog ciklusa napuštaju baru. Njihove promjene u morfologiji, fiziologiji i ponašanju su povezane s promjenom staništa (van der Valk 2006). Ta morfološka promjena je nužna za iskorištavanje različitih ekoloških niša. Organizmi u povremenim staništima su prilagođeni za iskorištavanje bogatih resursa što pruža priliku za rapidan rast i uspješnu reprodukciju. Mnoge skupine organizama koriste resurse bara za rapidan rast u juvenilnim stadijima te postoje značajne varijacije u strategijama preživljavanja suhog perioda (van der Valk 2006). Neke vrste provode zimu u suhom bazenu u obliku jaja ili adultnih jedinki. Vrste koje koloniziraju takav tip staništa imaju vrlo učinkovite metode disperzije. Mnogi organizmi su aktivni kolonizatori kao kukci koji lete između staništa, pijavce ili vodozomci koji se kreću iz bare u baru. S druge strane, pasivni kolonizatori ovise o raspršenju uz pomoć vjetra ili ostalih aktivnih kolonizatora (Brönmark i Hansson 2005).

Predatori koji su ključni za regulaciju populacije plijena su ili odsutni (npr. ribe) ili dolaze kasnije što dovodi do niskog pritiska predatora. Kada baru nasele predatori, mnogi organizmi su završili svoj životni ciklus i napustili baru ili su dosegli veličinu u kojoj više nisu podložni predaciji. Organizmi koji imaju mogućnost preživljavanja u ovakvim staništima mogu stvoriti populacije vrlo velike gustoće (Brönmark i Hansson 2005).

1.4.1. Ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera)

Ličinke trzalaca su vrlo često najbrojnija skupina beskralježnjaka u slatkovodnim ekosustavima, a koje su ujedno i rasprostranjene po cijelom svijetu na različitim tipovima staništima. Izrazito su prilogodljivi na snažne fluktuacije okolišnih čimbenika (Armitage i sur. 1995; van der Valk 2006). Mnoge vrste ličinki trzalca imaju hemoglobin koji ima vrlo velik afinitet za kisik i služi kao kratkoročni rezervoar kisika (van der Valk 2006). Jedna od prilagodbi na staništa s manjkom kisika je i koloniziranje makrofitske vegetacije koja služi kao dodatni izvor kisika ličinkama trzalaca (Čerba i sur. 2011). U mnogim je istraživanjima prepoznata važnost substrata kao faktora koji utječe na distribuciju ličinki trzalaca i sastav zajednice (Čerba i sur. 2011, 2010; Bogut i sur. 2009; Bogut i sur. 2007; Mackey 1977a, 1976a,b; Lindergaard-Petersen 1971). Iako su očite preferencije vrsta prema određenom tipu podloge, većina je vrsta u mogućnosti iskoristiti raznolike tipove substrata (Armitage i sur. 1995). Makrofitska vegetacija djeluje također kao tip susbstrata na kojemu se ličinke trzalaca naseljavaju, uz druge predstavnike makrozobentoza, pri čemu formiraju epifitonsku zajednicu. Također, ličinke trzalaca naseljavaju i druge tipove supstrata: muljeviti sediment (epipelon), kamenje (epiliton) i vrlo rijetko parazitiraju na drugim životinjama (epizon) ili se razvijaju na pijesku (epipsamon) (Armitage i sur. 1995).

Imaju vrlo složeni holometabolni životni ciklus. Stadij ličinke i kukuljice pronalazimo u sedimentu, no odrasla jedinka prilikom metamorfoze izlijeće iz vode (van der Valk 2006; Armitage i sur. 1995) (Slika 4). Odrasle jedinke žive nekoliko dana te se u tom periodu roje i pare, i u pravilu se ne hrane u tom periodu. Ženke polažu jaja na površinu vode ili vodenu vegetaciju gdje se razvijaju ličinke (van der Valk 2006). Čini se da mnoge vrste postavljaju jaja u određeno doba dana kada dolazi do promjene u intezitetu svjetlosti, odnosno u sumrak i zoru. Smatra se da ovipozicija u određeno doba dana smanjuje razinu uočavanja od strane predatora (Armitage i sur. 1995). Manje vrste stvaraju jajne mase koje sadrže 20-30 jaja, dok veće vrste stvaraju jajne mase od 2000 i više jaja sa zabilježenim značajnim intra-specijskim varijacijama (Armitage i sur. 1995). Ličinke prolaze četiri razvojna stadija te duljina svakog stadija ovisi o temperaturi i dostupnosti hrane (Čerba i sur. 2011; Brönmark i Hansson 2005; Armitage i sur. 1995).



Slika 4. Životni ciklus ličinki trzalaca (prilagođeno prema Web 4)

Trzalci, kao i ostale ličinke kukaca, predstavljaju važan dio hranidbenih mreža, jer se hrane detritusom, algama, makrofitama i ostalim manjim beskralježnjacima te su izvor hrane za veće beskralježnjake, ribe i ptice (Čerba i sur. 2011, 2010; van der Valk 2006; Armitage i sur. 1995). Prema Moog (2002), trzalce dijelimo u sljedeće funkcionalne hranidbene skupine: usitnjivači, strugači, aktivni procjeđivači, detritovori, herbivori i predatori. Svrstavanje u funkcionalne hranidbene skupine temelji se na morfološkim i biheviorloškim karakteristikama, povezanima s načinom hranjenja, naseljavanja substrata i načinom kretanja (Merritt i sur. 2002).

1.5. Cilj istraživanja

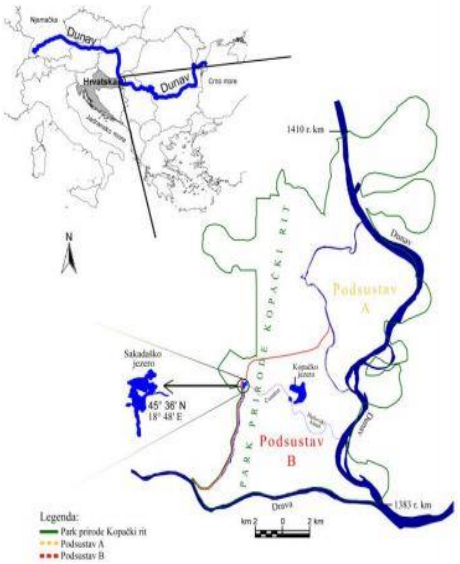
Cilj ovog istraživanja je utvrditi kvalitativnu, kvantitativnu i trofičku strukturu zajednice ličinki trzalaca (Chironomidae, Diptera) unutar epifitskih zajednica na različitim makrofitskim vrstama u plitkoj stajaćici Mali Sakadaš te utvrditi koliki je utjecaj okolišnih parametara.

2. Materijali i metode

2.1. Područje istraživanja

Područje Parka prirode Kopački rit nalazi se na krajnjem sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske (Slika 5). Kopački rit je jedna od najvećih fluvijalno-močvarnih nizina na području Europe koja se nalazi između 45°32' i 45°47' sjeverne zemljopisne širine te 18°45' i 18°59' istočne zemljopisne širine. U središnjem dijelu toka Dunava između 1410. i 1383. r.km se nalazi zaštićeno područje koje zauzima površinu od oko 177 km^2 (Web 5).

Reljef Kopačkog rita je rezultat djelovanja Dunava i Drave i poplavnih voda koje plave područje. Djelovanjem rijeka nastaju sprudovi i rukavci, dok djelovanjem voda na poplavnom području nastaju nanosi i produbljenja terena što daje području specifičan "valovit izgled". Na takav način nastaju bare i grede (povišena područja) koje se pružaju jedna pored druge. Između bara i geda visinska razlika iznosi najviše osam metara. Preko prirodnih kanala (linearnih udubljenja koje nazivamo fokovi) bare se spajaju na krajevima te ulaze u Dunav. Fokovi su zaslužni za punjenje i pražnjenje bara te su često bili umjetno produbljivani, no ima i umjetno iskopanih kanala koji su preuzeli funkciju fokova (Web 5). Za Kopački rit je karakterističan fenomen tzv. unutrašnje delte koja je nastala zbog specifičnog rasporeda bara i greda te rijeke Dunav koja stvara unutrašnju deltu uz pomoć rijeke Drave (Web 5).



Slika 5. Karta Parka prirode Kopački rit (izradio: F. Stević)

Uzorkovanje je provedeno u bari Mali Sakadaš koja se nalazi na ulazu u Park prirode Kopački rit (Slika 6). Mali Sakadaš je povezan s vodama Kopačkog rita preko ustave Kopačevo i kanala Barbara, koji je također spojen s Biljskim jezerom, tj. kanalom Stara Drava.



Slika 6. Karta plitke stajaćice Mali Sakadaš (Google Earth Pro)

Mali Sakadaš je specifičan slatkovodni ekosustav s obzirom da se može po površini klasificirati kao bara za vrijeme niskog vodostaja (~ 0.25 ha, Slika 7) ili kao (plitko) jezero tijekom razdoblja plavljenja i visoke vode kada se postupno popuni cijela depresija između nasipa, prijamnog centra PP Kopački rit i rubnih dijelova sela Kopačevo (Slika 8). Tijekom zime dolazi do smrzavanja, a ovisno o dubini vode te temperaturi zraka, može doći do smrzavanja cijele bare (Slika 9). Također, ovisno o količini padalina i temperaturi zraka, tijekom ljetnih mjeseci može doći do presušivanja.



Slika 7. Područje istraživanja Mali Sakadaš (Fotografirala: D. Čerba)



Slika 8. Mali Sakadaš u periodu plavljenja (Web 5)



Slika 9. Mali Sakadaš tijekom zime (Web 6)

Bara Mali Sakadaš je specifičan ekološki sustav zbog toga što svjetlost prodire do dna, što omogućava razvoj makrofitske vegetacije i veliki biodiverzitet što ga čini vrlo složenim vodenim staništem.

2.2. Rad na terenu

Uzorkovanje je provedeno 6.10.2016. u Malom Sakadašu, na tri istraživačke postaje (Slika 10). Makrofitska vegetacije je uzorkovana uz pomoć drvenog okvira 50x50 cm i ručne bentos mreže okvira 25x25 cm s promjerom mrežice 500 μm (Slika 11).



Slika 10. Istraživani lokaliteti (Google Earth Pro)



Slika 11. Uzorkovanje makrofitske vegetacije uz pomoć drvenog okvira 50 x 50 cm (Fotografirala: D. Čerba)

Na svakoj postaji uzeta su tri uzorka/kvadrata (A, B, C). Na svakoj postaji su odvojene pojedine vrste makrofita te su zasebno isprane kako bi se utvrdio sastav epifitske

zajednice na svakoj vrsti posebno. Svaka makrofitska vrsta/rod je predstavljala jedan poduzorak: *Ceratophyllum demersum*, *Hippuris* sp., *Nymphoides peltata*, *Nymphea alba*, *Salvinia natans*, *Typha* sp., *Urticularia vulgaris*.

Prije uzorkovanja, mjereni su okolišni parametri vode te su uzeti uzorci vode za određivanje koncentracije klorofila i udjela suspendiranih tvari (engl. TSS - *total suspended solids*) u stupcu vode.

2.3. Rad u laboratoriju

Određene su koncentracija klorofila *a* (Chl *a*), klorofila *b (*Chl *b*) i klorofila *c* (Chl *c)* u stupcu vode prema SCOR-UNESCO (1966) i Strickland i Parsons (1972). Uzorak vode je profiltriran preko filter papira GF/C promjera 55 mm s otvorom pora 1,2 µm uz pomoć Büchnerovog lijevka, vakuum sisaljke i Büchnerove tikvice. Klorofil je ekstrahiran u 15 mL 90%-tnog acetona te su uzorci stajali u hladnjaku 24 sata nakon čega je slijedilo centrifugiranje 10 minuta na 2500-3000 okretaja u min (Slika 12). Apsorbancija supernatanta izmjerena je pomoću spektrofotometra pri 630, 645, 663 i 750 nm. Koncentracije klorofila *a, b* i *c* su izračunate prema modificiranim formulama (SCOR-UNESCO 1966; Strickland i Parsons 1972):

$$\text{Chl } a \text{ } (\mu g\ L^{-1}) = (11{,}64 \times A_{663} - 2{,}16 \times A_{645} + 0{,}10 \times A_{630}) \times v/V$$

$$\text{Chl } b \text{ } (\mu g\ L^{-1}) = (20{,}97 \times A_{645} - 3{,}94 \times A_{663} + 3{,}66 \times A_{630}) \times v/V$$

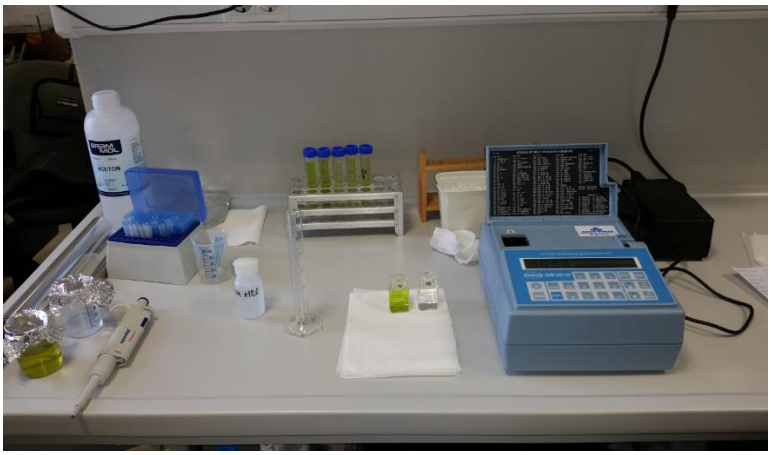
$$\text{Chl } c \text{ } (\mu g\ L^{-1}) = (54{,}22 \times A_{630} - 5{,}53 \times A_{663} + 14{,}81 \times A_{645}) \times v/V$$

gdje je:

A_{630}, A_{645}, A_{663} – izmjerene apsorbancije od kojih je oduzeta apsorbancija izmjerena na 750 nm

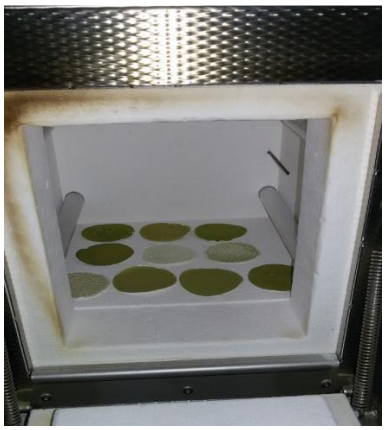
v – volumen supernatanta (mL)

V – volumen profiltriranog uzorka vode (L)



Slika 12. Određivanje koncentracije klorofila *a, b* i *c* (Fotografirala: D. Čerba)

Ukupna suspendirana tvar (engl. *total suspended solids*, TSS) određena je filtracijom vode uz pomoć Büchnerovog lijevka i vakuum sisaljke uz poznatu masu filter papira GF/C promjera 55 mm. Filter papir se sušio 24 sata na 105 °C (Slika 13). Žarenjem filter papira dobivena je masa anorganske tvari te je preračunavanjem dobivena vrijednost ukupne suspendirane tvari.

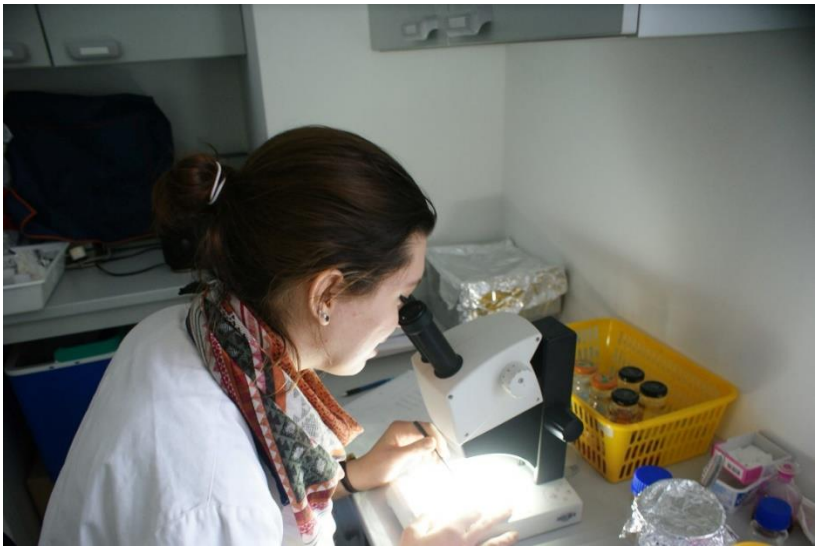


Slika 13. Određivanje ukupne suspendirane tvari (TSS) (Fotografirala: D. Čerba)

Makrofitska vegetacija je isprana na situ pora 500 µm. Nakon ispiranja, biljke su sušene na 105 °C u sušioniku u trajanju od 24 sata nakon čega je izvagana suha biomasa.

Organizmi isprani s makrofitske vegetacije su fiksirani 70%-tnim etanolom. Pojedine taksonomske skupine beskralježnjaka su prebrojane, razdvojene korištenjem lupe (Leica zoom 2000) i određene pomoću ključeva: Engelhardt (2003) i Nilsson (1997, 1996) (Slika 14). Ličinke trzalaca su determinirane do najniže moguće taksonomske kategorije (rod i/ili vrsta) uz pomoć lupe (Olympus SZX9) i mikroskopa (Calr Zeiss Jenna).

Pripremljeni su svježi preparati za potvrdu vrsta pod mikroskopom i korišteni su ključevi za determinaciju: Vallenduuk i sur. (2017), Bitušík i Hamerlík (2014), Moller Pillot (2009), Vallenduuk i Moller Pillot (2007) i Schmid (1993).



Slika 14. Izolacija faune beskralježnjaka (Diptera; Chironomidae i Insecta larvae) iz obraštajne zajednice (Fotografirala: D. Bjedov)

Funkcionalne hranidbene skupine trzalaca određene su prema Moog (2002): usitnjivači –shr (engl. *shredders*), strugači – gra (engl. *grazers*), detritovori – det (engl. *detritus feeders*), aktivni procjeđivači – afil (engl. *active filter-feeders*), bušači – min (engl. *miners*) i grabežljivci – pre (engl. *predators*).

2.4. Analiza podataka

Tabelarni podaci su prikazani uz pomoć programa Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft 2010). Za grafičku i statističku obradu podata je korišten Primer 6 (Clarke i Gorley 2006).

Razlike u brojnosti ukupne faune beskralježnjaka, brojnosti trzalaca kao i okolišnih parametara analizirane su ordinacijskom metodom nemetričkog višedimenzijskoh grupiranja NMDS (engl. *non-metric multidemensional scaling*). NMDS metoda omogućuje grafički prikaz odnosa uzoraka u dvije ili više dimenzija, a zasniva se na transformiranoj Bray-Curtis ili Euklidskoj matrici. Vrsta matrice ovisi o vrsti uzorka te se Bray-Curtis matrica koristi za analizu podataka o organizmima, a Euklidska matrica za analizu podataka okolišnih parametara. Podatci se mogu transformirati na nekoliko različitih

načina: √ (drugi korijen), √√ (četvrti korijen), log (x+1) i presence/absence (Clarke i Warwick 2001). Primjenjena je transformacija s drugim korijenom pri čemu je smanjena važnost vrlo brojnih vrsta tako da i manje brojne vrste sa srednjom učestalošću doprinose analizi. Također, primjenom ove analize utvrđen je najmanji "*stress*". *Stress* predstavlja vjerojatnost pravilne ordinacije i interpretacije podataka (Clarke i Gorley 2006):

a) *stress* < 0.05 – odlična ordinacije s gotovom nikakvom mogućnošću krive interpretacije
b) *stress* < 0.1 – vrlo dobra ordinacija s vrlo malom vjerojatnošću krive interpretacije, tro- ili višedimenzionalni prikaz ne bi prikazao dodatne informacije o ukupnoj strukturi podataka
c) *stress* < 0.2 – još uvijek daje korisni dvodimenzionalni prikaz podataka, iako gornje vrijednosti mogu biti pogrešne ili ne prikazane

Uz NMDS, provedena je BIO-ENV analiza koja omogućava pronalaženje neparametrijskih korelacija između sastava zajednica faune koja se zasniva na transformiranoj Bray-Curtis matrici i okolišnih parametara koja se zasniva na transformiranoj Euklidskoj matrici (Clarke i Gorley 2006).

3. Rezultati

3.1. Okolišni parametri

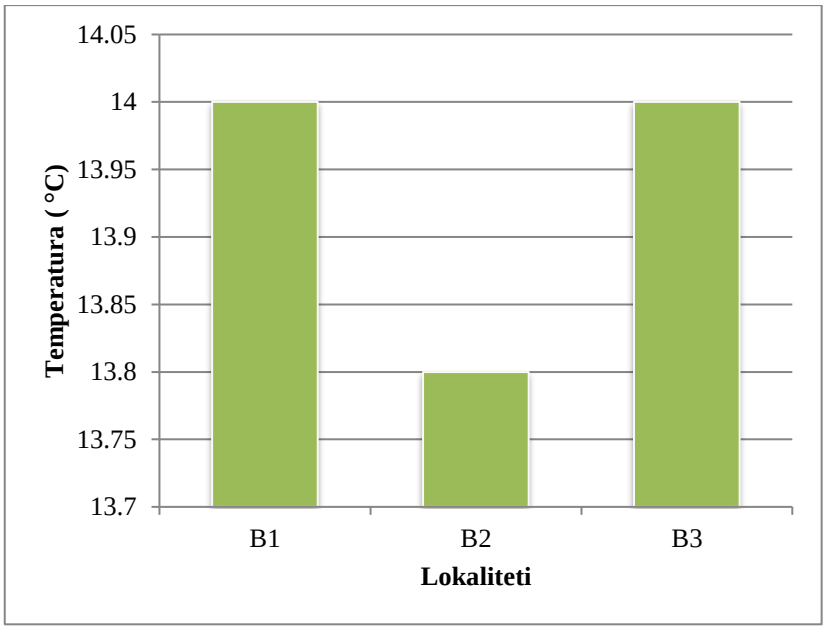
Prilikom uzorkovanja epifitona, na svakoj istraživačkoj postaji su mjereni i osnovni okolišni parametri u vodi te je određena koncentracija klorofila u vodi i suspendirana čestična tvar (Tablica 1; Slika 15 – 23). S obzirom da se ne radi o velikom vodenom tijelu prikazane su i srednje vrijednosti mjerenih parametara koje mogu predstavljati vrijednosti za cijelu baru (Tablica 1).

Tablica 1. Biotički i abiotički ekološki čimbenici na istraživanim postajama u plitkoj stajaćici Mali Sakadaš

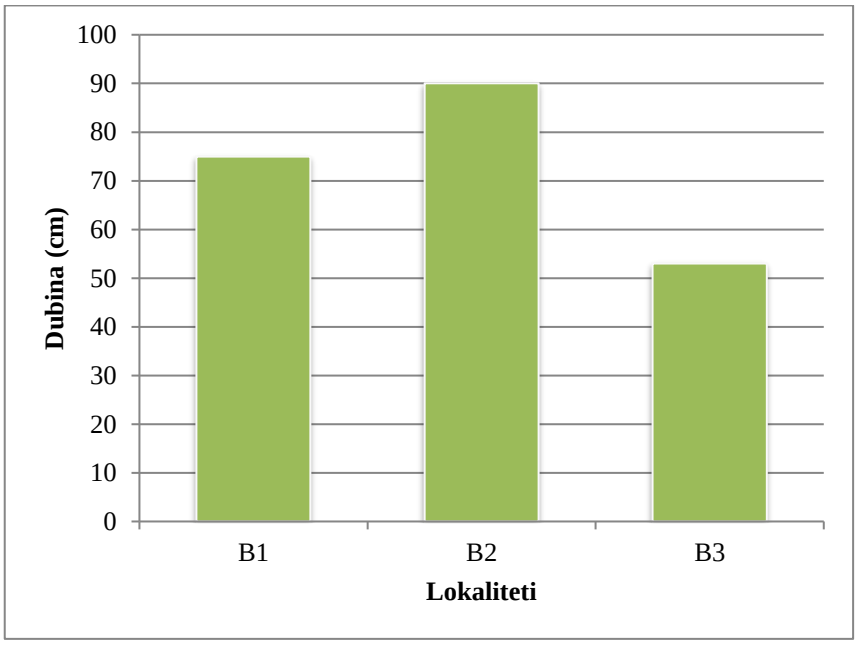
Okolišni parametri	B1	B2	B3	srednja vrijednost	standardna devijacija
Temperatura (°C)	14	13.8	14	13.93	0.12
Dubina (cm)	75	90	53	72.67	18.61
Prozirnost (cm)	75	72	53	66.67	11.93
Koncentracija O_2 (mg/L)	6.51	6.88	8.27	7.22	0.93
Zasićenje kisikom (%)	64.2	66.2	80.9	70.43	9.12
pH	7.65	7.66	7.8	7.70	0.08
Provodljivost (µS/cm)	587	587	583	585.67	2.31
Ukupna suspendirana tvar (mg/L)	8.8	11.33	12.8	10.98	2.02
Koncentracija chl-a (µg/L)	30.34	*128.48	55.43	71.42	50.99
Koncentracija chl-b (µg/L)	4.95	*15.32	5.75	8.67	5.77
Koncentracija chl-c (µg/L)	10.53	*53.31	19.12	27.65	22.63

* vjerojatno je prilikom filtriranja došlo do unosa dodatnog materijala (vegetacije) što je rezultiralo velikim odstupanjem u odnosu na druga dva lokaliteta

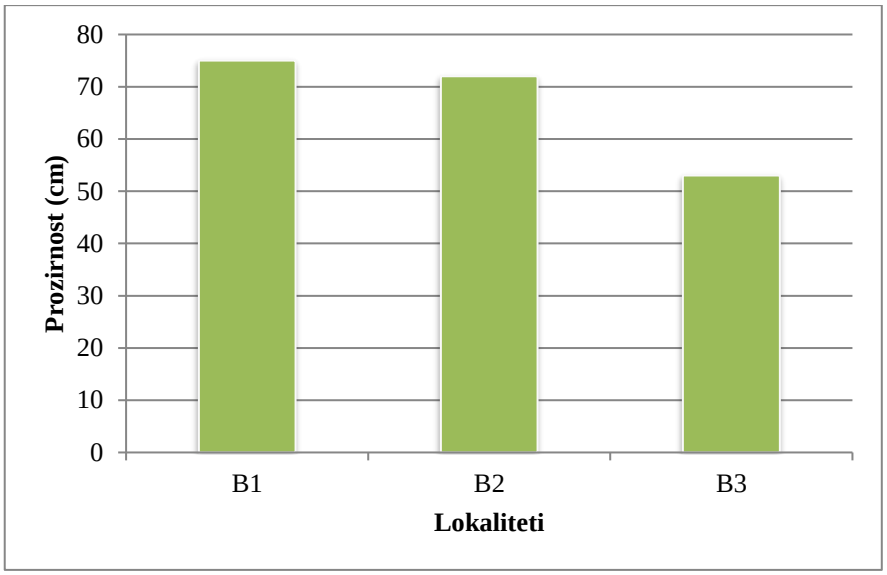
Na sve tri postaje je izmjerena podjednaka vrijednost temperature vode (Tablica 1; Slika 15). Najveća dubina izmjerena je na postaji B2 koja je iznosila 90 cm. Dok je na B3 izmjerena najmanja dubina od 53 cm (Tablica 1; Slika 16). Prozirnost vode do dna vodenog tijela zabilježena je na postajama B1 (75 cm) i B3 (53 cm). Na postaji B2 zabilježena je prozirnost vode do 72 cm (Tablica 1; Slika 17).



Slika 15. Temperatura vode (°C) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

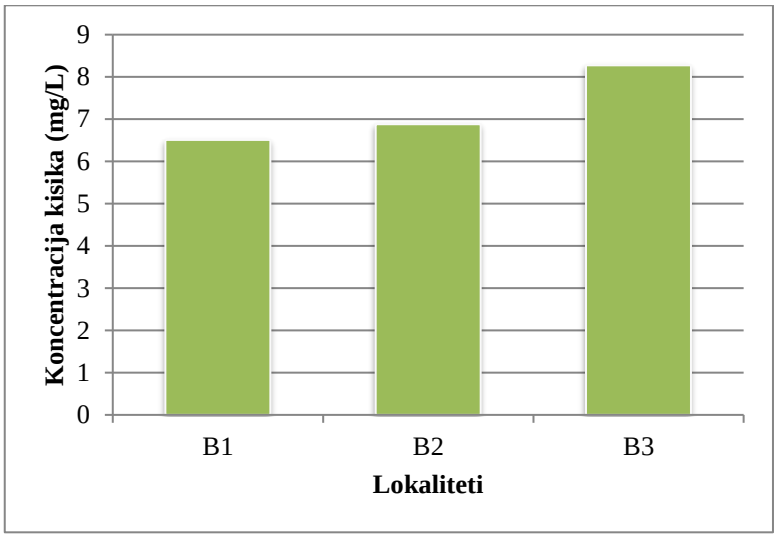


Slika 16. Dubina vode (cm) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

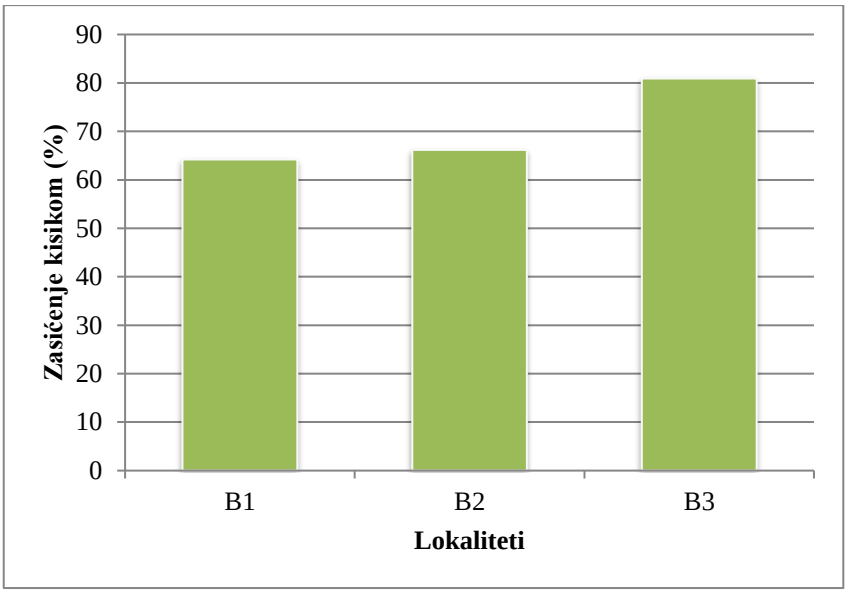


Slika 17. Prozirnost vode (cm) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

Najniža vrijednost koncentracije kisika, kao i zasićenje kisikom, zabilježeni su na postaji B1 s vrijednošću od 6.51 mg/L, a maksimalne vrijednosti su zabilježene na postaji B3 gdje je koncentracija kisika iznosila 8.27 mg/L, odnosno 80.9 % (Tablica 1; Slika 18 i 19).

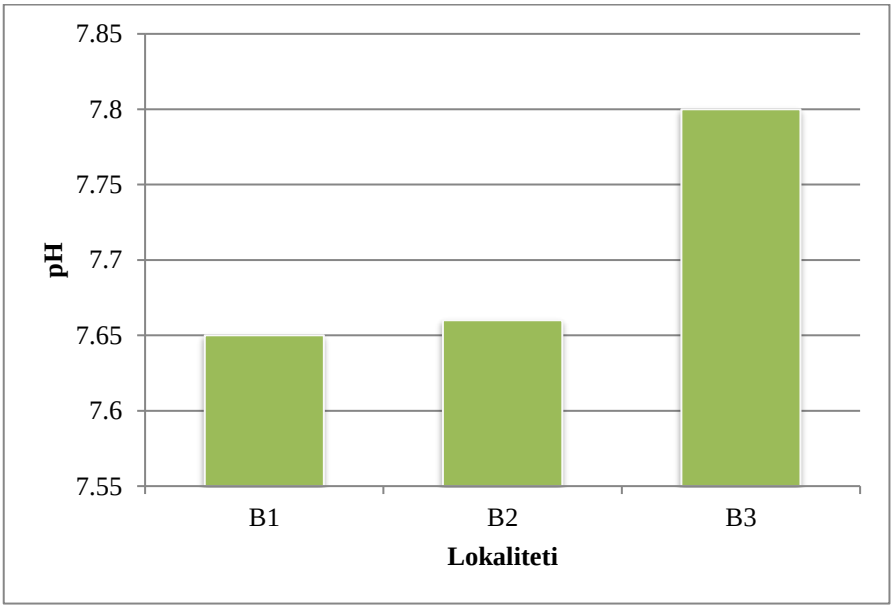


Slika 18. Koncentracija kisika (mg/L) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

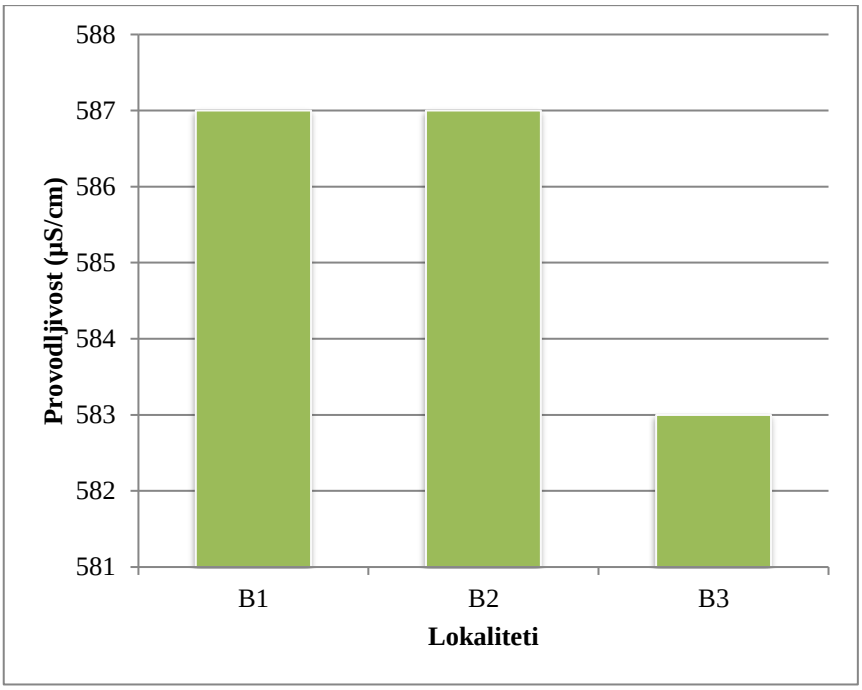


Slika 19. Zasićenje kisikom (%) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

Postaje B1, B2 i B3 karakterizira slična pH vrijednost s vrlo malim fluktuacijama u vrijednosti, od 7.65 (B1) do 7.8 (B3) (Tablica 1; Slika 20.). Izmjerena je ista provodljivost na postajama B1 i B2 koji je iznosila 587 µS/cm. Neznatno niža vrijednosti izmjerena je na postaji B3 - 583 µS/cm (Tablica 1; Slika 21).

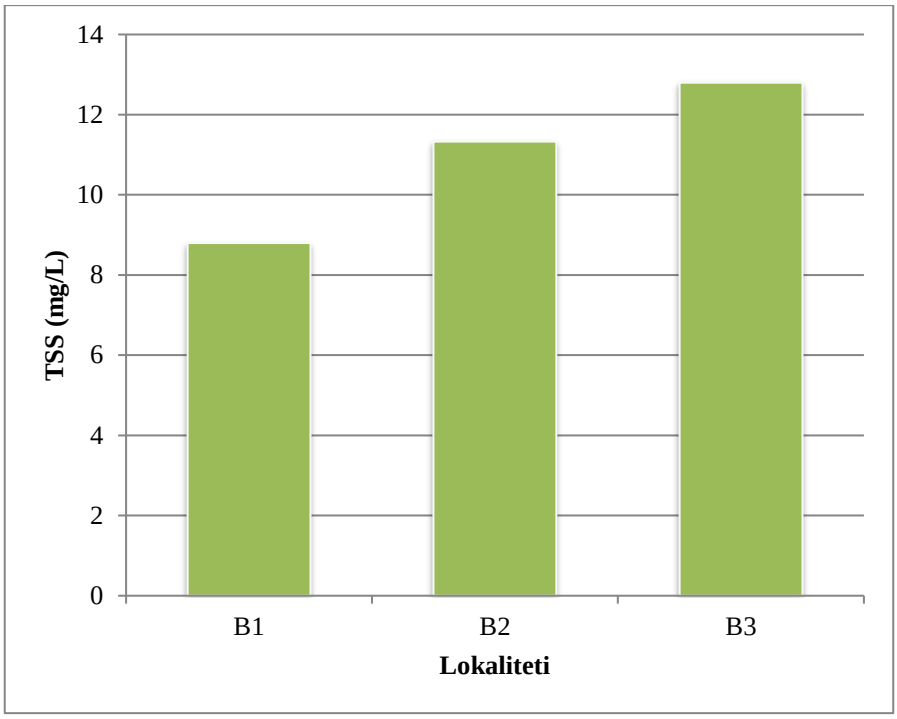


Slika 20. pH vrijednosti tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

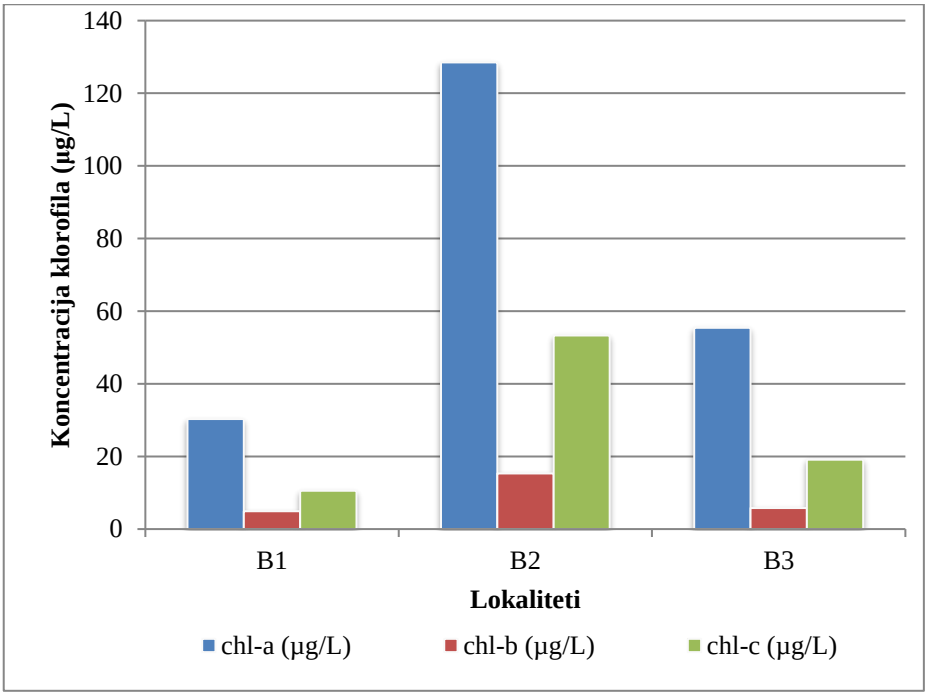


Slika 21. Provodljivost (µS/cm) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

Najviše vrijednosti ukupne suspendirane tvari (TSS) su određena na postajama B2 (11.33 mg/L) i B3 (12.80 mg/L) dok je najniža vrijednost određena na postaji B1 (8.80 mg/L) (Tablica 1; Slika 22). Najviše koncentracije klorofila izmjerene su na postaji B2: Chl *a* = 128.48 µg/L, Chl *b* = 15.32 µg/L i Chl *c* = 53.31 µg/L (vjerojatno zbog slučajnog dodatnog unosa biljnog materijala iz vode prilikom filtriranja). Na postaji B3 koncentracija klorofila je iznosila: Chl *a* = 55.43 µg/L, Chl *b* = 5.75 i Chl *c* = 10.53 µg/L. Najniže koncentracije klorofila izmjerene su na postaji B1: Chl *a* = 30.34 µg/L, Chl *b* = 4.95 µg/L i Chl *c* = 10.53 µg/L (Tablica 1; Slika 23.).



Slika 22. Ukupna suspendirana tvar (mg/L) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu



Slika 23. Koncentracija klorofila (µg/L) tijekom istraživanja u Malom Sakadašu

3.2. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka

3.2.1. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka na lokalitetu B1

Na lokalitetu B1 utvrđeno je pet makrofitskih vrsta u kojima je sveukupno pronađeno 20 taksonomskih skupina faune beskralježnjaka što je ujedno i najviše pronađenih taksonomskih skupina (Tablica 2; Slika 24).

U zajednici s makrofitom *Typha* sp. na uronjem dijelu listova i stablike, pronađeno je sedam taksonomskih skupina: Isopoda, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae i Tabanidae, dok su na korijenu zabilježeni predstavnici skupina: Oligochaeta, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice), Pyralidae i Hymenoptera (Tablica 2). U oba je poduzorka utvrđena najviša brojnost ličinki trzalaca (3012 jed./100 g s.m., odnosno 268 jed./100 g s.m.) (Tablica 2). Utvrđena je prisutnost taksonomske skupine Oligochaeta u zajednici s makrofitskom vrstom *Salvinia natans*. Također je pronađeno još osam taksonomskih skupina: Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice), Tabanidae, Pyralidae i Gerromorpha od kojih je najbrojnija bila skupina Chironomidae (2492 jed./100 g s.m.) (Tablica 2). Devet taksonomskih skupina pronađeno je u poduzorku s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum*: Hydrozoa, Oligochaeta, Gastropoda, Hydrachnidia, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i Tabanidae. Najvišu brojnost imale su skupine Chironomidae (5777 jed./100 g s.m.) i Trichoptera (2365 jed./100 g. s.m.) dok je najmanju brojnost imala skupina Heteroptera (34 jed./100 g s.m.) (Tablica 2). Osam taksonomskih skupina: Hydrozoa, Oligochaeta, Isopoda, Ephemeroptera, Trichoptera, Chironomidae i Gerromorpha zabilježeno je u epifitonu vrste *Nymphoides peltata*, dok je najveća raznolikost beskralježnjaka epifitona u uzorku B1A, s obzirom na broj taksonomskih skupina, utvrđena u zajednici s makrofitskom vrstom *Utricularia vulgaris* u kojoj je pronađeno 13 taksonomskih skupina (Tablica 2).

Deset taksonomskih skupina je pronađeno u poduzorku s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* u uzorku B1B. Utvrđene su skupine: Hydrozoa, Oligochaeta, Gastropoda, Hydrachnidia, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Haliplidae, Ceratopogonidae i Chironomidae (ličinke, kukuljice) (Tablica 2). Najmanju brojnost imale su skupine Ceratopogonidae i Haliplidae (31 jed./100 g s.m.) (Tablica 2).

U poduzorku s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* u uzorku B1C zabilježeno je devet taksonomskih skupina: Bryozoa, Gastropoda, Oligochaeta,

Ephemeroptera, Anisoptera, Zygoptera, Veliidae, Ceratopogonidae i Chironomide (ličinke i kukuljice) (Tablica 2). Brojnost ličinki Chironomidae je bila znatno viša (11994 jed./100 g s.m.) od brojnosti ostalih taksonomskih skupina čija brojnost nije prelazila više od 300 jed./100 g s.m.) (Tablica 2).

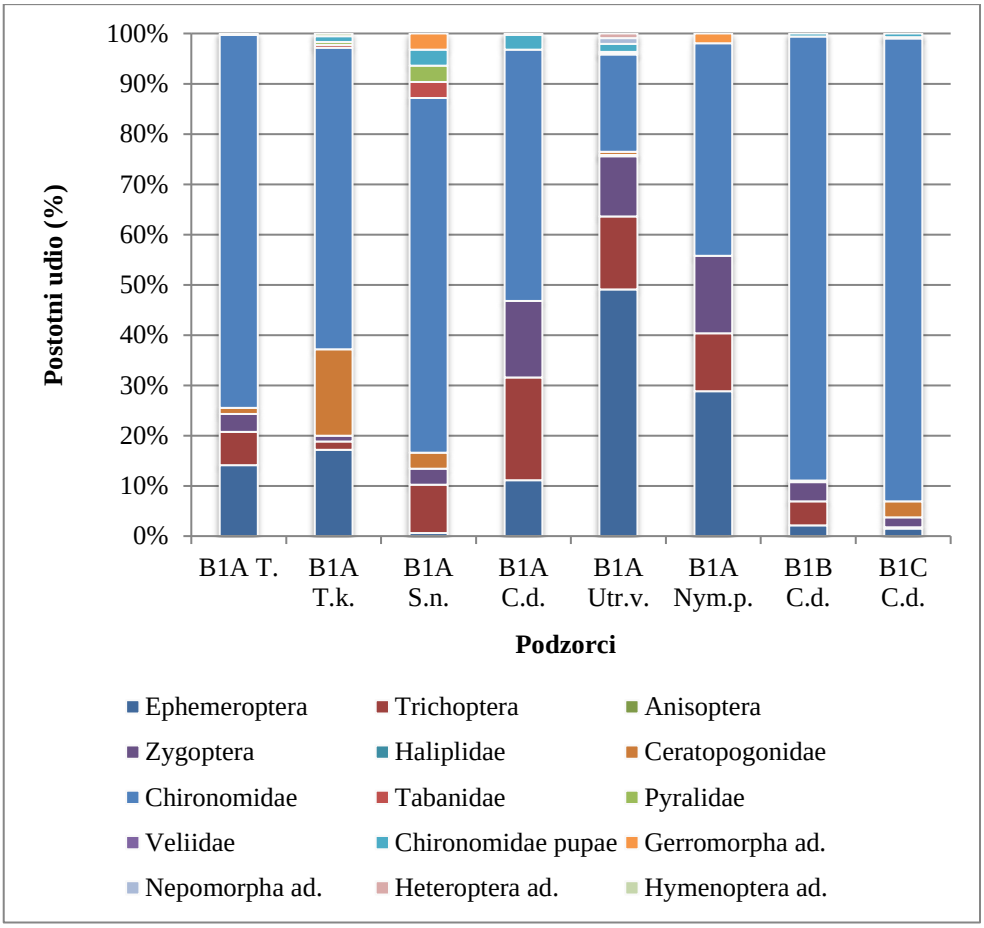
Tablica 2. Kvalitativan i kvantitativan (jed./100 g s.m.) sastav beskralježnjaka u zajednici s makrofitskom vegetacijom na lokalitetu B1

TAKSONOMSKE SKUPINE			B1A *T.*	B1A *T.*k.	B1A *S.n.*	B1A *C.d.*	B1A *Utr.v.*	B1A *Nym.p.*	B1B *C.d.*	B1C *C.d.*	srednja vrijednost	standardna devijacija
Hydrozoa		*Hydra* sp.				74.3		229.9	122.3			
Bryozoa (Statoblast)										*		
Oligochaeta				*	*	*	*	*	*	*		
Mollusca	Gastropoda					*	*		367	64		
Crustacea	Isopoda		12					115				
Arachnida	Hydrachnidia					34	147		31			
Insecta larvae												
	Ephemeroptera		573	77	29	1284	31324	1724	428	193	4454	10873.55
	Trichoptera		268	8	476	2365	9265	690	948		2002.77	3291.98
	Odonata	Anisoptera								32	32	
	Odonata	Zygoptera	146	5	159	1757	7647	920	765	257	1457	2566.98
	Coleoptera	Haliplidae					147		31		89	82.36
	Diptera	non det.		3		101					52	69.86
	Diptera	Ceratopogonidae	49	77	159		441		31	418	195.63	186.6
	Diptera	Chironomidae	3012	268	3492	5777	12353	2529	17584	11994	7126.05	6100.4
	Diptera	Tabanidae		3	159		147				103	87
	Lepidoptera	Pyralidae		3	159		147				103	86.81
Insecta larvae	non. det.											
Insecta pupae												
	Heteroptera	Veliidae								32	32	
	Diptera	Chironomidae		5	159	338	1029		122	96	291.64	377.62
Insecta adult												
	Heteroptera	Gerromorpha			159			115			137	30.96
	Heteroptera	Nepomorpha					735				735	
	Heteroptera	non det.	12			34	588				211.4	326.52
	Hymenoptera			3							3	

Ukupno	4073.2	449.3	4950.3	11763.5	63970.5	6321.8	20428.1	13086.8	15630.45	20514.66

* označava prisutnost

*Legenda: *T.= Typha* sp., *T k.= Typha* sp. korijen, *S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum, Utr.v.= Utricularia vulgaris, Nym.p.= Nymphoides peltata*



Slika 24. Postotni udio pojedinih taksonomskih skupina na lokalitetu B1

*Legenda: *T.= Typha* sp., *T.k.= Typha* sp. korijen, *S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum, Utr.v.= Utricularia vulgaris, Nym.p.= Nymphoides peltata*

U svim uzorcima na lokalitetu B1, osim u uzorku B1A u zajednici s makrofitskom vrstom *U. vulgaris*, najbrojnija je skupina ličinki trzalaca te je najviša vrijednost zabilježena u poduzorku s makrofitskom vrstom *C. demersum* u uzorku B1C (92.1 %) (Slika 24). Najniža je zastupljenost ličinki trzalaca zabilježena u uzorku B1A u zajednici sa makrofitskom vrstom *U. vulgaris* (19.40 %). Drugu najveću zastupljenost imale su ličinke Ephemeroptera s 49.19 % u zajednici s makrofitskom vrstom *U. vulgaris* u uzorku B1A (Slika 24). U svim poduzorcima zabilježena je zastupljenost ličinki Zygoptera koja nije prelazila postotni udio od 15.50 % (Slika 24). Ostale pronađene skupine su zabilježene u nekoliko poduzoraka te je njihov udio u zajednici vrlo nizak.

3.2.2. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka na lokalitetu B2

Na lokalitetu B2 su uzorkovana tri poduzorka s dvijema markofitskim vrstama te je sveukupno utvrđeno 14 taksonomskih skupina što je ujedno i postaja s najmanje zabilježnenom raznolikošću (Tablica 3; Slika 25).

U zajednici s makrofitskom vrstom *Salvina natans* u uzorku B2A pronađeno je devet taksonomskih skupina: Hydrozoa, Oligochaeta, Hydrachnidia, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i Gerromorpha (Tablica 3). Ličinke Chironomidae i Ephemeroptera imale su najveću brojnost (3508.8 jed/100 g s.m., odnosno 1929.8 jed./100 g s.m.), dok je najmanja brojnost zabilježena kod Hydrachnidia (175.4 jed./100 g s.m.) (Tablica 3). Najveća raznolikost beskralježnjaka epifitona, s obzirom na broj taksonomskih skupina (14), utvrđena je u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* u uzorku B2A s najbrojnijom skupinom ličinki Chironomidae (6030.9 jed./100 g s.m.) (Tablica 3).

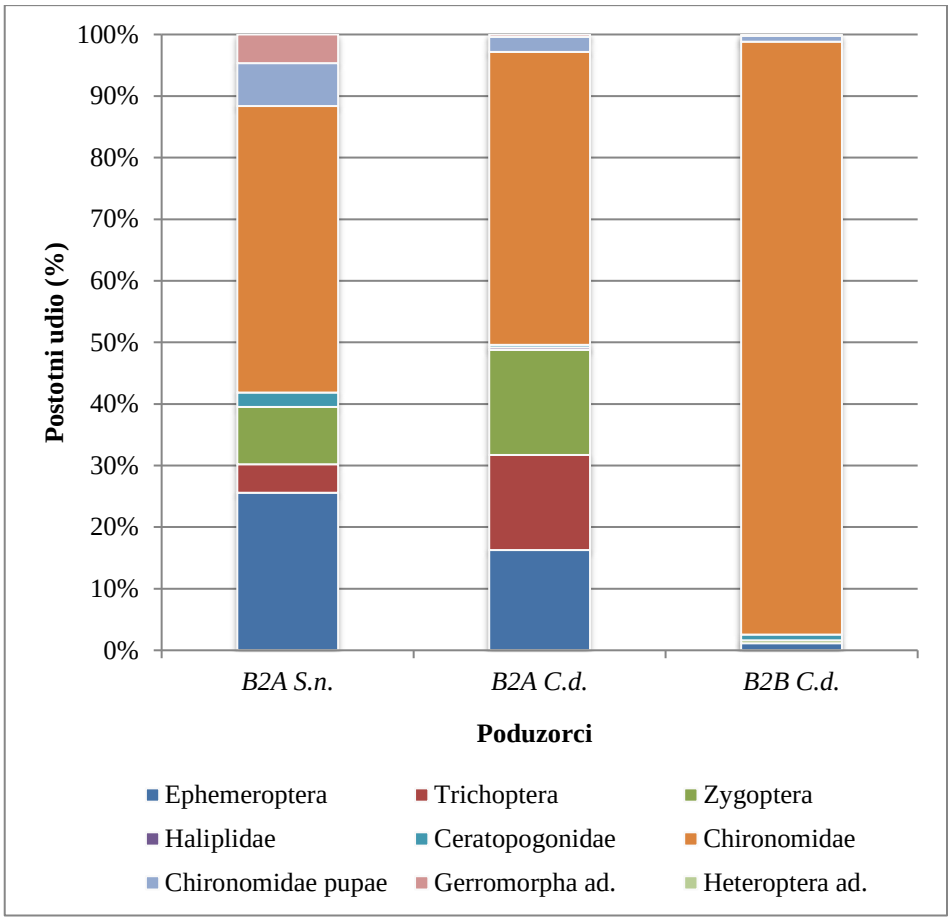
U poduzorku s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* u uzorku B2B pronađeno je također devet taksonomskih skupina: Hydrozoa, Bryozoa, Gastropoda, Cladocera, Ephemeroptera, Zygoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i Gerromorpha (Tablica 3). Najmanja je brojnost utvrđena kod Hydrozoa i Heteroptera (21.5 jed./100 g s.m.), dok je najviša brojnosti utvrđena za ličinke Chironomidae (8884.1 jed./100 g s.m.) (Tablica 3).

Tablica 3. Kvalitativan i kvantitativan sastav (jed./100 g s.m.) beskralježnjaka u zajednici s makrofitskom vegetacijom na lokalitetu B2

SKUPINA			B2A *S.n.*	B2A *C.d.*	B2B *C.d.*	srednja vrijednost	standardna devijacija
Hydrozoa		*Hydra* sp.	*	257.7	21.5		
Bryozoa (Statoblast)				*	*		
Oligochaeta			*	*	*		
Mollusca	Gastropoda			*	*		
Crustacea	Cladocera			51.5			
Arachnida	Hydrachnidia		175.4	51.5			
Insecta larvae							
	Ephemeroptera		1929.8	2061.9	107.3	1366.33	1092.35
	Trichoptera		350.9	1958.8		1154.82	1136.95
	Odonata	Zygoptera	701.8	2164.9	42.9	969.87	1086.13
	Coleoptera	Haliplidae		51.5		51.55	
	Diptera	Ceratopogonidae	175.4	51.5	85.8	104.27	63.97
	Diptera	Chironomidae	3508.8	6030.9	8884.1	6141.27	2689.37
Insecta larvae	non. det.		175.4			175.44	
Insecta pupae							
	Diptera	Chironomidae	526.3	309.3	85.8	307.14	220.25
Insecta adult							
	Heteroptera	Gerromorpha	350.9	51.5		201.21	211.66
	Heteroptera	non det.			21.5	21.46	
Ukupno			7894.7	13041.2	9248.9	10493.4	6500.7

* označava prisutnost

* Legenda*: S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum*



Slika 25. Postotni udio pojedinih taksonomskih skupina na lokalitetu B2

*Legenda: *S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum*

Zastupljenost ličinki trzalaca u sva tri poduzorka na istraživačkoj postaji B2 bio je najviši u odnosu na sve ostale zastupljenosti drugih taksonomskih skupina (Slika 25). Najviši udio je izračunat u uzorku B2B u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* te je iznosio 96.30 %. Najniži udio ličinki Chironomidae zabilježen je u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* u uzorku B2A te je iznosio 46.50 %. Sljedeća najbrojnija skupina prisutna u svim poduzorcima bila je Ephemeroptera s najvišim udjelom (25.60 %) u zajednici sa makrofitskom vrstom *S. natans* u uzorku B2A te najnižim (1.20 %) u uzorku B2B u zajednici s *C. demersum* (Slika 25). Predstavnici Zygoptera su također bili prisutni u sva tri poduzorka te je najviša vrijednost zabilježena u uzorku B2A u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* (17.1 %), a najniža vrijednost u uzorku B2B u zajednici s makrofitskom vrstom *S. natans* (0.50 %) (Slika 25). Zabilježena je vrlo niska zastupljenost predstavnika porodice Ceratopogonidae u sva tri poduzorka (Slika 25). Zastupljenost ostalih pronađenih taksonomskih skupina beskralježnjaka na istraživačkoj

postaji B2 je bila vrlo niska dok pojedine taksonomske skupine nisu čak ni zabilježene u svim poduzorcima.

3.2.3. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice beskralježnjaka na lokalitetu B3

Na lokalitetu B3 pronađene su četiri makrofitske vrste na kojima je utvrđeno 19 taksonomska skupina (Tablica 4; Slika 26).

U zajednici s makrofitskom vrstom *Utricularia vulgaris* u uzorku B3A utvrđeno je 16 taksonomskih skupina čineći ga tako najraznovrsnijim poduzorkom na ovoj istraživačkoj postaji s najvišom utvrđenom brojnošću ličinki Chironomidae (39047.6 jed./100 g s.m.) i Ephemeroptera (31607.1 jed./100 g s.m.) (Tablica 4). Utvrđena je prisutnost Nematoda i Oligochaeta u uzorku B3A u zajednici s makrofitskom vrstom *Hippuris* sp. Također je pronađeno još devet taksonomskih skupina: Gastropoda, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Limoniidae/Pedicidae, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice), Tabanidae i Gerromorpha te je najmanja brojnost utvrđena kod skupine Gastropoda i ličinki Limoniidae/Pedicidae (19.6 jed./100 g s.m.) (Tablica 4). Trinaest taksonomskih skupina utvrđeno je u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* u uzorku B3A. Utvrđene su skupine: Hydrozoa, Nematoda, Oligochaeta, Gastropoda, Hydrachnidia, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Dytiscidae, Limoniidae/Pedicidae, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i Heteroptera (Tablica 4). Najveću su brojnost u tome poduzorku imale ličinke Chironomidae (13626.7 jed./100 g s.m.) i Ephemeroptera (6130.5 jed./100 g s.m.)

U uzorku B3B u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* utvrđena je prisutnost Hydrozoa, Bryozoa i Oligochaeta. Uz navedene taksonmske skupine utvrđena je prisutnost još pet taksonomskih skupina: Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i Pyralidae (Tablica 4). Ličinke Chironomidae su imale najvišu brojnost (45700 jed./100 g s.m.), dok su najmanju brojnost imale ličinke Pyralidae (31.8 jed./100 g s.m.) (Tablica 4). U epifitonu vrste *Nymphea alba* u uzorku B3B utvrđeno je sedam taksonomskih skupina: Hydrozoa, Gastropoda, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i Gerromorpha s najvećom utvrđenom brojošću ličinki Chironomidae (1580.2 jed./100g s.m.) (Tablica 4).

Devet taksonomskih skupina utvrđeno je u uzorku B3C u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum*: Hydrozoa, Nematoda, Oligocaheta, Ephemeroptera, Trichoptera, Zygoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae (ličinke i kukuljice) i

Gerromorpha (Tablica 4). Najniže su vrijednosti utvrđene kod skupine Hydrozoa i Gerromorpha (15.6 jed./100 g s.m.) (Tablica 4).

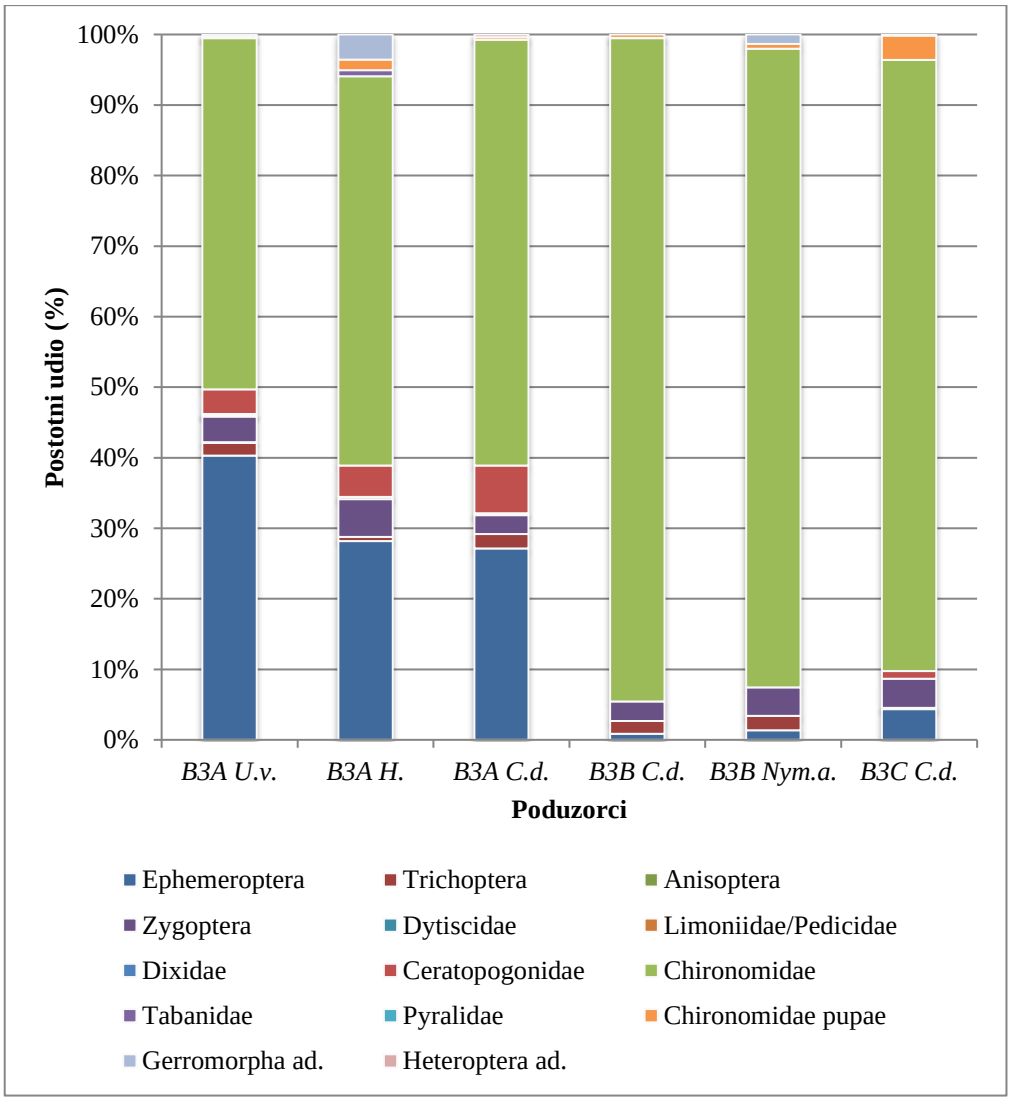
Tablica 4. Kvalitativan i kvantitativan sastav (jed./100 g s.m.) beskralježnjaka u zajednici s makrofitskom vegetacijom na lokalitetu B3

TAKSONOMSKA SKUPINA			B3A *Utr. v.*	B3A *H.*	B3A *C.d.*	B3B *C.d.*	B3B *N.a.*	B3C *C.d.*	srednja vrijednost	standardna devijacija
Hydrozoa		*Hydra* sp.	178.6		75.9	*	23.6	15.6	73.4	75.04
Bryozoa (Statoblast)						*				
Nematoda			59.5	*	45.5			31.1	45.38	14.21
Oligochaeta			*	*	*	*		*		
Mollusca	Gastropoda		59.5	19.6	45.5		*		41.54	20.27
Arachnida	Hydrachnidia		178.6		30.3				104.46	104.81
Insecta larvae										
	Ephemeroptera		31607.1	1859.1	6130.5	414	23.6	373.3	6734.6	12395.43
	Trichoptera		1428.6	39.1	455.2	891.7	35.4	15.6	477.6	579.25
	Odonata	Anisoptera	59.5						59.52	
	Odonata	Zygoptera	2857.1	352.3	607	1337.6	70.8	357.7	930.4	1037.69
	Coleoptera	Dytiscidae	119		15.2				67.11	73.45
	Diptera	non det.						15.6	15.55	
	Diptera	Limoniidae/Pedicidae	59.5	19.6	45.5				41.54	20.27
	Diptera	Dixidae	119						119.05	
	Diptera	Ceratopogonidae	2738.1	293.5	1532.6			93.3	1164.39	1227.16
	Diptera	Chironomidae	39047.6	3639.9	13626.7	45700.6	1580.2	7465	18510.01	19050.99
	Diptera	Tabanidae		58.7					58.71	
	Lepidoptera	non det.					11.8		11.79	
	Lepidoptera	Pyralidae	59.5			31.8			45.69	19.57
Insecta larvae	non. det.							15.6	15.55	
Insecta pupae										
	Diptera	Chironomidae	119	97.8	75.9	222.9	11.8	295.5	137.16	103.7
Insecta adult										
	Heteroptera	Gerromorpha	238.1	234.8			23.6	15.6	128.02	125.27

	Heteroptera	non det.			91			91.05	
Ukupno			78928.6	6614.5	22776.9	48598.7	1780.7	8693.6	27898.83	30208.53

* označava prisutnost

*Legenda: *Utr.v.= Utricularia vulgaris, H.= Hippuris* sp, *C.d.=Ceratophyllum demersum,N.a.= Nymphea alba*



Slika 26. Postotni udio pojedinih taksonomskih skupina na lokalitetu B3

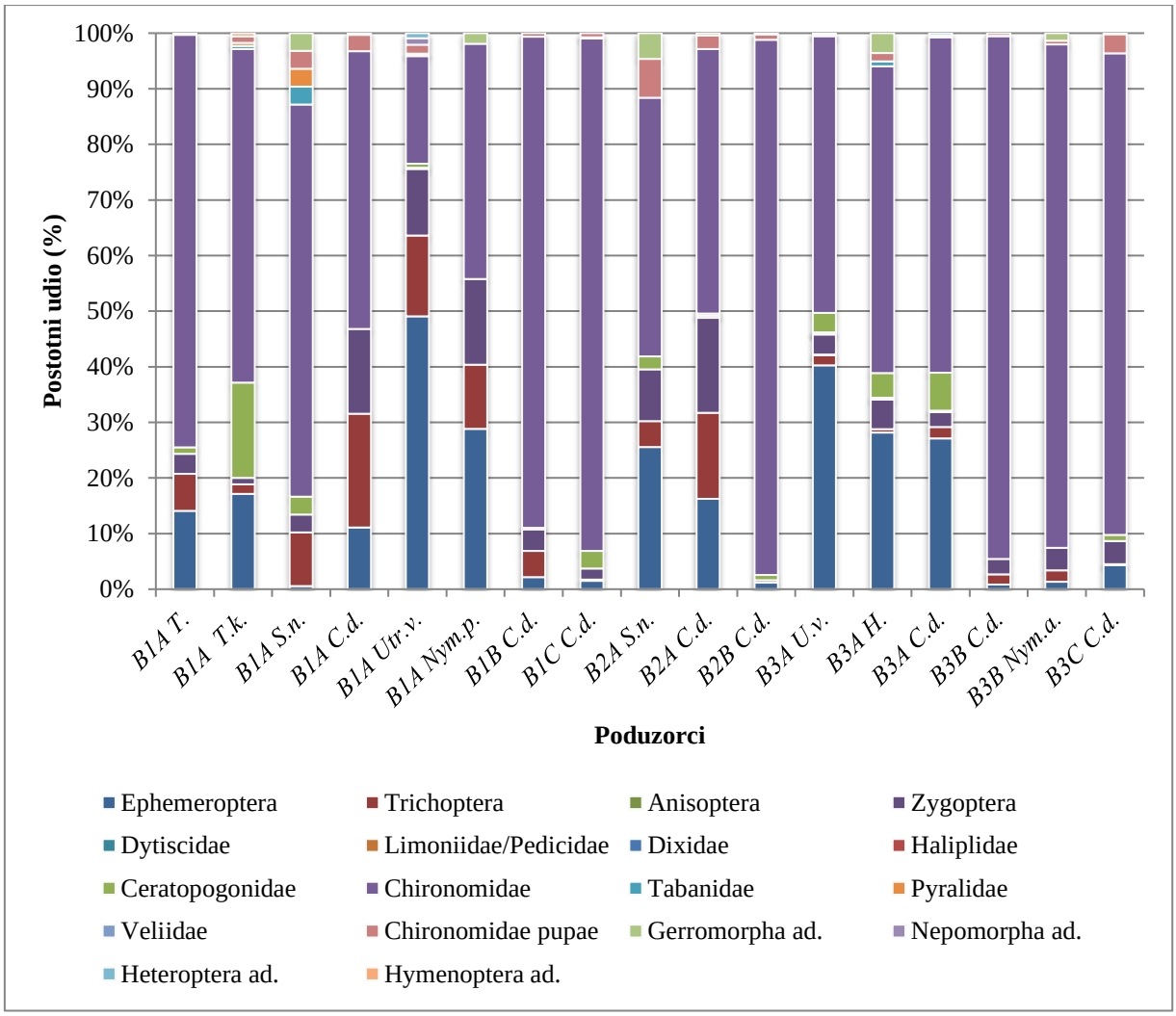
*Legenda: Utr.v.= *Utricularia vulgaris, H.=Hippuris* sp, *C.d.=Ceratophyllum demersum, Nym.a.= Nymphea alba*

U svim uzorcima na lokalitetu B3 najbrojnije su bile ličinke trzalaca. Utvrđena je najviša zastupljenost u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* u uzorku B3B (94.04 %). Ličinke trzalaca činile su većinu epifitskih zajednica na lokalitetu B3 s vrlo visokom zastupljenošću (Slika 26). Ephemeroptera su od svih šest poduzoraka, zabilježeni s najvišim postotnim udjelom u uzorku B3A, na makrofitskoj vrsti *U. vulgaris* (40.29 %). Trichoptera i Zygoptera su bile zastupljene u svim poduzorcima s niskom zastupljenošću koja nije prelazila 2.05 % udjela Trichoptera, odnosno 5.50 % udjela Zygoptera. Najviša zastupljenost predstavnika Ceratopogonidae je bila u uzorku B3A, u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* te je iznosila 6.79 %, dok je najniža zastupljenost

iznosila 1.08 % u poduzorku B3C C.d. Ostale pronađene taksonomske skupine su zabilježene u nekoliko poduzoraka te je njihov udio u zajednici vrlo nizak.

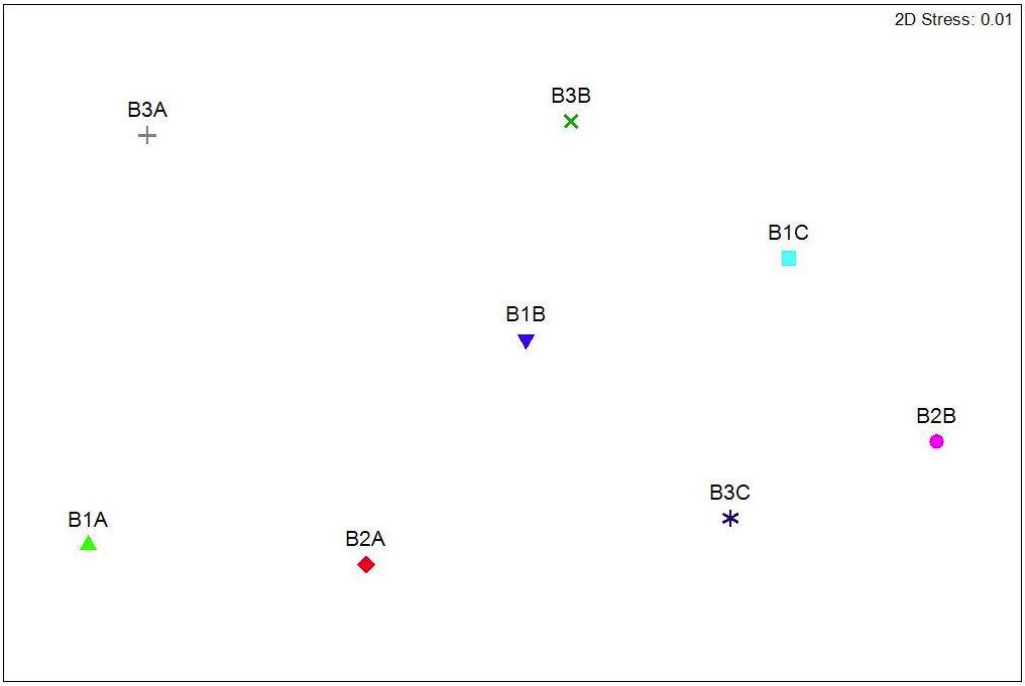
3.2.4. Struktura zajednice beskralježnjaka na sva tri lokaliteta usporedno

Uspoređujući postotne udjele pronađenih taksonomskih skupina na svim lokalitetima utvrđena je dominacija ličinki trzalaca. Uz ličinke trzalaca, česte su bile ličinke Ephemeroptera, Zygoptera i Trichoptera. Postotni udjeli ostalih skupina su bili vrlo mali.



Slika 27. Usporedba postotnog udjela pronađenih taksonomskih skupina na sva tri lokaliteta *Legende objašnjene na prethodnim Slikama 24-26

Provedene su i multivarijantne analize (NMDS) zajednice beskralježnjaka utvrđene na istraživanim lokalitetima (Slika 28). Nakon transformacije podataka provedena je NMDS analiza kojom je utvrđena razina "*stress*" < 0.05. Nije uočena statistički značajna razlika u zajednici ni grupiranje uzoraka s obzirom na brojnost beskralježnjaka.



Slika 28. Multivarijantna analiza (NMDS) makrozoobentosa svrstanih po poduzorcima

BIO-ENV analiza po Spearmanu pokazala je da nema statistički značajne korelacije zajednice beskralježnjaka s okolišnim parametrima.

3.3. Sastav i brojnost faune ličinki trzalaca (Diptera, Chironomidae)

3.3.1. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice ličinki trzalaca na lokalitetu B1

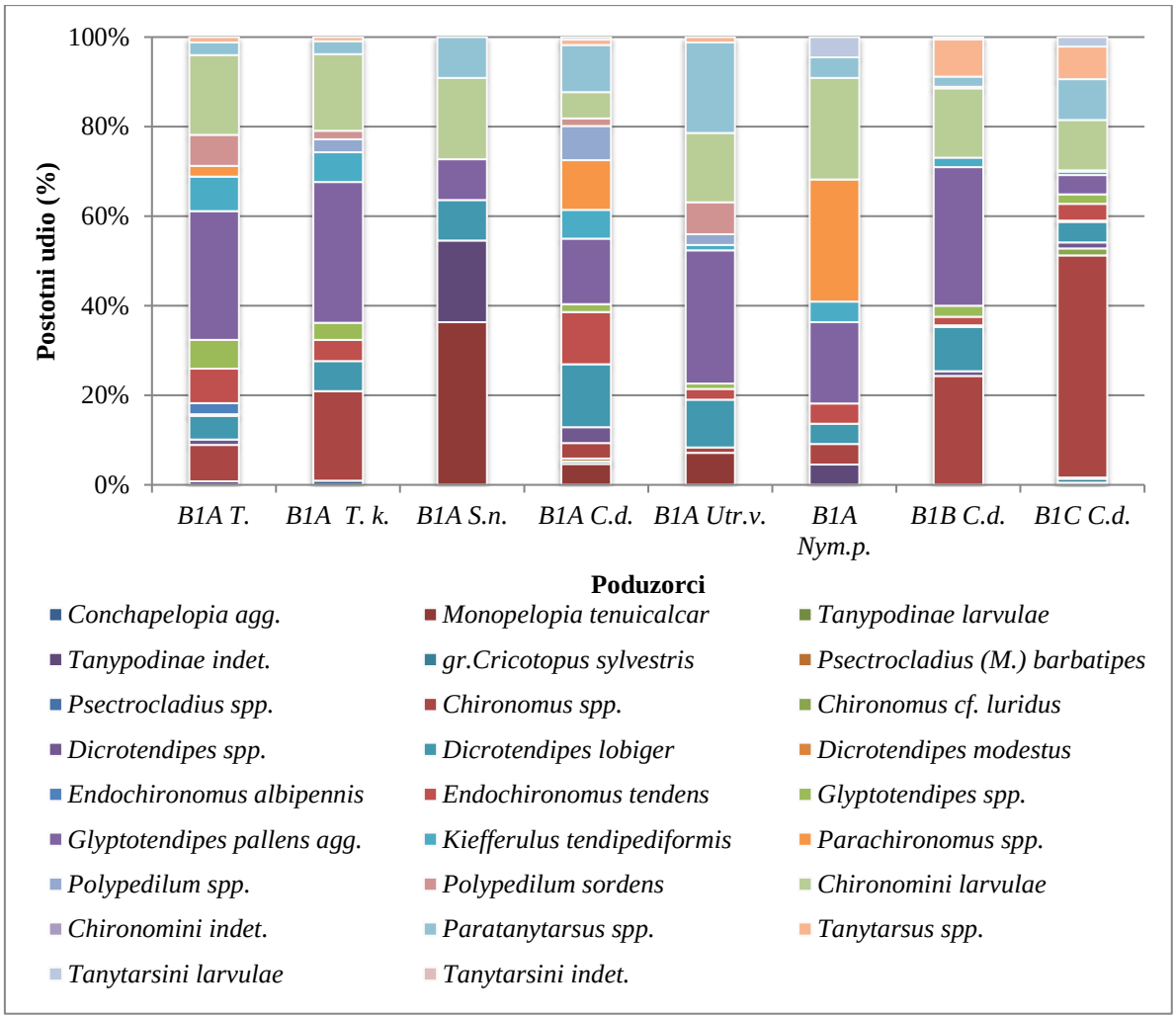
Na lokalitetu B1 pronađeno je 20 svojti koje su pripadale trima potporodicama: Tanypodinae, Orthocladiinae i Chironominae (Chironomini, Tanytarsini) (Tablica 5; Slika 29). Potporodicu Tanypodinae, kao i potporodicu Orthocladiinae, činila su dva roda (*Conchapelopia* i *Monopelopia* odnosno *Cricotopus* i *Psectrocladius*) (Tablica 5). Potporodica Chironominae bila je dominantna sa 13 utvrđenih svojti, odnosno sedam rodova determiniranih na lokalitetu B1.

U uzorku B1A u zajednici sa *Typha* sp. na uronjenom dijelu listova i stabljike pronađeno je 13 svojti te je najviše zastupljena bila svojta *Glyptotendipes pallens* agg. s

brojnošću od 866 jed./100 g s.m. (28.74 %), kao i na korijenu s utvrđenom brojnošću od 84 jed/100 g s.m. (31.43 %) (Tablica 5). U oba poduzorka je također primjećena velika brojnost Chironomini larvulae na uronjenom dijelu listova i stabljike (17.81 %) kao i na korijenu (17.13 %) s brojnostima od 537 jed./100 g s.m. odnosno 46 jed./100 g s.m. (Tablica 5). Sastav zajednice u oba poduzorka u zajednici s makrofitom *Typha* sp. je vrlo sličan (Slika 29). Poduzorak s najmanje pronađenih svojti (četiri) je bio u zajednici s makrofitskom vrstom *Salvinia natans* u kojem je zabilježen postotni udio vrste *Monopelopia tenuicalcar* od 36.36 %, odnosno brojnost od 1270 jed./100 g s.m. (Slika 29) (Tablica 5). Najviše svojti u uzorku B1A pronađene u zajednici s *Ceratophyllum demersum* te su dominantne bile: *G. pallens* agg. (845 jed./100 g s.m.), *Dicrotendipes lobiger* (811 jed./100 g s.m.) i *Parachironomus* spp. (642 jed./100 g s.m.) sa postonim udjelima od 14.62 %, odnosno 14.04 % i 11.11 % (Slika 29) (Tablica 5). Udio vrste *Kiefferulus tendipediformis* iznosio je 6.43 % dok je udio Chironomini larvulae iznosio 5.85 % (Slika 29). U epifitonu vrste *Utricularia vulgaris* utvrđeno je 11 svojti te je dominantna bila *G. pallens* agg. s udjelom od 29.76 % (Slika 29). Osam svojti je zabilježeno u uzorku B1A s makrofitskom vrstom *Nympohides peltata* te je dominirala svojta *Parachironomus* spp. s udjelom od 27.27 % odnosno brojnošću od (690 jed./100 g s.m.) uz Chironomini larvulae s udjelom od 22.73 % i brojnošću od 575 jed./100 g s.m. (Slika 29) (Tablica 5). Zastupljenost *G. pallens* agg. iznosila je 18.18 % (460 jed./100 g s.m.) dok su zastupljenosti od 4.55 % (115 jed./100 g s.m.) utvrđene kod: *Chironomus* spp., *D. lobiger, Endochironomus tenedens, K. tendipediformis* i *Paratanytarsus* spp. (Slika 29) (Tablica 5).

U epifitonu vrste *C. demersum* u uzorku B1B utvrđena je prisutnost 10 svojti od kojih su najdominantnije bile: *G. pallens* agg. (5443 jed./100 g s.m.) i *Chironomus* spp. (4281 jed./100 g s.m.) sa zastupljenošću od 30.96 %, odnosno 24.35 % (Slika 29) (Tablica 5).

Najviše svojti (15) utvrđeno je u uzorku B1C u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* (Slika 29). Dominantna svojta bila je *Chironomus* spp. s udjelom od 49.60 % odnosno brojčanom zastupljenosti od 5949 jed./100 g s.m. (Tablica 5). Sljedeća po brojnosti bio je *Paratanytarsus* spp. te je utvrđen postoni udio od 9.14 %.



Slika 29. Postotni udio pojedinih vrsta pronađenih na lokalitetu B1

*Legenda: *T.= Typha sp., T k.= Typha sp. korijen, S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum, Utr.v.= Utricularia vulgaris, Nym.p.= Nymphoides peltata*

Tablica 5. Sastav faune ličinki (jed./ 100 g s. m.) trzalaca na lokalitetu B1

SVOJTA	B1A *T.*	B1A *T.* k.	B1A *S.n.*	B1A C.d.	B1A *Utr.v.*	B1A *Nym.p.*	B1B *C.d.*	B1C *C.d.*	srednja vrijednost	standardna devijacija
Tanypodinae										
Conchapelopia agg.		3							3	
Monopelopia tenuicalcar (Kieffer, 1918)			1270	270	882			32	614	565.34
Tanypodinae larvulae										
Tanypodinae indet.	24		635			115		32	202	291.77
Orthocladiinae										
gr.*Cricotopus sylvestris* (Fabricius, 1794)				34				96	65	44.32
Psectrocladius (M.) *barbatipes* (Kieffer, 1923)				34					34	
Psectrocladius spp.								32	32	
Chironominae										
Chironomini										
Chironomus spp.	244	54		203	147	115	4281	5949	1570	2469.57
Chironomus luridus (Strenzke, 1959)								193	193	
Dicrotendipes spp.	37			203			183	161	146	74.85
Dicrotendipes lobiger (Kieffer, 1921)	159	18	317	811	1324	115	1743	547	629	623.31
Dicrotendipes modestus (Say, 1823)	12						61	32	35	24.62
Endochironomus albipennis Meigen	73								73	
Endochironomus tendens (Fabricius, 1775)	232	13		676	294	115	336	450	302	218.48
Glyptotendipes sp.	195	10		101	147		428	257	190	143.72
Glyptotendipes pallens agg.	866	84	317	845	3676	460	5443	514	1526	1948.27
Kiefferulus tendipediformis (Goethhebuer 1922)	232	18		372	147	115	367	96	192	136.54
Parachironomus spp.	73			642		690		32	359	354.91
Polypedilum spp.		8		439	294				247	219.59
Polypedilum sordens (van der Wulp, 1874)	207	5		101	882				299	397.55
Chironomini larvulae	537	46	635	338	1912	575	2722	1350	1014	909.82

Chironomini indet.							61		61	
Tanytarsini										
Paratanytarsus spp.	85	8	317	608	2500	115	398	1093	641	829.11
Tanytarsus spp.	37	3		68	147		1468	868	432	603
Tanytarsini larvulae				34		115	31	257	109	106.16
Tanytarsini indet.							61		61	
Ukupno	3012	265	3492	5777	12353	2529	17584	11994	7126	6100.813

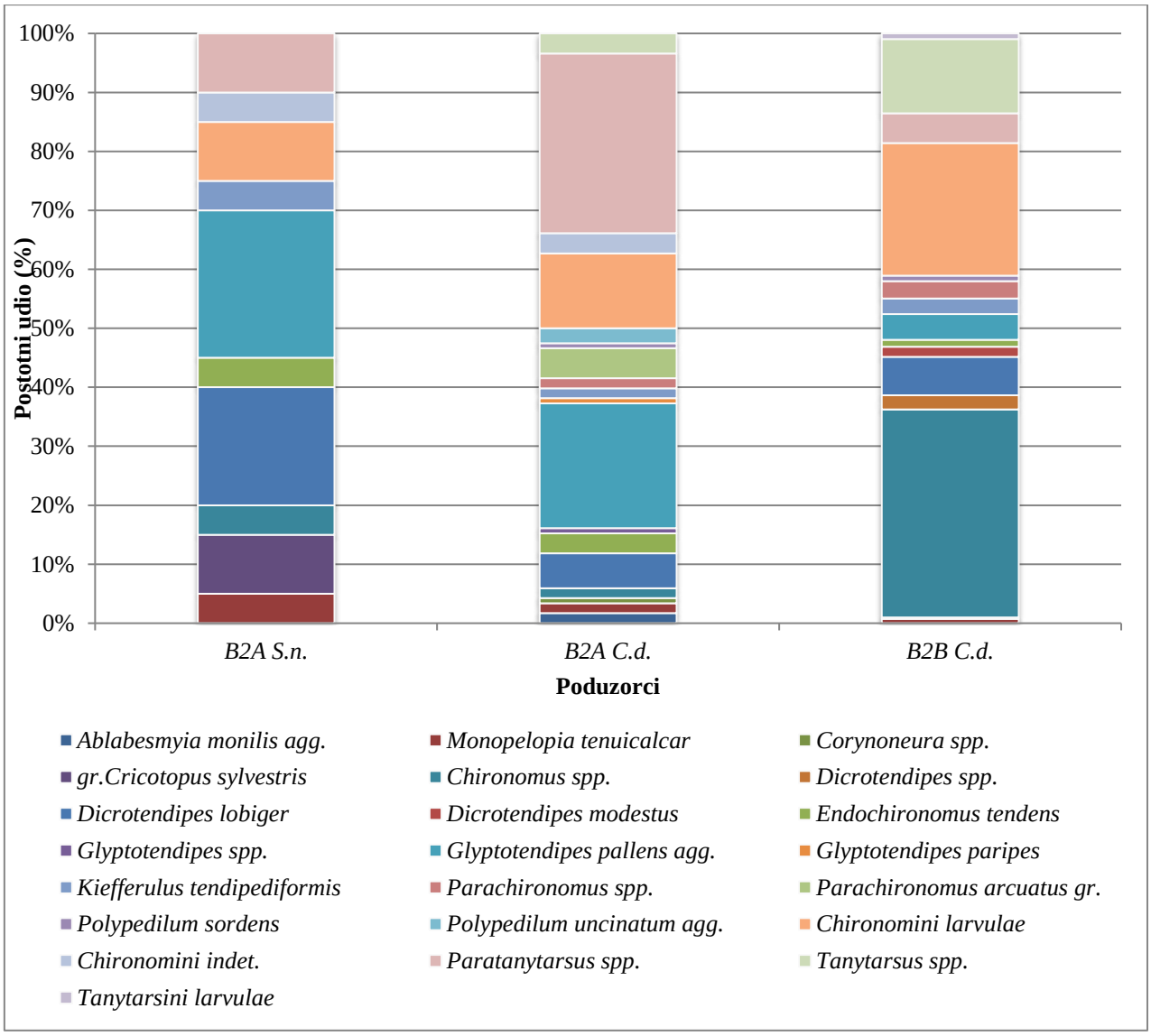
*Legenda: *T.= Typha* sp., *T k.= Typha* sp. korijen, *S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum, Utr.v.= Utricularia vulgaris, Nym.p.= Nymphoides peltata*

3.3.2. Kvalitativni sastav i brojnost zajednice ličinki trzalaca na lokalitetu B2

Na lokalitetu B2 sveukupno je zabilježeno 19 svojti, odnosno 13 rodova (Tablica 6; Slika 30). U potporodici Tanypodinae zabilježena su dva roda (*Ablabesmyia* i *Monopelopia*) kao i kod potporodice Orthocladiinae (*Corynoneura* i *Cricotopus*), dok su ličinke potporodice Chironominae bile najraznovrsnije (Tablica 6).

U zajednici s makrofitom *Salvinia natans* determiniran je najmanji broj svojti (7). Dominantna svojta bila je *Glyptotendipes pallens* agg. (877 jed./100 g s.m.) (Slika 30) (Tablica 6). Sljedeća u najvišoj zastupljenosti bila je vrsta *Dicrotendipes lobiger* s postotnim udjelom od 20 %. Isti postotni udio zastupljenosti (5 %) odnosto ista brojnost (175 jed./100 g s.m.) zabilježena je kod *Chironomus* spp., *Kiefferulus tendipediformis* i Chironomini indet. (Tablica 6). Najviši broj svojti (16) pronađeno je u uzorku B2A u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* (Slika 30). Najviši udio zabilježen je kod roda *Paratanytarsus* spp. s brojnošću od 1856 jed./100 g s.m. (30.51 %), a zatim su uslijedili *G. pallens* agg. (1289 jed./100 g s.m.) i Chironomini larvulae (773 jed./100 g s.m.) sa postotnim udjelom od 21.19 % odnosno 12.71 % (Tablica 6). Udio vrste *D. lobiger* iznosio je 5.93 % te je udio svojte gr. *Parachironomus arcuatus* iznosio 5.08 %. Udjeli ostalih svojti su bili vrlo niski te nisu prelazili udio viši od 3.5 %.

Uzorak B2B u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* sadržavao je 12 svojti (Slika 30). U ovom je uzorku domininirao rod *Chironomus* sa zastupljenošću od 35.27 % odnosno brojnošću od 3133 jed./100 g s.m. (Tablica 6). *D. lobiger* (579 jed./100 g s.m.) i *Paratanytarsus* spp. (451 jed./100 g s.m.) bili su sljedeći po brojnosti i udjelom od 4.35 % odnosno 5.07 % (Tablica 6). Udio svojte *G. pallens* agg. iznosio je 4.35 %, dok su udjeli ostalih svojti bili niski te nisu prelazili vrijednost višu od 3 %.



Slika 30. Postotni udio pojedinih vrsta pronađenih na lokalitetu B2

*Legenda: *S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum*

Tablica 6. Sastav faune ličinki trzalaca (jed./ 100 g s. m.) na lokalitetu B2.

SVOJTA	B2A *S.n.*	B2A *C.d.*	B2B *C.d.*	srednja vrijednost	standardna devijacija
Tanypodinae					
Ablabesmyia monilis agg.		103		103	
Monopelopia tenuicalcar (Kieffer, 1918)		103			
Tanypodinae indet.	175		64	114	56.37
Orthocladiinae					
Corynoneura sp.		52		52	
gr. *Cricotopus sylvestris* (Fabricius, 1794)	351		21	186	232.93
Chironominae					
Chironomini					
Chironomus spp.	175	103	3133	1137	1728.83
Dicrotendipes spp.			215	215	
Dicrotendipes lobiger (Kieffer, 1921)	702	361	579	547	172.71
Dicrotendipes modestus (Say, 1823)			150	150	
Endochironomus tendens (Fabricius, 1775)	175	206	107	163	50.61
Glyptotendipes spp.		52		52	
Glyptotendipes pallens agg.	877	1289	386	851	451.78
Glyptotendipes paripes (Edwards, 1929)		52		52	
Kiefferulus tendipediformis (Goethhebuer, 1922)	175	103	236	172	66.57
Parachironomus spp.		103	258	180	109.19
gr. *Parachironomus arcuatus*		309		309	
Polypedilum sordens (van der Wulp, 1874)			86	86	24.25
Polypedilum uncinatum agg.		155		155	
Chironomini larvulae	351	773	1996	1040	854.24
Chironomini indet.	175	206		191	21.74
Tanytarsini					
Paratanytarsus sp.	351	1856	451	886	841.47

Tanytarsus sp.		206	1116	661	643.25
Tanytarsini larvulae			86	86	
Ukupno	3509	6031	8884	6141	2689.37

*Legenda: *S.n.= Salvinia natans, C.d.= Ceratophyllum demersum*

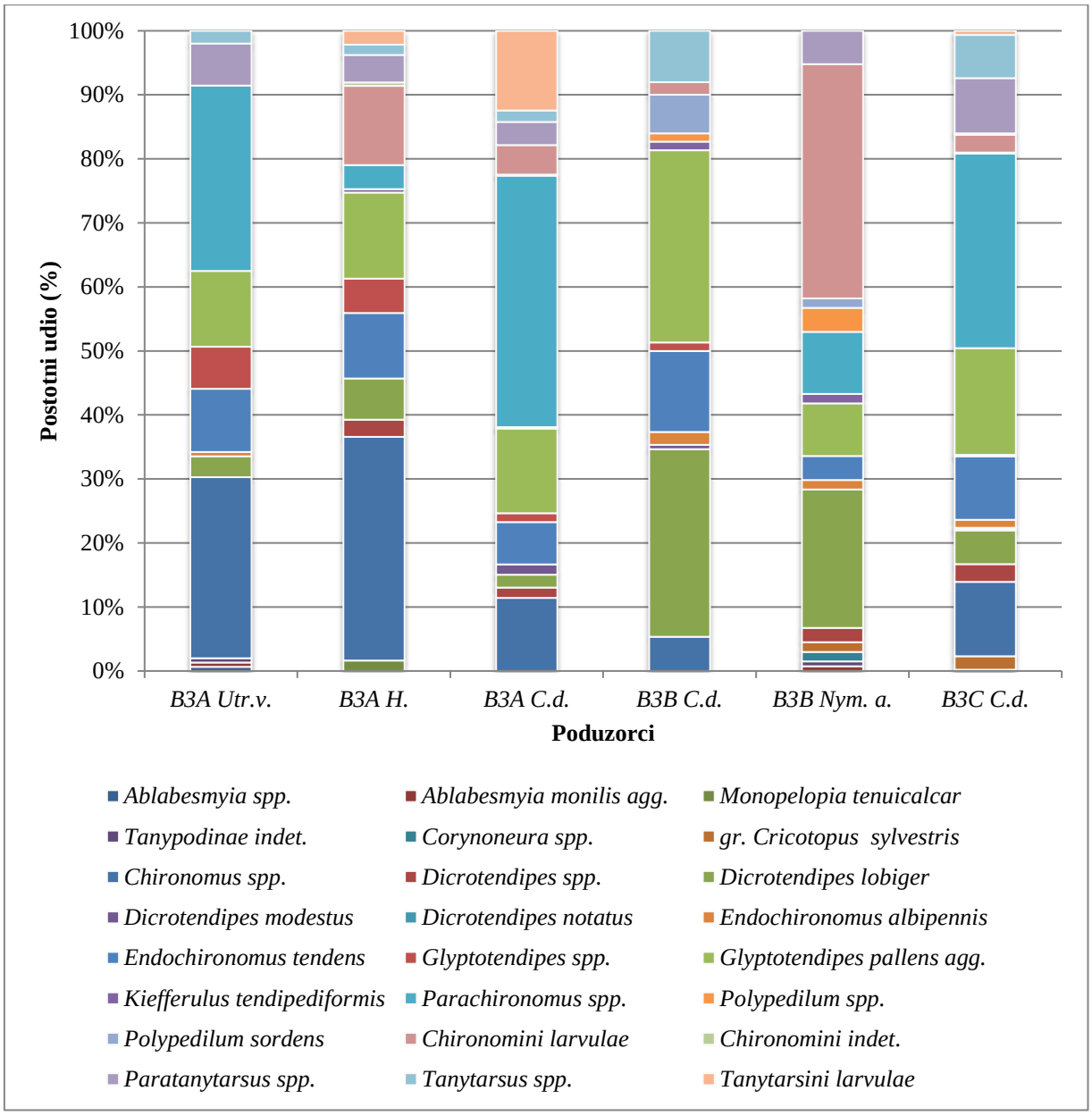
3.3.3. Kvalitativan sastav i brojnost faune ličinki trzalaca na lokalitetu B3

Na lokalitetu B3 je također zabilježeno 20 svojti koje pripadaju trima potporodicama: Tanypodinae, Orthocladiinae i Chironominae (Tablica 7; Slika 31). Najviša brojnost utvrđena je kod potporodice Chironominae sa 13 svojti, dok je u potporodicama Tanypodinae i Orthocladiinae utvrđeno tri, odnosno dvije svojte.

U uzorku B3A sveukupno je određeno 17 svojti (Slika 35). U zajednici s makrofitskom vrstom *Utricularia vulgaris* utvrđen je najmanji broj svojti u tom uzorku (11) te je najdominantnija svojta bila *Parachironomus* spp. (11301 jed./100 g s.m.) sa udjelom od 28.95 % (Tablica 7) (Slika 31). Sljedeće svojte s visokim udjelom bile su *Chironomus* spp. (28.29 %), *Glyptotendipes pallens* agg. (11.84%) i *Endochironomus tendens* (9.87 %). U epifitonu vrste *Hippuris* sp. zabilježeno je također 11 svojti od kojih su dominantne bile: *Chironomus* spp. (34.95 %) i *G. pallens* agg. (13.44 %) s brojnostima od 1272 jed./100 g s.m. i 489 jed./100 g s.m. (Slika 31) (Tablica 7). Dvanaest svojti je zabilježeno u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demersum* (Slika 31). Dominantan rod u ovom poduzorku bio je *Parachironomus* spp. sa udjelom od 39.28 %. Kod svojti *G. pallens* agg. i *Chironomus* spp. zabilježeni su udjeli od 13.23 % i 11.42 % odnosno brojnost od 2043 jed./100 g s.m i 1764 jed./100 g s.m (Tablica 7).

U epifitonu vrste *C. demersum* u uzorku B3B utvrđen je najmanji broj svojti (12) u odnosu na cjelokupni lokalitet (Slika 31). Dominantne svojte bile su *G. pallens* agg. (1359 jed./100 g s.m.) sa udjelom od 30% i *Dicrotendipes lobiger* (13226 jed./100 g s.m.) sa udjelom od 29.33 % (Tablica 7). Udio od 12.67 % zabilježen je kod svojte *E. tenedens*. Zastupljenost *Tanytarsus* spp. (3608 jed./100 g s.m.) u ovom poduzorku iznosila je 8 %, a zastupljenost vrste *Polypedilum sordens* (2706 jed./100 g s.m.) iznosila je 6 % (Tablica 7). Zastupljenost ostalih svojti iznosila je manje od 5 %: U uzorku sa makrofitskom vrstom *Nymphea alba* pronađeno je 13 svojti od kojih su dominantne bila vrsta *D. lobiger* (342 jed./100 g s.m.) čija je zastupljenost iznosila 21.64 % (Slika 31) (Tablica 7). Udio svojte *Parachironomus* spp. iznosio je 9.7 %, dok je udio *G. pallens* agg. iznosio 8.21 %.

Najviši broj svojti utvrđen je u uzorku B3C u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* (Slika 31). Od 14 zabilježenih svojti, dominantne su bile *Parachironomus* spp. (2240 jed./100 g s.m.), *G. pallens* agg. (1229 jed./100 g s.m.) i *Chironomus* spp. (855 jed./100 g s.m.) sa zastupljenošću od 30.39 %, odnosno 16.67 % i 11.61 % (Tablica 7).



Slika 31. Postotni udio pojedinih vrsta pronađenih na lokalitetu B3

*Legenda: *Utr.v.= Utricularia vulgaris, H.= Hippuris* sp, *C.d.= Ceratophyllum demersum,Nym. a.= Nymphea alba.*

Tablica 7. Sastav faune ličinki trzalaca (jed./ 100 g s. m.) na lokalitetu B3

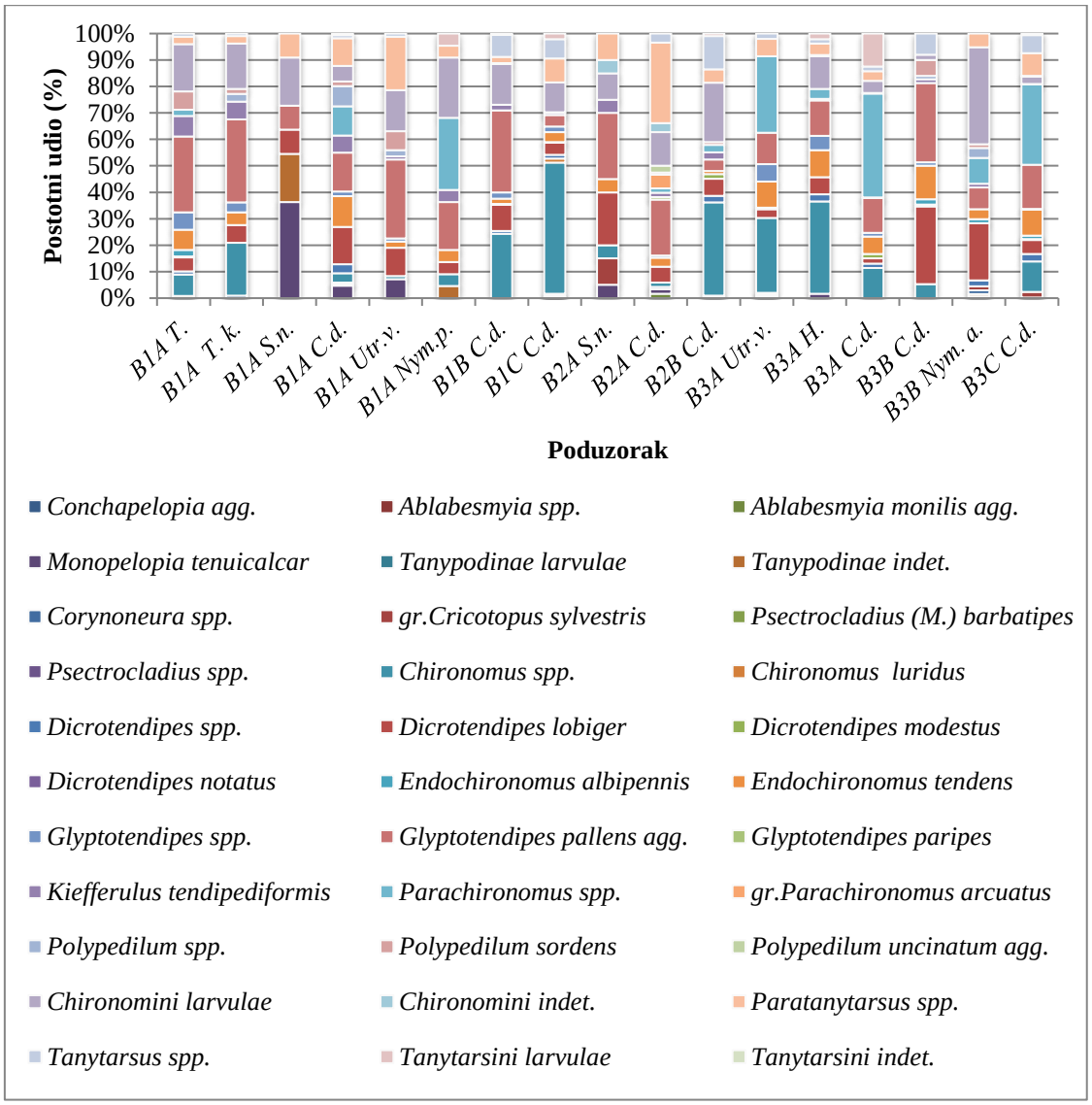
SVOJTA	B3A *Ur. v.*	B3A *H.*	B3A *C.d.*	B3B *C.d.*	B3B *N.*	B3C *C. d.*	srednja vrijednost	standardna devijacija
Tanypodinae								
Ablabesmyia spp.	257						257	
Ablabesmyia monilis agg.	257				12		134.4	173.39
Monopelopia tenuicalcar (Kieffer, 1918)		59					59	
Tanypodinae indet.	257				12	16	94.78	140.50
Orthocladiinae								
Corynoneura sp.					24		23.58	
gr.*Cricotopus* s*ylvestris* (Fabricius, 1794)					24	156	89.55	93.29
Chironominae								
Chironomini								
Chironomus spp.	11044	1272	1764	2405		855	3468.1	4274.27
Dicrotendipes spp.		98	248		35	202	145.85	96.81
Dicrotendipes lobiger (Kieffer, 1921)	1284	235	310	13228	342	389	2631.13	5205.89
Dicrotendipes modestus (Say, 1823)			248	301		14	187.65	152.74
Dicrotendipes notatus (Meigen, 1818)						16	15.55	
Endochironomus albipennis (Meigen, 1830)	257			902	24	93	318.97	400.81
Endochironomus tendens (Fabricius, 1775)	3853	372	1022	5712	59	731	1958.1	2288.56
Glyptotendipes spp.	2568	196	217	601		16	719.45	1055.16
Glyptotendipes pallens agg.	4623	489	2043	13529	130	1229	3673.76	5086.58
Kiefferulus tendipediformis (Goethhebuer, 1922)		20	31	601	24		168.79	288.18
Parachironomus spp.	11301	137	6067		153	2240	3979.6	4753.80
Polypedilum spp.				601	59		329.98	383.28
Polypedilum sordens (van der Wulp, 1874)			31	2706	24	16	694.03	1341.33
Chironomini larvulae		450	712	902	578	202	568.82	264.63
Chironomini indet.		20				16	17.56	2.84
Tanytarsini								
Paratanytarsus spp.	2568	157	557		83	638	800.35	1017.35

Tanytarsus spp.	771	59	277	3608		498	1042.5	1458.27
Tanytarsini larvulae		78	1920			47	681.64	1072.56
Ukupno	39041	3640	15447	45096	1580	7370	22060	18811.39

*Legenda: *Utr.v.= Utricularia vulgaris, H.= Hippuris* sp, *C.d.= Ceratophyllum demersum,Nym. a.= Nymphea alba.*

3.3.4. Struktura zajednice ličinki trzalaca na sva tri lokaliteta usporedno

Uspoređujući postotni udio ličinki trzalaca na sva tri istraživana lokaliteta uočava se dominacija taksona *Chironomus* spp., *G. pallens* agg. i *Parachironomus* spp.



Slika 32. Postotni udio svojti ličinki trzalaca pronađenih na sva tri lokaliteta

*Legende objašnjene na prethodnim Slikama 29-31

Provedene su i multivarijantne analize (NMDS) ličinki trzalaca svrstanih po poduzorcima (Slika 33). Izračunate su srednje vrijednosti vrsta pronađenih u bari Mali Sakadaš te su dobiveni podatci obrađeni da bi se utvrdila sličnost (Bray-Curtis sličnost). Nije uočeno grupiranje podatataka, osim s poduzoraka B1C i B2B, oba u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum*.



Slika 33. Prikaz multivarijantne analize (NMDS) ličinki trzalaca te distribuciju s obzirom na uzorak sa pojedine istraživačke postaje

BIO-ENV analiza po Spearmanu pokazala je da nema statistički značajne korelacije zajednice ličinki trzalaca s okolišnim parametrima.

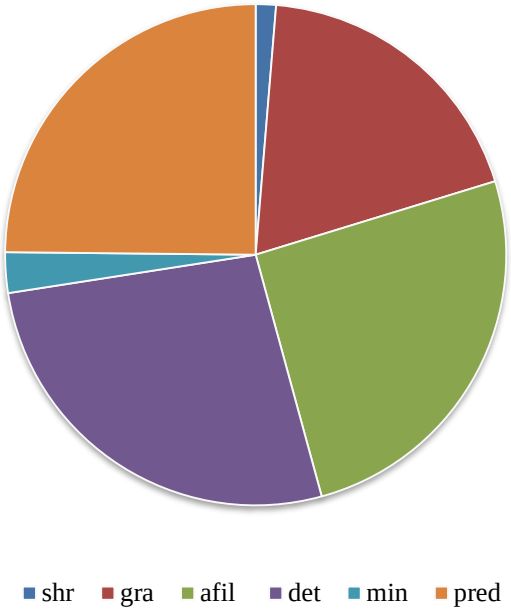
3.3.5. Funkcionalne hranidbene skupine ličinki trzalaca

Prilikom analize ličinki trzalaca uočena je prisutnost nekoliko hranidbenih skupina: strugači – gra (eng. *grazers*), detritovori – det (eng. *detritus feeders*), aktivni procjeđivači – afil (eng. *active filter-feeders*), bušači – min (eng. *miners*) i grabežljivci – pre (eng. *predators*) (Tablica 8). Ličinke trzalaca za koje se nije mogla utvrditi funkcionalna skupina su izostavljene iz tablice (Tanypodinae larvulae, Tanypodinae non det., Chironomini larvulae, Chironomini non det., Tanytarsini larvulae i Tanytarsini non det.).

Tablica 8. Funkcionalne hranidbene skupine ličinki trzalaca u bari Mali Sakadaš

svojta	funkcionalno - hranidbena skupina
Tanypodinae	
Ablabesmyia spp.	det - pre
Ablabesmyia monilis agg.	det -pre
Conchapelopia agg.	pre
Monopelopia tenuicalcar (Kieffer, 1918)	pre
Orthocladiinae	
Corynoneura sp.	gra-det
gr.*Cricotopus sylvestris* (Fabricius, 1794)	shr - gra - det - min
Psectrocladius (M.) *barbatipes*	det
Psetrocladius spp.	det
Chironominae	
Chironomini	
Chironomus sp.	gra- afil- det
Chironomus luridus (Strenzke, 1959)	afil - det
Dicrotendipes sp.	gra - afil - det
Dicrotendipes lobiger (Kieffer, 1921)	gra - afil -det
Dicrotendipes modestus (Say, 1823)	gra - afil - det
Dicrotendipes notatus (Meigen, 1818)	gra - afil -det
Endochironomus albipennis (Meigen, 1830)	gra - afil - det - min
Endochironomus tendens (Fabricius, 1775)	gra - afil - det - min
Glyptotendipes spp.	gra - afil - det - min
Glyptotendipes pallens agg.	shr - gra - afil - det - min
Glyptotendipes paripes (Edwards, 1929)	gra - afil - det
Kiefferulus tendipediformis (Goethhebuer, 1922)	afil - det
Parachironomus spp.	gra - det - pre
Parachironomus gr. *arcuatus*	gra - det - pre
Polypedilum spp.	gra - afil - det
Polypedilum sordens (van der Wulp, 1874)	gra - afil - det
Polypedilum uncinatum agg.	gra - afil - det
Tanytarsini	
Paratanytarsus spp.	gra - afil -det
Tanytarsus spp.	gra - afil - det

*Legenda: shr - usitnjivači, gra - strugači, afil - aktivni procjeđivači, det - detritovori, min - bušači, pre - grabežljivci



Slika 34. Postotni udio funkcionalnih hranidbenih skupina ličinki trzalaca

*Legenda: shr - usitnjivači, gra - strugači, afil - aktivni procjeđivači, det - detritovori, min - bušači, pre – grabežljivci

Na istraživanom lokalitetu uočeno je najviše detritovora (26.80 %), aktivnih procjeđivača (25.49 %) i predatora (24.84 %).

4. Rasprava

Bara Mali Sakadaš nije često istraživano područje, najvjerovatnije zbog toga što se nalazi na granici Kopačkog rita te je dio prijemnog centra i poučne staze (Web 5). Uzorkovanje je provedeno za vrijeme vrlo niskog vodostaja, zbog čega je Mali Sakadaš imao karakteristike barskog vodenog ekosustava u vrijeme istraživanja.

Vrijednosti okolišnih parametara bile su uobičajne za ranu jesen te nisu utvrđene značajne razlike na trima istraživanim postajama, osim koncentracije klorofila (Chl *a,* Chl *b,* Chl *c*) koja je vjerojatno nastala zbog unosa dodatnog biljnog materijala.

Prozirnost vode je bila do dna, uz malu razliku na postaji B2, što je omogućilo razvoj dominantne submerzne makrofitske vrste *Ceratophyllum demersum* na svim trima istraživačkim postajama zbog dovoljne količine svijetla i razine nutrijenata (Čerba i sur. 2011; Krischik i sur. 1999). Na prozirnost vode utječe i ukupna suspendirana tvar (TSS) što objašnjava razliku u prozirnosti i dubini utvrđenu na postaji B2 (Web 8). Najviša razina TSS utvrđena je na postaji B3 maksimalnom prozirnošću, ali i najmanjom dubinom.

Prema Cheruvelil i sur. (2002), utvrđeno je da građa makrofitskih vrsta značajno utječe na kolonizaciju epifitskih zajednica prvenstveno zbog različite morfologije listova što određuje koliko će epifitskih organizama kolonizirati makrofitsku vrstu. U usporedbi s kanalom Čonakut u Kopačkom ritu, koji se može usporediti s barom Mali Sakadaš jer je također plitko vodeno tijelo tijekom niskog vodostaja Dunava, najviša brojnost taksonomskih skupina pronađena je u upravo u zajednici s makrofitskom vrstom *Ceratophyllum demerusum* (Bogut i sur. 2009; Bogut i sur. 2007). Velika brojnost organizama epifitona na *C. demersum* može biti rezultat dobre osvijetljenosti supstrata pod vodom, za razliku od pronađene flotante vegetacije (npr. *Nymphoides peltata* čija je brojnost i raznolikost vrlo niska na pronađenoj postaji B1) koja predstavlja stanište koje se teže može kolonizirati zbog izranjanja dijelova listova i vode te sjene koja nastaje zbog plutajućih listova (Cattaneo i sur. 1998). Uz najveću brojnost i raznolikost faune beskralježnjaka u zajednici s *C. demersum*, vrlo velika raznolikost i brojnost faune u zajednici s flotantnom makrofitskom vrstom *U. vulgaris,* koja ima ukupno veću površinu za kolonizaciju s obzirom na rascjepkanost listova, ali je također utvrđena pozitivna korelacija između površine i biomase (Armstrong i sur. 2003). Iako *U. vulgaris* nema čvrstu potporu (nedostatak korijena) ni krute listove koji bi pružili zaklon od predatora kao što je slučaj kod *C. demersum*, uočena je velika raznolikost i brojnost makrozoobentosa.

Najvjerovatnije je abundancija beskralježnjaka rezultat hvatanja hranjivih tvari i čestica na nitaste strukture *U. vulgaris* koje tada omogućavaju razvoj zajednice beskralježnjaka (Web 9). Zbog svog jedinstvenog načina ishrane (karnivorna biljka), *U. vulgaris* utječe na brojnost zajednice beskralježnjaka hraneći se sa Cladocera, Rotifera, Hydrachnidia i Tardigrada (Koller-Peroutka i sur. 2014). U istraživanju provedenom 2014. godine (Koller-Peroutka i sur. 2014) utvrđeno je da se *U. vulgaris* više hrani algama (*Spirogyra* sp., *Closterium* sp.) i zrncima peluda zbog toga što omogućavaju bolji rast i razmnožavanje te se zbog toga može zaključiti da negativan utjecaj *U. vulgaris* na zajednicu makrobeskralježnjaka nije toliko velik. Pronađene taksonomske skupine epifitske zajednice na istraživanom području su široko rasprostranjene i karakteristične za eutrofne vode (Bogut i sur. 2007). U lipnju 2004. godine je u Sakadaškom jezeru uočena prva pojava makrofitske vegetacije (naselja *C.demersum, Myriophyllum spicatum, Nymphoides peltata*) te je uzorkovanjem utvrđena prisutnost 23 taksonomske skupine beskralježnjaka, od kojih je fauni ličinki kukaca pripadalo 11 skupina (Vidaković i sur. 2005). Utvrđena je visoka zastupljenost predatorskih ličinki (Zygoptera, Ceratopogonidae) što je također utvrđeno i u ovom istraživanju uz veliku brojnost ličinki Ephemeroptera. Zabilježeno je da Odnata mogu imati veći utjecaj na strukturu zajednice ličinki Chironomidae nego ribe (Prejs i sur. 1997).

U svim poduzorcima su ličinke trzalaca bile eudominantne (udio>10%, Odum, 1971) jer su ličinke trzalaca, uz Oligochaeta, najuspješniji akvatički makrobeskralježnjaci koji nastanjuju sva slatkovodna vodena tijela uključujući zagađne i eutrofne vode (van der Berg 1999; Mackie 2001). Jedan od razloga visoke abundancije ličinki Chironomidae je način ishrane (Nilsson 1997). Najviše pronađenih svojti u ovom istraživanju su po načinu ishrane detritovori. Coffman i Ferrington (1984) su utvrdili da su većina svojti ličinki trzalaca tijekom cijelog životnog ciklusa detritovori, no međutim da su svojte u potporodici Tanypodinae detritovori samo u stadiju larvule (Baker i McLachlan 1979; Oliver 1971). Uz detrivore, prevladavali aktivni procjeđivači (Chironominae) i predatori (Tanypodinae i Chironominae) (Armitage i sur. 1995). Dominantnost utvrđenih funkcionalnih hranidbenih skupina je rezultat visoke količine detritusa i suspendiranih čestičnih tvari u zajednicama s makrofitskim vrstama, posebice s prevladavajućom submerznom vrstom *C. demersum* koja je odličan izvor hrane za ličinke trzalaca. Slični su rezultati zabilježeni u istraživanju na Sakadaškom jezeru gdje je utvrđena dominacija strugača i aktivnih procjeđivača (Čerba i sur. 2011). Eudominantnost ličinki trzalaca je utvrđena u nekoliko istraživanja u kanalu Čonakut u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* i *Nymphoides peltata* (Bogut i

sur. 2009; Bogut i sur. 2007) i Sakadaškom jezeru u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* (Vidaković i sur. 2005). U provedenom istraživanju u zajednicama s makrofitskim vrstama utvrđena je prisutnost triju potporodica: Tanypodinae, Orthocladiinae i Chironominae (Chironomini i Tanytarsini) te su u potpunosti prevladale Chironomine u brojnosti i raznolikosti. Na istraživanjima u Sakadaškom jezeru zabilježene su iste potporodice, također s dominacijom potporodice Chironominae (Čerba i sur. 2011). Dominante svojte u istraživanju Malog Sakadaša bile su *Chironomus* spp., *Glyptotendipes pallens* agg., *Parachironomus* spp. i Chironomini larvulae. Pronađene svojte su karakteristične za eutrofna vodena tijela i makrofitske zajednice (Darby 1962; Menzie, 1981; Armitage i sur. 1995). Nije uočena dominantnost svojte *Cricotopus* gr. *sylvestris* kao u istraživanju Sakadaškog jezera (Čerba i sur. 2010), nego dominantnost svojte *G. pallens* agg. Brodersen i sur. (2001) su utvrdili da je prisutnost tih dvaju rodova (*Cricotopus* i *Glyptotendipes*) karakteristična za eutrofna i hipertrofna vodena tijela. Izostanak svojte *Cricotopus* je najvjerovatnije zbog razvoja adultnih jedinki u rujnu i kompeticije za hranu i/ili prostor (Armitage i sur.1995; Čerba i sur. 2011).

5. Zaključak

Mali Sakadaš je specifično stanište zbog periodične promjene dubine i površine te karakteristika barskog vodenog ekosustava. Prodor svjetlosti do dna i dovoljne količine nutrijenata omogućavaju razvoj submerzne, te ostalih tipova makrofitske vegetacije, na kojima je zabilježena velika brojnost i raznolikost faune. U ovom istraživanju utvrđena je manja razlika u strukturi epifitske zajednice te je utvrđena najviša raznolikost i brojnost epifitona u zajednicama sa submerznom vrstom *Ceratophyllum demersum* i flotantnom vrstom *Utricularia vulgaris*. Eudominantnost svojti ličinki trzalaca u zajednici s makrofitskom vrstom *C. demersum* dokazuje da je ovakav oblik substrata povoljan za razvoj ličinki trzalaca i u specifičnim staništima kao što bare pod utjecajem poplavnih događaja. Potrebna su dodatna istraživanja u kojima će se mjeriti okolišni parametri u nekoliko sezona koje će dati bolji prikaz utjecaja okolišnih parametara na epifitsku zajednicu u bari Mali Sakadaš.

6. LITERATURA

Armstrong, N., Planas, D., Prepas, E. (2003) Potential for estimating macrophyte surface area from biomass. Aquatic Botany 75:173-179.

Armitage, P.D., Cranston, P.S., Pinder, L.C.V.(1995) The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges. London, Chapman & Hall.

Baker, A.S., McLachlan, A.J. (1979) Food preferences of Tanypodinae larvae (Diptera, Chironomidae). Hydrobiologia 62: 283-8.

Barber, W.E, Kevern, N.R. (1973) Ecological factors influencing macroinvertebrate standing crop distribution. Hydrobiologia 43: 53-75.

Bitušik, P., Hamerlik, L.(2014) Príručka na určovanie lariev pakomárov (Diptera: Chironomidae) Slovenska. Časť 2. Tanypodinae. (Identification key for Chironomidae of Slovakia. Part 2. Tanypodinae). Belianum, Vydavatelstvo Univerzity Matej Bela v Banskej Bystrici.

Bogut, I., Vidaković, J., Palijan, G., Čerba, D. (2007) Bentic macroinvertebrates associated with four species of macrophytes. Biologia 62/5: 600-606.

Bogut, I., Vidaković, J., Čerba, D., Palijan, G. (2009) Epiphytic meiofauna in stands of different submerged macrophytes. Ekoloji 18,70: 1-9.

Brodersen, K.P., Odgaard, B., Vestergaard, O., Anderson, N.J. (2001) Chironomid stratigraphy in the shallow and eutrophic Lake Søbygaard, Denmark: Chironomid-Macrophyte co-occurence. Freshwater Biology 46: 253-267.

Brönmark C., Hansson, A.L. (2005) The Biology of Lakes and Ponds. 2nd ed., Oxford, Oxford University Press.

Burks L., Romi, Mulderij G., Gross E., Jones I., Jacobsen L., Jeppesen E., van Donk E. (2006) Center Stage: The Crucial Role of Macrophytes in Regulating Trophic Interactions in Shallow Lake Wetlands. Ecological Studies 191: 37-59.

Cattaneo, A., Galanti, G., Gentinetta, S., Romo, S. (1998) Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. Freshwater Biology 39: 725-740.

Cheruvelil, K.S., Soranno, P.A., Serbin, R.D. (2000) Macroinvertebrates associated with submerged macrophytes: sample size and power to detect effects. Hydrobiologia 441: 133-139.

Cheruvelil, K.S., Sorranno, P.A., Madsen, J.D., Robertson, M.J. (2002) Plant architecture and epiphytic macroinvertebrate communities: the role of an exotic dissected macrophyte. Journal of the North American Benthological Society 21: 261-277.

Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2006) PRIMER v6: User manual/tutorial. Plymouth, UK PRIMER-E.

Clarke, K.R., Warwick, R.N.(2001) Change in marine communities: an approach to statistical anlysis and interpretation. 2nd. ed. Plymouth, UK. PRIMER-E. Ltd.

Coffman, W.P., Ferrington, L.C., Jr. (1984) Chironomidae, u: An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2nd. ed., Dabuque, Kendall/Hunt Publishing Company.

Cyr, H., Downing, J.A. (1988). The abundance of phytophilous invertebrates on different species of submerged macrophytes. Freshwater Biology 20: 365-374.

Čerba, D., Mihaljević, Z., Vidaković, J. (2011) Colonisation trends, community and trophic structure of chironomid larvae (Chironomidae: Diptera) in a temporal phytophylous assemblage. Fundamental Applied Limnology 179/3: 203-214.

Čerba, D., Mihaljević, Z., Vidaković, J. (2010) Colonisation of temporary macrophyte substratum by midges (Chironomidae: Diptera). Annales de Limnologie – International Journal of Limnology 46 (2010) 181–190.

Darby, R.E. (1962) Midges associated with California rice fields, with special reference to their ecology (Diptera: Chironomidae). Hilgardia 32: 1-206.

Driver, E.A. (1977) Chironomid communities in a small prairie ponds: characteristics and controls. Freshwater Biology 7: 121-33.

Engelhardt, W. (2003) Was lebt im Tümpel, Bach und Weiher? Stuttgart, Kosmos.

Gopal, B., Goel, U. (1993). Competition and allelopathy in aquatic plant communities. The Botanical Review 59: 155-210.

Gross, E.M. (1999). Allelopathy in benthic and littoral areas: Case studies on allelochemical from benthic cyanombacteria and submersed macrophytes. U: Inderjit, K.M., Dakshini, M., Foy, C.L. (ur.), Principles and Practices in Plant Ecology: Allelochemical Interactions. CRC Press, LLC, Boca Raton.

Koller-Peroutka, M., Lendl, T., Watzka, M., Adlassinig, W. (2014) Capture of algae promotes growth and propagation in aquatic *Utricularia*. Annals of Botany 115(2): 227-236.

Krischik, V.A., Newman, R.M., Kyhl, J.F. (1999) Managing Aquatic Plants in Minnesota Lakes. FO-6955-GO. Regents of the University of Minnesota.

Lindergaard-Petersen, C. (1971) An ecological investigation of the Chironomidae (Diptera) from a Danish lowland stream (Linding, Å). Archiv für Hydrobiologie 69: 465-507.

Mackie, G.L.(2001) Applied Aquatic Ecosystem Concepts. Washington, Kendall/Hunt Publishing Company.

Mackey, A.P. (1976a) Quantitative studies on the Chironomidae (Diptera) of the River Thames and Kennet. 1. The Acorus zone. Archiv für Hydrobiologie 78: 310-8.

Mackey, A.P. (1976a) Quantitative studies on the Chironomidae (Diptera) of the River Thames and Kennet. 1. The Acorus zone. Archiv für Hydrobiologie 78:310-8.

Mackey, A.P. (1976b) Quantitative studies on the Chironomidae (Diptera) of the River Thames and Kennet. II. The Thames flint zone. Archiv für Hydrobiologie 78:310-8.

Mackey, A.P. (1977a) Growth and development of larval Chironomidae. Oikos 28: 270-75.

Menzie, C.A. (1981) Production ecology of *Cricotopus sylvestris* (Fabricius, 1775) (Diptera, Chironomidae) in a shallow esturine cove. Limnology and Oceanography 26: 461-81.

Merrit, R.W., Cummins, K.W., Berg, M.B., Novak, J.A., Higgins, M.J., Wessell, K.J., Lessard, J.L. (2002) Decelopment and application of a macroinvertebrate functional-group approach to the bioassesment of remnant river oxbows in southwest Florida. Journal of the North American Benthological Society 21: 290-310.

Moller Pillot, H. (2009) A key to the larvae of the aquatic Chironomidae of the nort-west European lowland, 2nd ed.

Moog, O. (2002) Fauna aquatica Austriaca: A comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes, 2nd ed., Wien, Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management.

Moore, J.W. (1980) Factors influencing the composition, structure, and density of a population of bentic invertebrates. Archiv für Hydrobiologie 85: 202-18.

Moss, B. (2010) Ecology of freshwaters: a view for the twenty-first century, 4th ed., West Sussex, John Wiley & Sons Publication.

Nillson, A. (ur.) (1996). Aquatic Insects of North Europe 1. Stenstrup, Appolo Books.

Nillson, A. (ur.) (1997). Aquatic Insects of North Europe 2. Stenstrup, Appolo Books.

Odum, E.P. (1971) Fundamentals of Ecology, Philadelphia PA, W.B. Saunders Company.

Oliver, D.R. (1971) Life history of Chironomidae. Annual Review of Entomology 16: 211-30.

Prejs, A., Koperski, P., Prejs, K. (1997) Food – web manipulation in small, eutrophic Lake Wirbel, Poland: the effect of replacement of key predators on epiphytic fauna. Hydrobiologija 342/343: 377-381.

SCOR (Scientific Committee on Oceanic Research) – UNSECO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (1966) Determination of photosynthetic pigments in sea-water. France,United Nations.

Schmid, PE. (1993). A key to the larval Chironomidae and their instarts from Austrian Danube Region streams and rivers, Part I: Diamesinae, Prodiamesinae and Orthocladiinae. Wasser und Abwasswr: Suppl 3: 1-514.

Simić, Snežana B., Simić, Vladica M. (2012) Ekologija kopnenih voda (Hidrobiologija I). Beograd, Univezitet u Beogradu, Biološki fakultet.

Strickland, J.D.H., Parsons, T.R. (1972) A practical Hand Book of Seawater Analysis. 2nd ed., Fisheries Research Board of Canada.

van der Berg, M.S. (1999) Charophyte colonization in shallow lakes. Processes, ecological effects and implications for lake management. Ph.D. thesis, Vrije Univeriteit Amsterdam, Amsterdam.

van der Valk G., A. (2006) The Biology of Freshwater Wetlands. Oxford, Oxford University Press.

Vallenduuk, H.J. (2017) Chironomini larvae of western European lowland (Diptera: Chironomidae) Keys with notes to the species. Dinkelscherben, Eric Mauch Verlag.

Vallenduuk, H.J., Moller Pillot, H. (2007) Chirnomidae Larvae, Vol. 1: Tanypodinae. Netherlands, KNNV Publishing Company.

Vidaković, J., Bogut, I., Palijan, G., Čerba, D., Zahirović, Ž. (2005) Trophic indicators and the state od waterbodies within Kopački rit Nature Park (Croatia) in 2003 and 2004. Abstract of Fourth Symposium for European Freshwater Sciences, Krakow.

Web izvori

Web1. River Diagrams.

http://www.3dgeography.co.uk/river-diagrams (10.6.2018)

Web2. Life in a pond – study guide.

http://www.dhnature.org/uploads/2/5/7/0/25708496/life_in_a_pond_study_guide.pdf (17.6.2018)

Web3. Makrofitska vegetacija.

http://grotonlakes.com/lake-weeds/ (14.6.2018)

Web4. Biology and control of non biting aquatic midges.

https://content.ces.ncsu.edu/biology-and-control-of-non-biting-aquatic-midges (27.6.2018)

Web5. Kopački rit

https://pp-kopacki-rit.hr/oparku.html (16.6.2018)

Web6. Park prirode Kopački rit

https://croatia.hr/hr-HR/dozivljaji/priroda/park-prirode-kopacki-rit (5.7.2018)

Web7. Zimski period

http://hr.n1info.com/a282056/Sci-Tech/U-Kopackom-ritu-zavrseno-zimsko-prebrojavanje-ptica.html (5.7.2018)

Web9. Ukupna količina suspendiranih tvari (TSS)

https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/turbidity-total-suspended-solids-water-clarity/#Turbid1 (27.6.2018)

Web9. Makrofitska vrsta *Urticularia vulgaris*

http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/greater-bladderwort (8.7.2018)