URBANA VODENA STANIŠTA, ZANEMARENI IZVORI BIORAZNOLIKOSTI – USPOREDBA ZAJEDNICA TRZALACA (CHIRONOMIDAE, DIPTERA) U FONTANAMA, BAJERIMA I RIJECI DRAVI

Kresonja, Matija

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:181:185697

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

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

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij Zaštita prirode i okoliša

Matija Kresonja

Urbana vodena staništa, zanemareni izvori bioraznolikosti – usporedba zajednica trzalaca (Chironomidae, Diptera) u fontanama, bajerima i rijeci Dravi

Diplomski rad

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij: Zaštita prirode i okoliša
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

URBANA VODENA STANIŠTA, ZANEMARENI IZVORI BIORAZNOLIKOSTI – USPOREDBA ZAJEDNICA TRZALACA (CHIRONOMIDAE, DIPTERA) U FONTANAMA, BAJERIMA I RIJECI DRAVI

Matija Kresonja

Rad je izrađen na: Zavodu za ekologiju voda (Laboratorij za vodene beskralježnjake)
Mentor: Dr. sc. Dubravka Čerba, doc.

Kratak sažetak diplomskog rada:

Trzalci (Chironomidae, Diptera) su jedna od najbrojnijih i najraširenijih skupina kukaca te se pojavljuju na svim kontinentima i naseljavaju sve tipove vodenih te semi-terestrička staništa. Jedan od ekstremnijih tipova staništa kojeg trzalci naseljavaju su gradske fontane, koje predstavljaju kombinaciju lotičkog i lentičkog vodenog tijela, te često sadrže specifične zajednice organizama koje se teško mogu naći u prirodnim vodenim ekosustavima. Istraživanje je provedeno na području Osijeka i Varaždina, od ožujka do listopada 2016. godine, gdje su iz gradskih fontana, bajera i Drave prikupljeni uzorci svlakova trzalaca. U istraživanju je ukupno identificirano 130 svojti, odnosno 88 vrsta svrstanih u 4 potporodice: Tanypodinae (7), Diamesinae (3), Orthocladiinae (36) i Chironominae (84). U Dravi je ukupno utvrđeno 88 svojti trzalaca, u bajerima 70 svojti, a u fontanama 33 svojte trzalaca. NMDS i PERMANOVA analize su utvrdile statistički značajne razlike u strukturi zajednice između pojedinih stanišnih tipova (pseudo-f = 11,39; p = 0,001), pojedinih lokaliteta (pseudo-f = 6,2535, p = 0,001) i godišnjih doba (pseudo-f = 2,5539, p = 0,001). IndVal analiza je pokazala da su indikatorske svojte za fontane *Cricotopus sylvestris* i *Cricotopus ornatus*, za bajere *Paratanytarsus inopertus* i *Cricotopus* spp., a za Dravu *Rheocricotopus chalybeatus* i *Rheotanytarsus rhenanus.* Broj vrsta i svojti utvrđenih tijekom ovog istraživanja potvrđuju urbana vodena tijela kao važan izvor bioraznolikosti nekog područja.

Broj stranica: 69
Broj slika: 35
Broj tablica: 3
Broj literaturnih navoda: 93
Broj priloga: 6
Jezik govornika: hrvatski

Ključne riječi: svlakovi trzalca, „vodeni otoci“, kolonizacija, urbana ekologija

Datum obrane: 5. listopada, 2018.

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. Dr. sc. Alma Mikuška, doc., predsjednik
2. Dr. sc. Dubravka Čerba, doc., član
3. Dr. sc. Mirta Sudarić Bogojević, doc., član
4. Dr. sc. Filip Stević, doc., 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
University Josip Juraj Strossmayer in Osijek **MS thesis**
Department of Biology
Graduate university study programme in Nature and Environmental Protection
Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

URBAN AQUATIC HABITATS, NEGLECTED SOURCES OF BIODIVERSITY – COMPARISON OF CHIRONOMID COMMUNITIES (CHIRONOMIDAE, DIPTERA) IN FOUNTAINS, ARTIFICIAL LAKES AND THE RIVER DRAVA

Matija Kresonja

Thesis performed at: Subdepartment of Water Ecology (Laboratory for freshwater invertebrates)
Supervisor: Dubravka Čerba, PhD, Assistant Professor

Short abstract:

Chironomidae (Diptera), represent one of the most abundant and widespread insect groups, appearing on all continents, and inhabiting all types of aquatic and semi-terrestrial habitats. One of the extreme habitat types colonized by chironomids are city fountains, a combination of lotic and lentic water-bodies, and are often inhabited by specific invertebrate communities, which differ from those in natural ecosystems. Our research was conducted in Osijek and Varaždin, from March to October 2016, where pupal exuviae were collected from city fountains, ponds and Drava river. In total, 130 taxa and 88 species of four subfamilies were recorded: Tanypodinae (7), Diamesinae (3), Orthocladiinae (36), and Chironominae (84). 88 chironomid taxa were recorded in Drava, 70 taxa in ponds and 33 taxa in city fountains. NMDS and PERMANOVA analyses have shown statistically significant differences in community structure between individual habitat types (pseudo-f = 11,39; p = 0,001), individual sites (pseudo-f = 6,2535, p = 0,001) and seasons (pseudo-f = 2,5539, p = 0,001). IndVal analysis has shown that the indicator species for fountains are *Cricotopus sylvestris* and *Cricotopus ornatus*, *Paratanytarsus inopertus* and *Cricotopus* spp. for ponds, and *Rheocricotopus chalybeatus* i *Rheotanytarsus rhenanus* for Drava river. Numer of chironomid species and taxa recorded in this research confirms that urban water bodies are important sources of diversity of certain area.

Number of pages: 69
Number of figures: 35
Number of tables: 3
Number of references: 93
Number of appendices: 6
Original in: Croatian

Key words: chironomid pupal exuviae, „aquatic islands“, colonisation, urban ecology

Date of thesis defence: October 5th, 2018

Reviewers:
1. Alma Mikuška, PhD, Assistant Professor, chair
2. Dubravka Čerba, PhD, Assistant Professor, member
3. Mirta Sudarić Bogojević, PhD, Assistant Professor, member
4. Filip Stević, PhD, Assistant Professor, member

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

Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Dubravki Čerbi na prenesenom znanju, profesionalnom pristupu i strpljenju prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem stručnom suradniku Mateju Šagu za pomoć na terenima i u laboratoriju. Zahvaljujem doc. dr. sc. Ladislavu Hamerlíku za pomoć pri determinaciji vrsta. Hvala svim ostalim asistentima, stručnim suradnicima i kolegama iz laboratorija za pomoć tijekom izrade diplomskog rada.

Najveća hvala roditeljima, užoj obitelji i prijateljima bez čije podrške i pomoći ne bih uspio.

Sadržaj

1.Uvod 1
1.1. Biološka raznolikost 1
1.2. Urbana vodena tijela 2
1.3. Ekologija trzalaca 3
1.4. Životni ciklus trzalaca 4
1.5. Kukuljice i svlakovi 5
1.6. Cilj istraživanja 8
2. Materijal i metode 9
2.1. Područje istraživanja 9
2.2. Terenska i laboratorijska istraživanja 14
2.3. Analiza podataka 16
3. Rezultati 18
3.1. Sastav zajednica trzalaca u Osijeku i Varaždinu 18
3.2. Analiza razlika u strukturi zajednica trzalaca 23
3.2.1. Analiza sastava i strukture zajednice trzalaca u Dravi 25
3.2.2. Analiza sastava i strukture zajednice trzalaca u bajerima 29
3.2.2. Analiza sastava i strukture zajednice trzalaca u fontanama 36
3.3. Fizikalno-kemijski parametri vode 39
4. Rasprava 40
5. Zaključak 45
Literatura 46
Prilozi 53

1. Uvod

1.1. Biološka raznolikost

Biološka raznolikost je sveukupna raznolikost i varijabilnost života na Zemlji. Obuhvaća raznolikost na razini gena, vrsta i cjelokupnih ekosustava (Web 1). Urbana biološka raznolikost je pojam koji podrazumijeva raznolikost i varijabilnost između zajednica organizama u gradskim sredinama, te ovisi o kombinaciji biogeografskih, i u velikoj mjeri antropogenih faktora (Oliveira i sur., 2014). Biološka raznolikost je jedna od najvažnijih elemenata koji određuju zdravlje određenog ekosustava, i od iznimne je važnosti za normalno funkcioniranje ekosustava (Beveridge i sur., 1994). Za određivanje razine bioraznolikosti važno je odrediti kvalitativni i kvantitativni sastav vrsta. Kvalitativni sastav vrsta podrazumijeva bogatstvo vrsta, odnosno ukupan broj vrsta utvrđen na određenom području, dok kvantitativan sastav vrsta znači određivanje brojnosti pronađenih vrsta određenog područja. Za detaljniju analizu biološke raznolikosti potrebno je odrediti i dominantnost (brojnost populacije i stopu prisutnosti jedne vrste u odnosu na ukupnu brojnost i učestalost), uz indekse raznolikosti kao što su Shannon-ov i Simpson-ov indeks, Margalef-ov indeks te Indeks ravnomjernosti rasporeda svojti, i indekse sličnosti kao što su Sorensen-ov indeks te indeks sličnosti po Jaccard-u (Simić & Simić, 2012). Glavni uzroci smanjenja biološke raznolikosti su različiti antropogeni utjecaji, i prema IUCN-ovoj (International Union for Conservation of Nature) Klasifikaciji izravnih prijetnji biološkoj raznolikosti (Web 2), kao glavni uzroci navode se uništavanje staništa, unos alohtonih vrsta, prekomjerno iskorištavanje prirodnih resursa, globalne klimatske promjene te prenapučenost zemlje ljudskom vrstom i uznapredovala urbanizacija.

Vodena tijela predstavljaju jedan od najrasprostranjenijih tipova staništa i dio složenih ekoloških sustava, te čine jednu dinamičnu cjelinu koja je važna za normalno funkcioniranje cijele biosfere. Dijelimo ih na morske i slatkovodne ekološke sustave (Alexander, 1999). Kopnene vode karkterizira dominacija karbonata, te relativno mala dubina u usporedbi s morima i oceanima. S obzirom na prirodu zadržavanja i strujanja vode, dijelimo ih na tekuće ili lotičke te stajaće ili lentičke sustave. U lotičkim sustavima vodena masa se kreće u jednom smjeru, npr. rijeke i potoci, dok lentički sustavi nemaju određen pravac kretanja vode, te u njih ubrajamo bare, lokve, jezera i močvare (Simić & Simić, 2012). Osim u strujanju vode, navedeni sustavi se razlikuju i u izmjeni abiotičkih čimbenika koja se u lotičkim sustavima odvija od izvora do ušća, a u lentičkim sustavima vertikalno s promjenom dubine vode. Abiotički čimbenici u konačnici utječu na biotičku komponentu, odnosno sastav i strukturu zajednice organizama ekosustava kopnenih voda (OECD, 1982).

1.2. Urbana vodena tijela

Povijesno gledano, urbane sredine su se uvijek razvijale u neposrednoj blizini vodenih tijela zbog ekoloških usluga koje pružaju društvu, kao što su izvor pitke vode i hrane, opskrba električnom energijom i transport (Chester & Robson, 2013; Everard & Moogridge, 2012). Urbana vodena tijela su zbog urbanizacije podložna degradaciji, što dovodi do smanjenja raznolikosti njihove flore i faune (Grimm i sur., 2008). Buđenjem svijesti o važnosti „zdravog okoliša“, urbana vodena tijela se više ne smatraju samo degradiranim sustavima male vrijednosti, već složenim ekološkim sustavima velike važnosti (Francis, 2014; Moyle, 2014), koji značajno doprinose lokalnoj i regionalnoj biološkoj raznolikosti te aktivnostima u zaštiti okoliša (Kowarik, 2011; Hassall 2014). Urbana vodena tijela služe kao prirodni retencijski bazeni (Briers, 2014), smanjuju „heat island effect“ (Hathway & Sharples, 2012), te imaju važnu ulogu u migracijama mnogih životinja, ne samo ptica, i njihovim povezivanjem s izoliranim staništima i populacijama (Findlay & Taylor, 2006). Također služe kao mjesta za opuštanje i rekreaciju ljudi (Voelker & Kistemann, 2013; Karmanov & Hamel, 2008), u jednakoj mjeri kao i zelene površine (White i sur., 2010), zbog čega se nastoje restaurirati i zakonski zaštititi, primjerice Okvirnom direktivom o vodama (Europska komisija, 2000).

Urbana jezera su najčešće male vodene površine, nastala kao posljedica iskapanja građevinskog materijala te se često koriste u rekreativne svrhe, ribolov i slično. U svijetu postoji više od 200 milijuna malih jezera površine manje od jednog hektara, no njihova ukupna površina je veća od ukupne površine velikih jezera (Downing & Duarte, 2009; Downing i sur., 2006). U urbanim područjima se osim jezera nalaze i gradske fontane, koje predstavljaju zanimljiv tip vodenog staništa koji je kombinacija lotičkog i lentičkog sustava. Fontane su umjetni bazeni s mlaznicama koji primarno služe kao dekoracija gradske sredine, a u funkciji su od ranog proljeća do kasne jeseni kada ih često koloniziraju kukci iz obližnjih vodenih tijela (Hamerlík, 2006). Fontane često sadrže zajednice organizama koje se rijetko mogu naći zajedno u prirodnim vodenim tijelima, pa ih možemo promatrati i kao izvore biološke raznolikosti. Život u takvim nestabilnim i privremenim staništima kao što su fontane, iziskuje mnoge prilagodbe kao što su veliki potencijal kolonizacije, omnivorska način ishrane i specijalizirane strategije preživljavanja. Mnoge vrste trzalaca (Chironomidae, Diptera) posjeduju navedene kvalitete te čine jedne od prvih kolonizatora gradskih fontana, u kojima mogu održavati bogate zajednice (Hamerlík & Brodersen, 2010).

1.3. Ekologija trzalaca

Trzalci (Chironomidae), su porodica kukaca (Insecta), koja pripada redu dvokrilaca (Diptera), i podredu dugoticalaca (Nematocera). Chironomidae su jedna od najraširenijih i najbrojnijih skupina u svim slatkovodnim ekološkim sustavima (Rosenberg, 1993; Armitage i sur., 1995). Zbog velike prilagodljivosti i kolonizacijskog potencijala nalazimo ih i u najekstremnijim staništima, kao što su ona visokog saliniteta (Hassel i sur., 2006), vrlo niske pH vrijednosti (Jernelov i sur., 1981), te visoke koncentracije teških metala (Gillis i sur., 2008). Trzalci nastanjuju zaleđene dijelove Himalaja na više od 5000 metara nadmorske visine (Kokoshima, 1984), nalazimo ih u Bajkalskom jezeru na 1000 metara dubine (Linevich, 1963), a rasprostranjeni su i na krajnjem sjeveru, u jezeru Hazen u Kanadi (Oliver i Corbett, 1966), te na krajnjem jugu, gdje živi *Belgica antarctica*, najjužnije slobodno živuća vrsta kukca s potpunom preobrazbom na Antarktici (Usher & Edwards, 1984), a ima najmanji dosad otkriveni genom u kukaca (Kelley i sur., 2014). Trzalci nastanjuju i neobična staništa kao što su tanki filmovi vode na ledenim vrhovima planina (Kokoshima, 1984), spilje (Andersen i sur., 2016), te kravlji izmet koji nastanjuje vrsta *Camptocladius stercorarius* DeGeer (Armitage i sur., 1995). U urbanim sredinama, trzalci uz rijeke i urbana jezera nastanjuju i gradske fontane, koje s biološkog aspekta možemo promatrati kao otoke u „terestričkom moru“ (Hamerlík & Brodersen, 2010). U europskim fontanama se mogu naći kozmopolitske vrste, vrste koje pronalazimo u vodovodnoj mreži, kao što je *Paratanytarsus grimmii*, vrste tipične za higropterična staništima, odnosno film vode na strmoj stijeni (*Orthocladius fuscimanus*), te polukopnene jedinke roda *Bryophaenocladius* (Hamerlík & Brodersen, 2010). U Danskoj, čija dobro istražena fauna trzalaca broji više od 300 vrsta (Lindegaard, 1997), u fontanama su zabilježeni prvi faunistički podaci za dvije nove vrste (Hamerlík i sur., 2010).

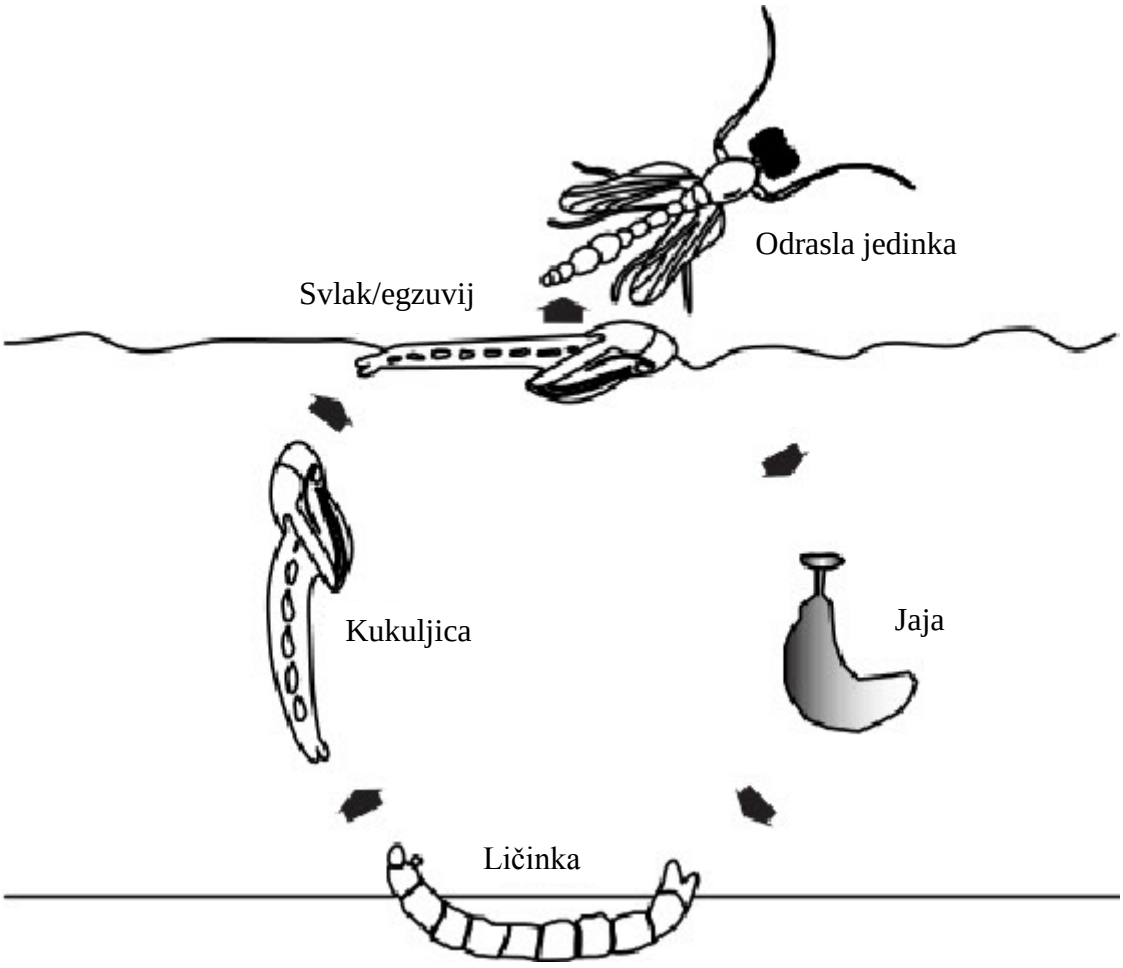
Očekivani broj vrsta trzalaca je više od 10000 (Armitage i sur., 1995), a do sada je u Europi opisano 1258 vrsta trzalaca unutar 8 potporodica (Buchonomyiinae, Chironominae, Diamesinae, Orthocladiinae, Podominae, Prodiamesinae, Tanypodinae i Telmatogeninae). U Hrvatskoj je prema objavljenim literaturnim podacima opisano više od 120 svojti (Koh i sur., 2016), dok je u novijim istraživanjima tijekom kojih su prikupljane kukuljice i svlakovi trzalaca, utvrđeno 90 vrsta i 52 svojte svrstane u četiri potporodice Tanypodinae, Diamesinae, Orthocladiinae i Chironominae (Ergović, 2016).

1.4. Životni ciklus trzalaca

Sve vrste trzalaca prema tipu razvoja pripadaju u skupinu holometabolnih kukaca, i njihov životni ciklus je podijeljen u četiri stadija: jaje, ličinka, kukuljica i odrasla jedinka (Slika 1). Nakon embrionalnog razvoja iz jaja se razvija ličinka koja postaje samostalna i živi izvan jajeta gdje se hrani, raste i presvlači. Iako broj presvlačenja ovisi o vrsti kukca i ekološkim uvjetima u kojima jedinke žive, trzalci imaju četiri ličinačka stadija (Armitage i sur., 1995). Nakon nekoliko dana ili tjedana jedinka iz četvrtog ličinačkog stadija prelazi u stadij kukuljice (lat. *pupae*), pri čemu prolazi preobrazbu (Matoničkin i sur., 1999). Kukuljica se ne hrani već koristi energiju uskladištenu tijekom ličinačkog stadija (Armitage i sur., 1995). Prilikom izlijetanja, stražnja strana glavopršnjaka kukuljice puca, a iz unutrašnjosti izlazi odrasli kukac ostavljajući za sobom svlak ili egzuvij koji pluta na površini vode (Matoničkin i sur., 1999).

Ženka trzalaca nakon kopulacije u procesu polaganja jaja, koji traje do jednog sata, jaja polaže u želatinozni matriks nakon čega ugiba. Jaja se najčešće polažu uz biljke te kamenite i umjetne podloge (Nolte, 1993). Nakon polaganja jaja, želatinozni matriks se u vodi odvoji od biljke ili kamena te se puni vodom i pada na dno (Vallenduuk & Moller Pillot, 2007). Izlijeganje iz jaja traje od nekoliko dana do mjesec dana (Hilsenhoff, 1966), a nakon ličinačkog stadija, jedinka u stadiju kukuljice provodi od nekoliko sati do nekoliko dana, i u tom stadiju ima povećan i dorzoventralno spljošten glavopršnjak. Kukuljice žive slobodno na površini vode, na dnu u sedimentu, ili žive u tuljcima koje su izgradile u ličinačkom stadiju (Armitage i sur., 1995). Nakon izlijetanja, odrasle jedinke se ne hrane i najčešće žive kraće od jednog dana (Vallenduuk & Moller Pillot, 2007).

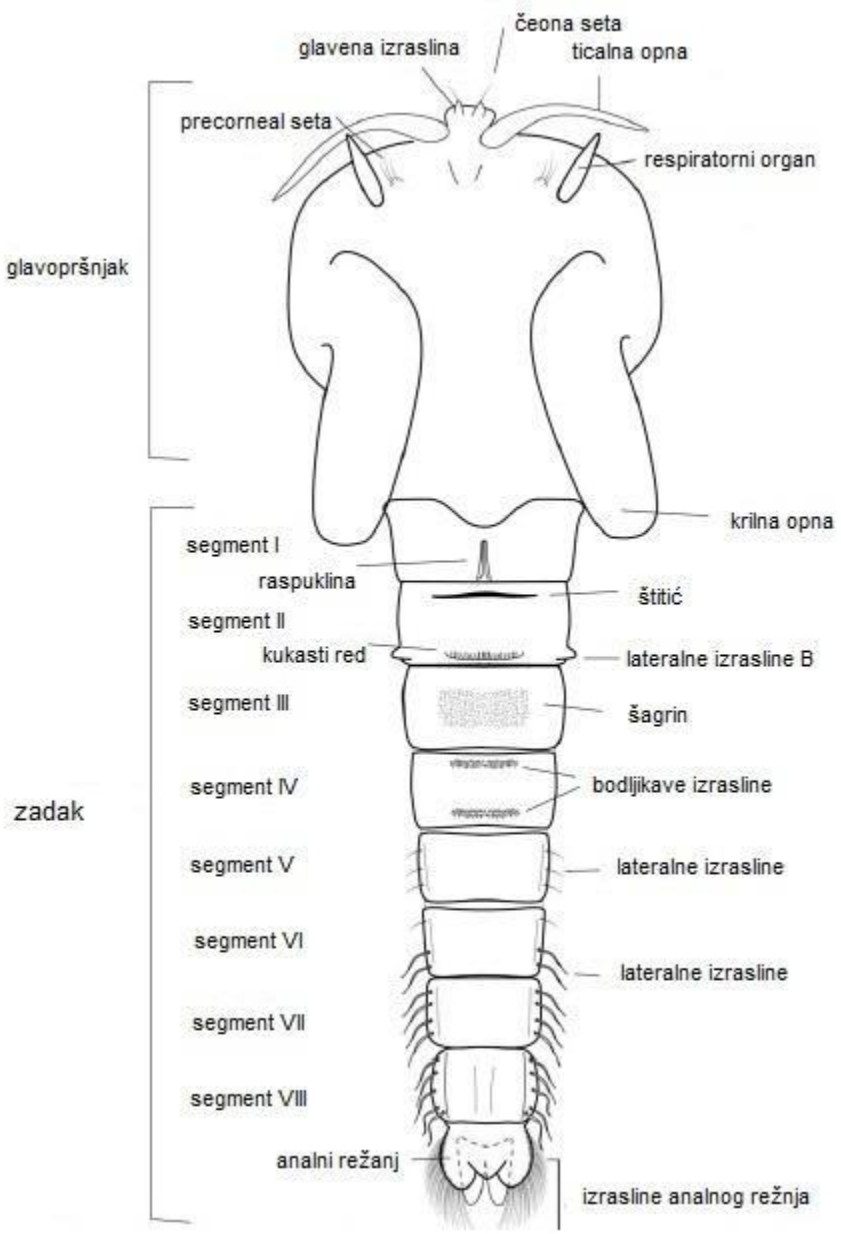
Ekološki čimbenici koji utječu na rast i razvoj trzalaca su temperatura, pH, koncentracija kisika u vodi i drugi. Kod viših temperatura veća je i stopa rasta jedinki (Menzie, 1981), dok kod ekstremno niskih temperatura jedinke trzalaca mogu prijeći u stanje mirovanja, dijapauzu (Grodhaus, 1980), ili graditi kokone kao obranu od temperaturnih ekstrema (Danks, 1971). Kvaliteta i dostupnost hrane također ima direktan utjecaj na rast i razvoj trzalaca (Stout & Taft, 1985).



Slika 1: Razvojni stadiji trzalca (Prilagođeno iz Web 3)

1.5. Kukuljice i svlakovi

Kukuljica trzalca se sastoji od tri glavna dijela: glava, prsa i zadak. Glava i prsa su obuhvaćena kutikulom i čine glavopršnjak (lat. *cephalothorax*), koji je jasno vidljiv na svlaku i koristi se prilikom determinacije (Slika 2). Pri determinaciji na glavi treba obratiti pozornost na broj i raspored četina (seta - lat. *setae*) na glavenoj izraslini (lat. *frontal apotome*) te izgledu antena. Također treba obratiti pozornost na izgled krilnih opni (lat. *wing sheath*) (Armitage i sur., 1995; Bouchard & Ferrington, 2008). Izgled respiratornog organa (lat. *thoracic horn*) i broj i rasporedu seta pored respiratornog organa (lat. *precorneal setae*) su jedne od ključnih determinirajućih karakteristika. Respiratorni organ se nalazi na prednjoj strani prsa i pojavljuje se u obliku duguljaste cjevčice otvorene na vrhu, u obliku kista s mnogo tankih duguljastih cjevčica ili je sastavljen od mnogo kružnih lukova koji čine plastron ploču (engl. *plastron plate*) (Slika 3). Prekornealne sete se nalaze oko baze respiratornog organa i njezin oblik i raspored je vrsno specifičan.



Slika 2: Shematski prikaz svlaka trzalca (preuzeto iz Ergović, 2016; prilagođeno iz Bouchard & Ferrington, 2008)

Zadak čini 9 segmenata koji na dorzalnoj i ventralnoj strani imaju karakteristične strukture, koje se pojavljuju u obliku različitih šiljatih struktura (trnovi, bodlje, zubići, kukice), koji su raspoređeni u redovima, ovalnim nakupinama i kao kontinuirane nazubljene površine. Na dorzalnoj strani drugog segmenta zatka se može nalaziti pojačan red kukica (engl. *hook row*) koji služi kukuljici za pridržavanje u tuljcu u kojem živi. Svaki segment sadrži i 5 dorzocentralnih seta koje su vrsno specifične svojim oblikom i rasporedom. Na prvom i/ili drugom segmentu se mogu nalaziti i strukture *pedes spuri* A i B, koje su različitih oblika i veličina (Slika 2). Osmi segment posterolateralno sadrži strukture koje se pojavljuju u obliku

češlja (engl. *comb*), ili kao jednostavna šiljasta izraslina (engl. *spur*), i koje služe za pomicanje kukuljice uzduž tuljca. Deveti i posljednji segment kukuljice se sastoji od tergita i analnih režnjeva (engl. *anal lobes*) smještenih bočno. Analni režanj može sadržavati manje ili veće nakupine dlaka (engl. *fringe*) i velikih seta (engl. *macrosetae*) (Langton, 1991).

Slika 3: Prikaz respiratornog organa i prekornealnih seta

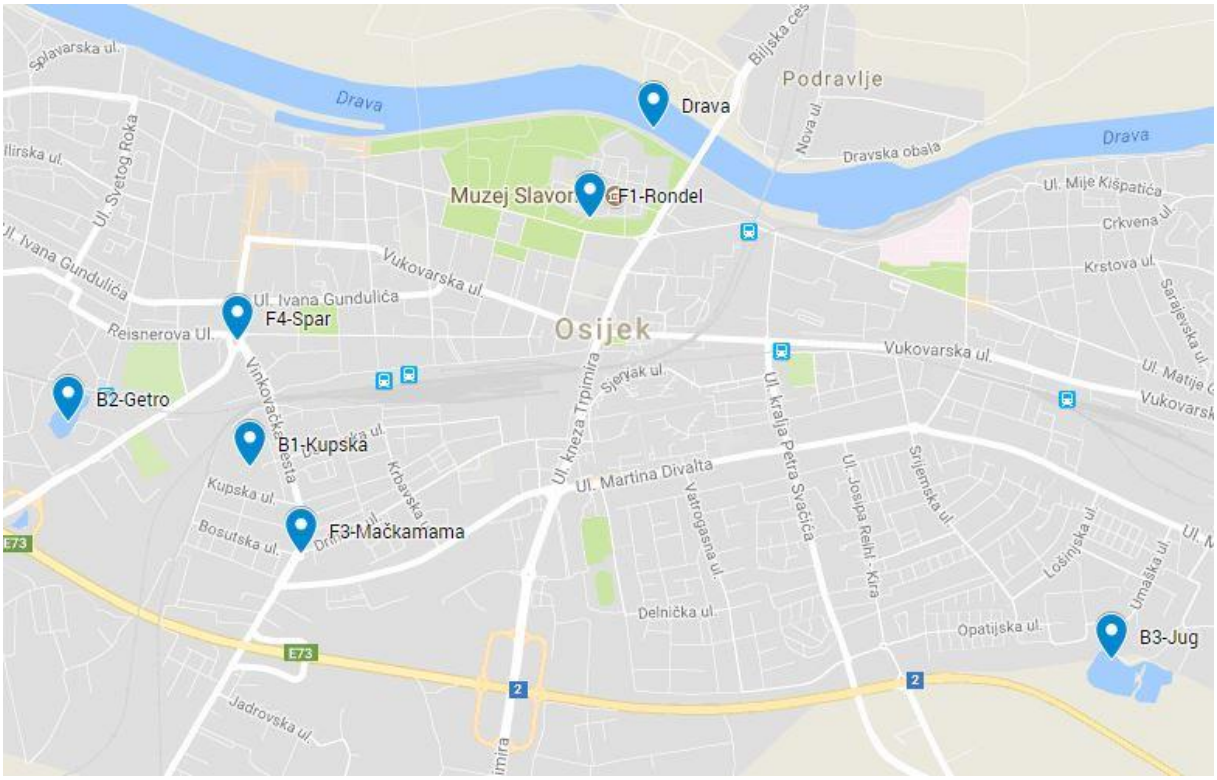
1.6. Cilj istraživanja

S obzirom da trzalci predstavljaju jednu od najzastupljenijih skupina beskralježnjaka u slatkovodnim sustavima, a da se urbana vodena staništa kao takva zanemaruju, cilj istraživanja je utvrditi raznolikost trzalaca u urbanim vodenim staništima: fontanama i bajerima te u rijeci Dravi. Također je cilj istražiti odnose i utvrditi razlike u strukturi i sastavu zajednica između pojedinih tipova vodenih staništa te utvrditi jesu li urbana vodena staništa izvori bioraznolikosti u gradskim sredinama.

2. Materijal i metode

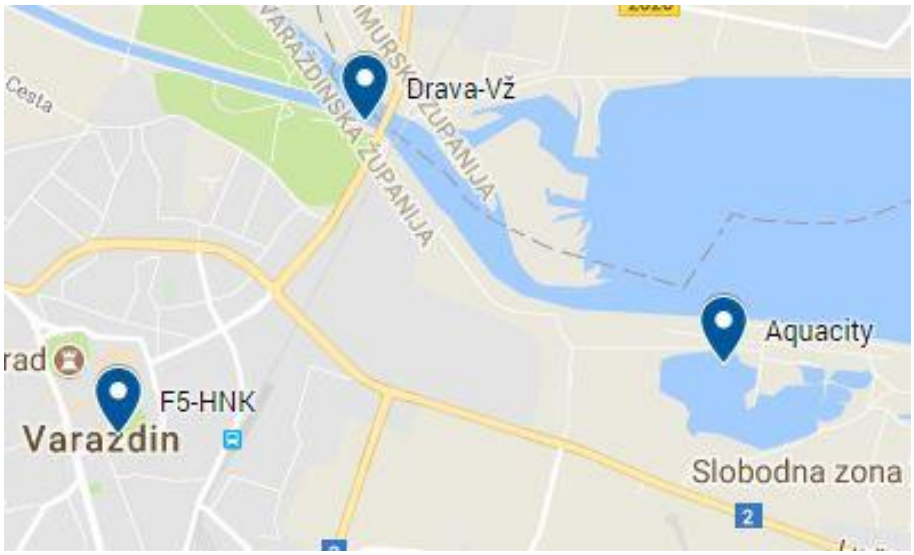
2.1. Područje istraživanja

Područje istraživanja uključuje područje gradova Osijeka i Varaždina (Slika 4 i 5). Osijek je grad istočnoj Hrvatskoj, smješten na desnoj obali rijeke Drave, na 90 metara nadmorske visine, a mjeri površinu 172 km^2. Najveći je grad u Slavoniji, sjedište Osječko-Baranjske županije, te je poznat kao grad s najviše zelenih površina u Hrvatskoj (394000 m^2). U gradu se nalaze i tri bajera te desetak fontana, od kojih je samo nekoliko bilo pogodno za istraživanje (Web 4).



Slika 4: Postaje uzorkovanja u gradu Osijeku s pripadajućim nazivima postaja (Google Maps, 2018)

Varaždin je grad u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, smješten uz desnu obalu Drave, te je sjedište Varaždinske županije. Nalazi se između 169 i 173 metara nadmorske visine, a površina mu iznosi 59,45 km^2 (Sommerwerk i sur., 2009). Prema Köppenovoj klasifikaciji klime, kontinentalni dio Hrvatske, gdje pripadaju Osijek i Varaždin, ima „Cfb“ tip klime, odnosno umjereno toplu vlažnu klimu s vlažnim ljetom (Peel i sur., 2007).



Slika 5: Postaje uzorkovanja u gradu Varaždinu sa pripadajućim nazivima postaja (Google maps, 2018)

Istraživanje je provedeno na različitim tipovima staništa (fontana, bajer, rijeka) na ukupno 10 postaja, 7 u Osijeku i 3 u Varaždinu. Na području grada Osijeka uzorkovane su četiri fontane (F1-Rondel, F2-KPK, F3-Mačkamama, F4-Spar) (Tablica 1), tri bajera (B1-Kupska, B2-Getro, B3-Jug) i rijeka Drava, dok su u Varaždinu uz Dravu uzorkovani jedna fontana (F5-HNK) i jedan bajer (Aquacity) (Slika 6-8).

Istraživane fontane su napravljene od stijena kao što su mramor, bazalt, pješčar i beton (F1-Rondel, F2-KPK, F4-Spar, F5-HNK) ili metala (F3-Mačkamama), a opskrbljuju se vodovodnom vodom od travnja do kraja listopada kada su u pogonu (Upravni odjel za urbanizam Osijek; Bukvová & Hamerlík, 2015). Sve fontane su smještene u gradskoj unutrašnjosti, na međusobnoj udaljenosti od 500 do 1900 metara. Fontana F2-KPK je izbačena iz istraživanja zbog konstantnog prelijevanja vode iz glavnog bazena u bočne odvode, što je onemogućilo uzorkovanje svlakova.

Tablica 1: Osnovni parametri istraživanih fontana

Fontana	**N-koordinate**	**E-koordinate**	**Površina (m^2)**	**Volumen vode (m^3)**	**Udaljenost od mogućeg izvora kolonizacije (m)**
F1-Rondel	N 45°33'32.985"	E 18°41'41.167"	36,3	17,4	461
F2-KPK	N 45°33'33.133"	E 18°41'18.128"	12,56	2,9	425
F3-Mačkamama	N 45°32'46.289"	E 18°40'43.579"	27,3	14,2	417
F4-Spar	N 45°33'16.258"	E 18°40'30.988"	38,8	22,5	505
F5-HNK	N 46°18'21.058"	E 16°20'15.980"	113	50	2330

Slika 6: Fontane u Osijeku i Varaždinu: a) „F1-Rondel“ u osječkoj Tvrđi; b) F2-KPK u Parku kralja Petra Krešimira IV; c) „F3-Mačkamama“ na Bosutskom naselju u Osijeku; d) „F4-Spar“ kod kružnog toka u Županijskoj ulici u Osijeku; e) „F5-HNK“ kod Hrvatskog narodnog kazališta u Varaždinu (Fotografije: D. Čerba, M. Kresonja)

Osim fontana, istraživana urbana vodena tijela su bili i gradski bajeri. U Osijeku su bajeri (B1-Kupska, B2-Getro, B3-Jug) nastali krajem 20. stoljeća kao posljedica ekskavacije

gline za proizvodnju opeke. Bajer B1-Kupska se nalazi u Kupskoj ulici na Bosutskom naselju, iza nekadašnje tvornice za proizvodnju boja. Bajer B2-Getro smješten je u industrijskoj zoni u ulici Sv. L. B. Mandića iza nekadašnjeg trgovačkog centra, dok je bajer B3-Jug smješten na periferiji grada u gradskoj četvrti Jug 2. Prestankom ekskavacije gline bajeri su postali odlagališta industrijskog i komunalnog otpada, no zadnjih godina bajeri pokušava ih se revitalizirati te njihova uloga rekreativnog područja dolazi do izražaja (Web 5). Varaždinski bajer „Aquacity“ nastao je kao posljedica eksploatacije šljunka, dok je danas od velikog značaja za razvoj turizma grada Varaždina (Web 6).

Slika 7: Uzorkovani bajeri u Osijeku i Varaždinu. a) bajer „B1-Kupska“ na Bosutskom naselju u Osijeku; b) bajer „B2-Getro“ iza nekadašnjeg trgovačkog centra u ulici sv. L. Mandića u

Osijeku; c) bajer „B3-Jug“ u osječkom naselju Jug II; d) bajer „Aquacity“ u blizini Drave u Varaždinu (Fotografije: D. Čerba, M. Kresonja)

Također, ovo istraživanje je uključilo i prirodni slatkovodni sustav koji se nalazi u oba grada – rijeku Dravu, a potencijalni je izvor kolonizacije za fontane te bajere. Drava izvire u Tirolu u sjevernoj Italiji, odakle teče prema istoku kroz pet zemalja (Italija, Austrija, Slovenija, Mađarska i Hrvatska). Ukupna duljina rijeke iznosi 749 km, a u Hrvatskoj 305 km (Bertić & Blagec, 1992), te je jedan od najvećih pritoka Dunava u koji se ulijeva 21 km nizvodno od Osijeka (Gvozdić i sur., 2012). S ekonomskog aspekta, najznačajnija uloga Drave je hidroenergija (Tušar & Mijušković-Svetinović, 2000), no sve više se budi svijest o značaju Drave s biološkog i ekološkog aspekta jer je jedna od posljednjih očuvanih poluprirodnih vodotoka u srednjoj Europi te se uz nju nalaze rijetka staništa kao što su poplavne šume, vlažni travnjaci, strme obale i meandri koja su važna za očuvanje biološke raznolikosti na nacionalnoj i europskoj razini (Maričić, 2005).

Slika 8: Mjesto uzorkovanja svlakova trzalaca u rijeci Dravi, u a) Varaždinu i b) Osijeku Fotografije: D. Čerba, M. Kresonja)

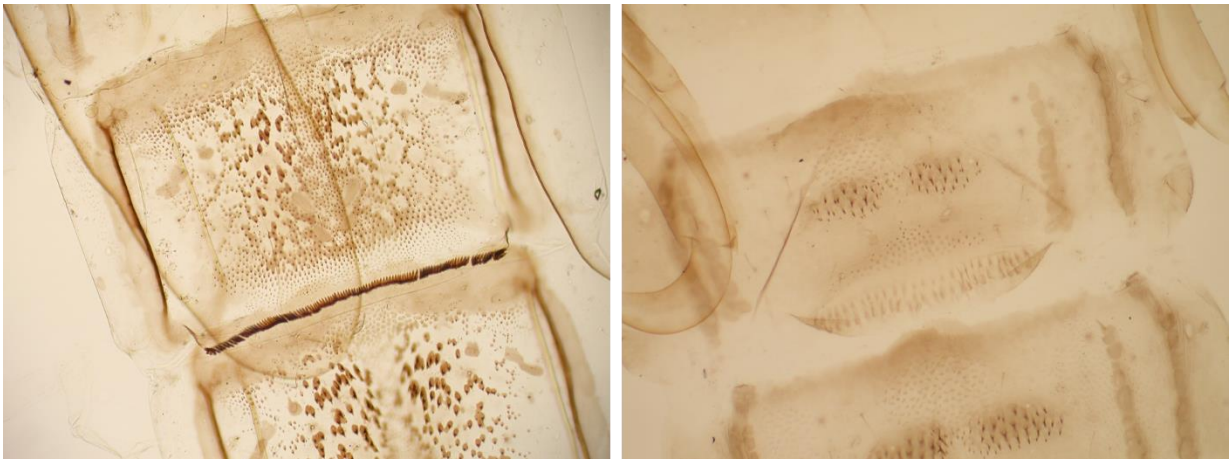
2.2. Terenska i laboratorijska istraživanja

Uzorci svlakova trzalaca su prikupljeni 1-3 puta mjesečno u razdoblju od ožujka do listopada 2016. godine, u vrijeme kada najveći broj vrsta trzalaca prelazi iz stadija kukuljice u odraslog kukca, ostavljajući svlak (egzuvij) na površini vode prilikom izlijetanja. Sveukupno je bilo 17 izlazaka na teren, u kojima je prikupljeno ukupno 93 uzorka svlakova trzalaca. Uzorci su prikupljeni jednostavnom metodom, prikupljanjem akumuliranog plutajućeg materijala s površine vode, pomoću mrežice promjera oka 300 μm (Slika 9) (Ferrington i sur., 1991). Uzorkovanja na Dravi su obavljena s obale, uz obalnu vegetaciju i obaloutvrdu, gdje je struja vode nanosila materijal s površine vode. U bajerima, gdje nema protoka vode, uzorkovanje je obavljeno na obali ovisno o pristupačnosti terena i smjeru vjetra u trenutku uzorkovanja, dok je u fontanama uzorkovanje obavljeno kružno preko cijele površine vode. Prikupljeni materijal je pohranjen u bočice za uzorke te fiksiran u 4% otopini formaldehida (Langton, 1991). Na mjestu uzorkovanja izmjereni su: temperatura vode, otopljeni kisik, zasićenje kisikom, električna provodljivost i pH, pomoću WTW 340i prijenosnog mini laboratorija. Zbog tehničkih poteškoća, abiotički čimbenici nisu mjereni u Varaždinu. U bajerima i Dravi u Osijeku, prikupljeni su uzorci vode te je laboratoriju određena koncentracija klorofila i ukupna suspendirana tvar (TSS, engl. *Total Suspended Solids*).

U laboratoriju su svlakovi trzalaca izolirani iz uzoraka, te su pripremljeni za promatranje pod mikroskopom kao trajni preparati u mediju za ulaganje (Berlese mounting medium). Prilikom pripreme, svlakovi trzalaca se polažu na predmetno staklo leđnom stranom prema gore, kako bi se što bolje uočila obilježja na glavopršnjaku i abdomenu (prvenstveno tergitima), koja su vrsno specifična (Slika 10). Determinacija jedinki trzalaca provedena je pomoću mikroskopa (Olympus BX51) i ključeva za determinaciju Wiederholm (1983) i Langton (1991) do najniže taksonomske kategorije.

Fotografije preparata svlakova su napravljene pomoću kamere Olympus Camedia C-4040 i programa Olympus DP-Soft, pri različitim povećanjima navedenog mikroskopa.

Slika 9: Postupak uzorkovanja. a) prikupljanje svlakova mrežicom, b) pražnjenje mrežice u kadicu, c) prikupljeni materijal (Fotografije: D. Čerba)



Slika 10: Specifična obilježja na tergitima svlakova trzalaca (Fotografije: M. Kresonja)

2.3. Analiza podataka

Podaci su tabelarno i grafički prikazani pomoću programa Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft Corporation, 2016), dok su za grafičku i statističku obradu podataka korišteni programi PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006) i R (R Core Team, 2018).

Podjela svojti trzalaca po kategorijama saprobnosti i funkcionalnim hranidbenim skupinama napravljena prema Moog-u (2002) (Prilozi 2 i 3).

Za potrebe statističkih analiza, kvantitativni sastav zajednice trzalaca je izražen kao relativna brojnost pojedine svojte.

Frekventnost svojti je izražena kao postotni udio pojavljivanja pojedine svojte u određenom broju uzoraka u odnosu na ukupan broj uzoraka.

Za utvrđivanje raznolikosti zajednice trzalaca korišten je program PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006), te su izračunati Shannon-ov i Simpson-ov indeks raznolikosti, Margalef-ov indeks te Pielu-ova ujednačenost. Shannon-ov indeks (H') je osjetljiviji na brojnost rijetkih vrsta, dok je Simpson-ov indeks (1-λ') osjetljiviji na brojnost dominantnih vrsta u uzorku.

$$H` = - \Sigma i \; pi \log(pi)$$

$$1- \lambda' = 1 – (\Sigma \; pi2)$$

* pi – udio jedinki vrste *i* u zajednici

Margalef-ov indeks (d) prikazuje odnos broja prisutnih vrsta u odnosu na ukupan broj jedinki,

$$d = (S – 1) / \log N$$

* S – broj vrsta, N – broj jedinki

dok Pielu-ov indeks ujednačenosti (J') prikazuje koliko su ujednačeno raspoređene jedinke među različitim vrstama unutar zajednice.

$$J' = H' / H'max = H' / \log S$$

* H'max – maksimalna vrijednost Shannon-ovog indeksa, tj. jednaka zastupljenost svih vrsta

Za prikaz razlika u strukturi zajednica u pojedinim stanišnim tipovima te prikaz sezonskih promjena u sastavu zajednica trzalaca korištena je ordinacijska metoda nemetričkog

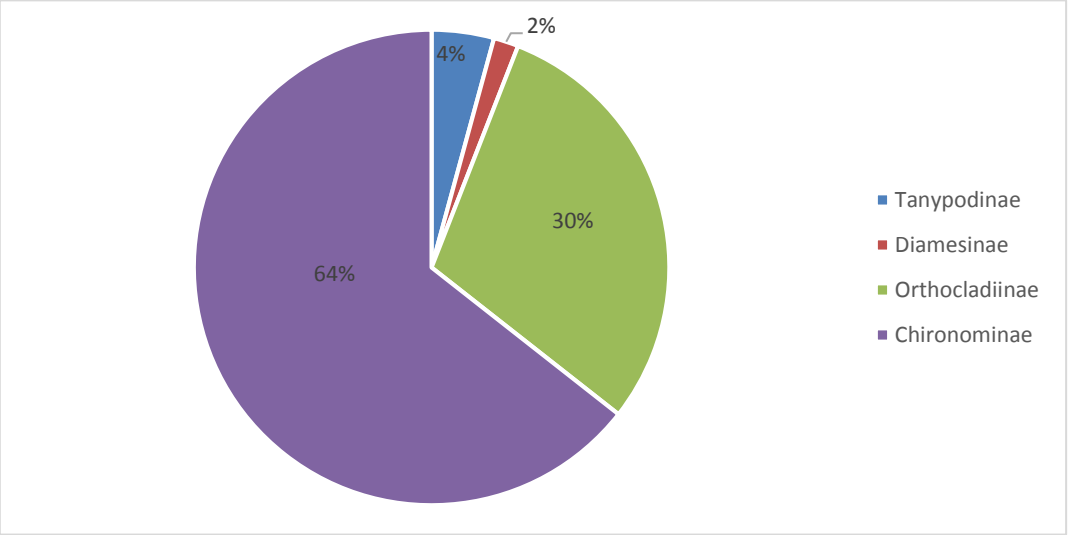
višedimenzijskog skaliranja NMDS (engl. *non-metric multidimensional scaling*), na temelju Bray-Curtis matrica sličnosti, „square root“ i „presence-absence“ transformiranih podataka. Permutacijska analiza varijance (PERMANOVA) je korištena kako bi se utvrdila značajnost razlika sastava zajednice trzalaca ovisno o staništu te sezonske razlike u sastavu zajednice. PERMANOVA je primjenjena na Bray-Curtis matrici sličnosti uz „square root“ transformaciju podataka. Za utvrđivanje značajnih indikatorskih vrsta i kombinacija indikatorskih vrsta za svaki stanišni tip, provedena je analiza indikatorskih vrijednosti (IndVal) (De Cáceres i sur., 2012; Dufrêne & Legendre, 1997). Za IndVal analizu korišteni su R-paketi „labdsv“ (Roberts, 2016), i „indicspecies“ (De Cáceres & Legendre, 2009). Sve svojte s indikatorskom vrijednošću iznad 0,25 pri $p<0,05$ su određene kao značajne. Utjecaj abiotičkih čimbenika na strukturu zajednice trzalaca analiziran je pomoću BIO-ENV analize u PRIMER-u 6.

3. Rezultati

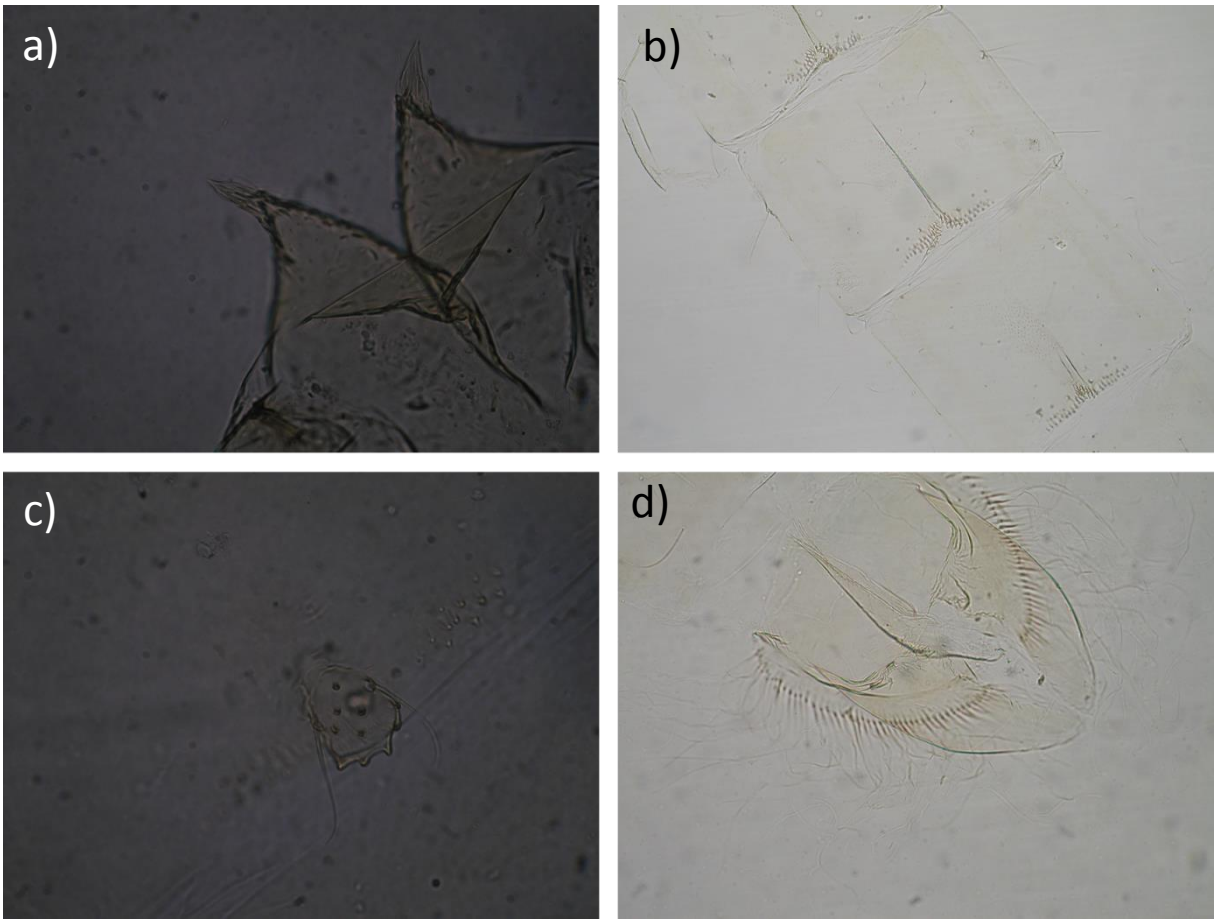
3.1. Sastav zajednica trzalaca u Osijeku i Varaždinu

Tijekom istraživanja ukupno je uzorkovano 11427 svlakova trzalaca, od čega 10558 u Osijeku, te 869 u Varaždinu. Ukupno je prikupljeno 43 uzorka iz fontana: F1-Rondel (14), F3-Mačkamama (13), F4-Spar (13) i F5-HNK (2). Iz bajera je prikupljeno 33 uzoraka: B1-Kupska (11), B2-Getro (10), B3-Jug (10) i 2 uzorka u Aquacity-u. U Dravi je prikupljeno ukupno 17 uzoraka, 15 u Osijeku i 2 u Varaždinu. U istraživanju je ukupno identificirano 130 svojti, odnosno 88 vrsta svrstanih u 4 potporodice: Tanypodinae (7), Diamesinae (3), Orthocladiinae (36) i Chironominae (84). U Osijeku je najviše svlakova uzorkovano u bajeru B2-Getro 4.8.2016 godine (1134) i Dravi 17.6.2016. godine (1096), a najveći broj svlakova u fontanama (451) je uzorkovan 17.6.2016. godine u fontani F3-Mačkamama. U fontanama F4-Spar (7.4. i 18.4.2016) te F3-Mačkamama (7.4. i 25.8.2016) uzorkovan je samo 1 svlak, dok u F1-Rondel (12.4., 18.4., 30.6. i 25.8.2016), F3-Mačkamama (1.4., 12.4., 18.4, 30.6. i 13.7.2016.) i F4-Spar (12.4., 10.5., 30.6. i 14.9.2016.) nije uzorkovan niti jedan svlak trzalaca (Prilog 1).

U Osijeku ukupno je identificirano 118 svojti, odnosno 78 vrsta (Prilog 1). Najveći broj svojti (76) pripadalo je potporodici Chironominae (Chironomini 49, Tanytarsini 27), nakon čega slijedi potporodica Orthocladiinae sa 35 svojti, Tanypodinae sa 5 i Diamesinae sa 2 svojte (Slika 11). Najbrojnije svojte su *Cladopelma* cf. *virescens* s 1289 svlakova, *Rheotanytarsus rhenanus* sa 1222 svlakova, te *Cricotopus* spp. (980), *Rheocricotopus chalybeatus* (832) i *Paratanytarsus inopertus* (674) (Slika 12).



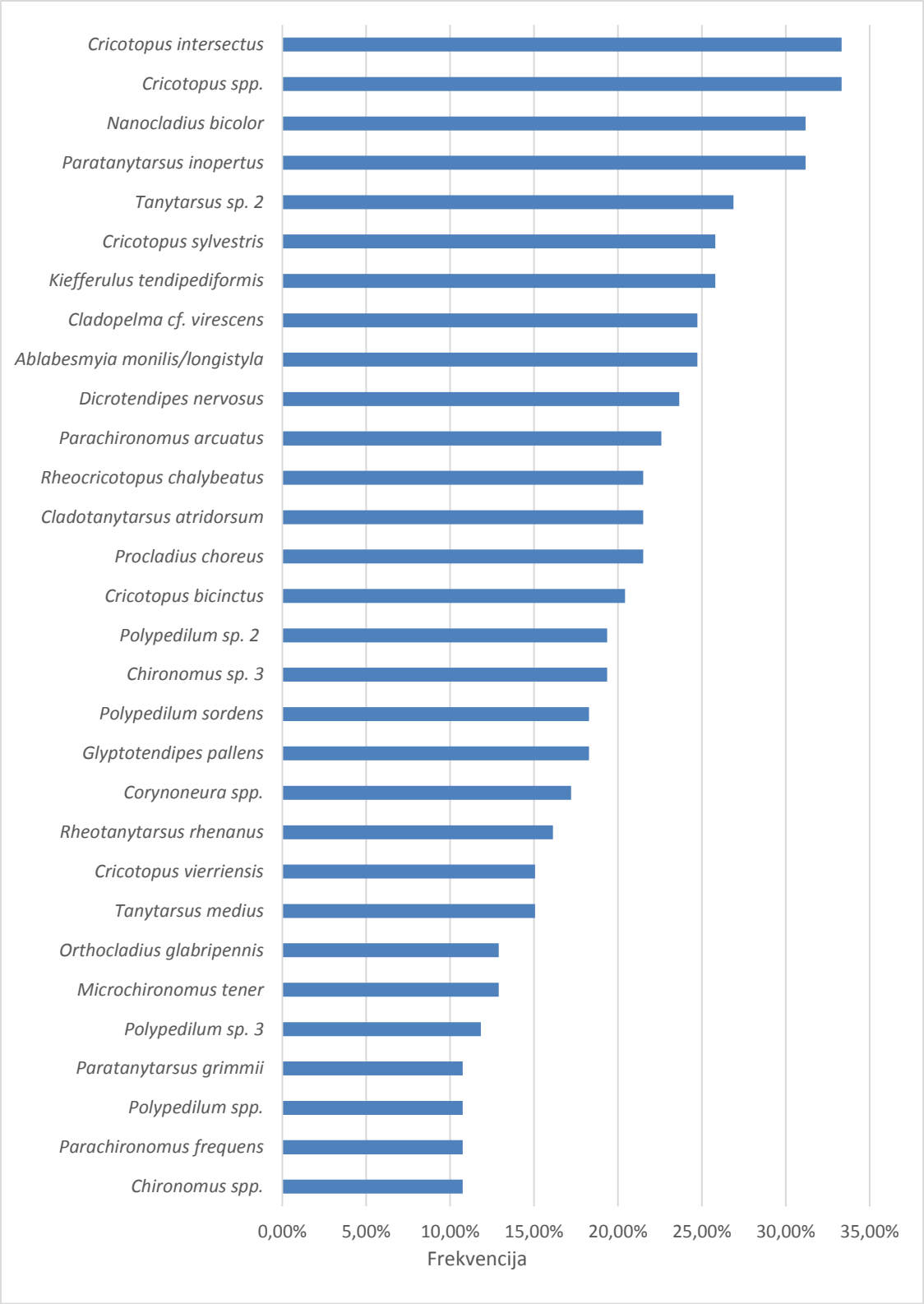
Slika 11: Udio pojedine potporodice trzalaca utvrđenih tijekom istraživanja, u sva tri tipa staništa, na području grada Osijeka 2016. godine



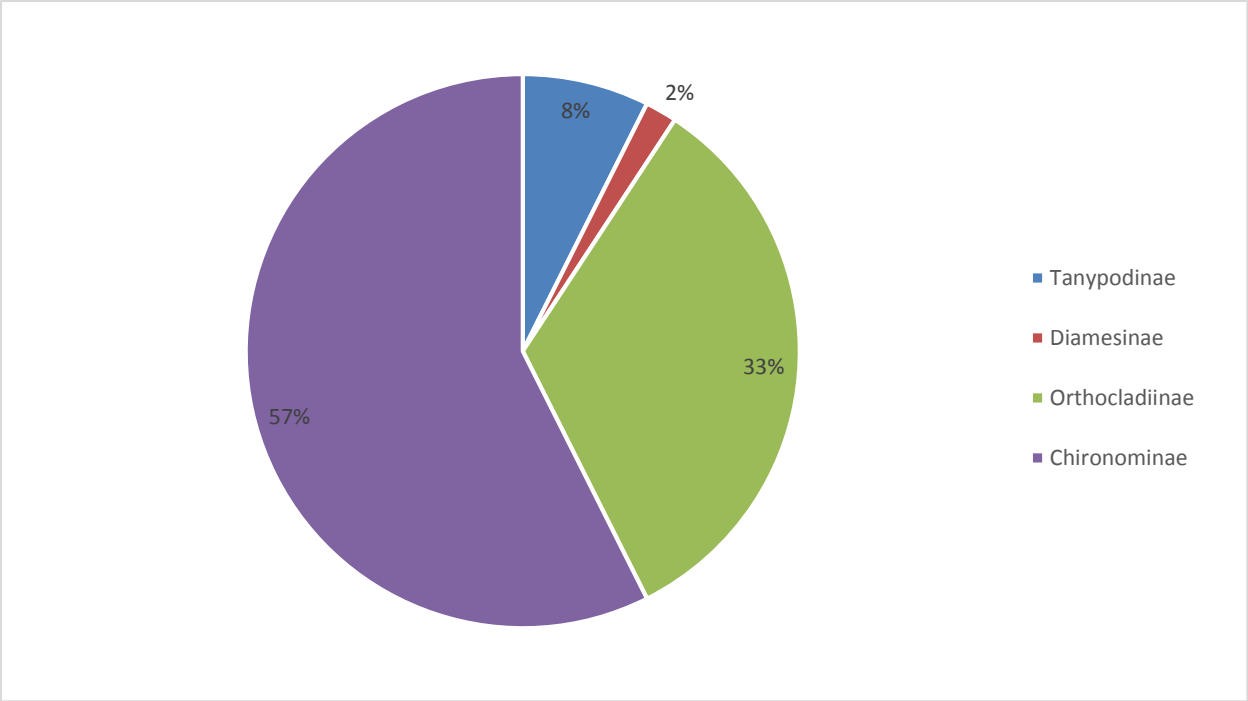
Slika 12: Najbrojnija svojta u istraživanju - *Cladopelma* cf. *virescens*. a) cefalične kvrge na glavopršnjaku, b) točkaste strutkure na tergitima, c) karakteristična izraslina na 6. tergitu, d) analni režanj (Fotografije: M. Kresonja)

Najčešće pronađena svojte su *Cricotopus intersectus* i *Cricotopus* spp. koje su prisutne u 31 od 93 uzoraka, te *Nanocladius bicolor* i *Paratanytarsus inopertus* u 29 uzoraka (Slika 13).

U Varaždinu je najmanji broj svlakova (3) uzorkovan u fontani F5-HNK 22.4.2016. godine, dok je najveći broj svlakova (614) uzorkovan 25.6.2016., također u F5-HNK. U Varaždinu su, kao i u Osijeku, pronađene 4 potporodice trzalaca (Tanypodinae, Diamesinae, Orthocladinae, Chironominae). Najbrojnija vrsta je *Orthocladius fuscimanus* sa 537 svlakova, slijede *Cricotopus sylvestris* sa 39 i *Tanytarsus* sp. 2 sa 33 svlaka. Ukupno je pronađeno 54 svojti, odnosno 35 vrsta (Prilog 1). Najveći broj svojti (31) pripada potporodici Chironominae (Chironomini 18, Pseudochironomini 1, Tanytarsini 12), zatim slijede Orthocladiinae sa 18 svojti, Tanypodinae sa 5 i Diamesinae sa 1 svojtom trzalaca (Slika 14). Najčešće pronađene vrste su *Cricotopus vierriensis*, *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus* spp., *Tanytarsus* sp. 2 i *Procladius choreus* koje su prisutne u 3 od 6 uzoraka.

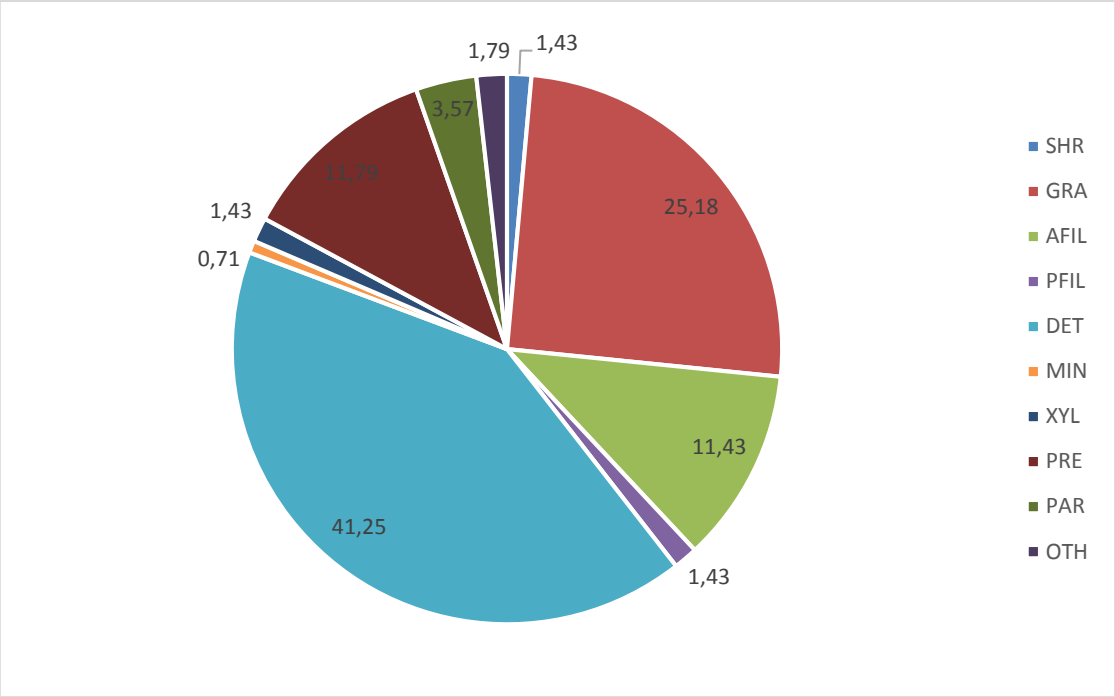


Slika 13: Najfrekventnije svojte trzalaca zabilježene tijekom istraživanja u Osijeku (svojte prisutne u više od 10% uzoraka)



Slika 14: Udio potporodica trzalaca uzorkovanih tijekom istraživanja u Varaždinu, u sva tri tipa staništa, 2016. godine

Prema funkcionalnim hranidbenim skupinama (Prilog 3), najveći broj uzorkovanih svojti trzalaca (41%) pripada sakupljačima detritusa (sakupljači-sabirači, engl. *gathering collectors*) i brstiocima (engl. *grazers*) (25,2%), a manji broj svojti (oko 10%) pripada aktivnim filtratorima (engl. *active filter-feeders*) i predatorima (engl. *predators*) (Slika 15). U istraživanju su utvrđene i dvije vrste koje parazitiraju na slatkovodnim spužvama, *Demeijerea rufipes* i *Xenochironomus xenolabis*. *Rheotanytarsus photophilus* je jedini pasivni filtrator (engl. *passive filter-feeder*), a *Stenochironomus gibbus* jedini ksilofag (engl. *xylophagous*) u istraživanju. U skupini ostalih (engl. *other*) pripada vrsta *Camptocladius stercorarius* koja prirodno živi u kravljem izmetu (Prilog 3).



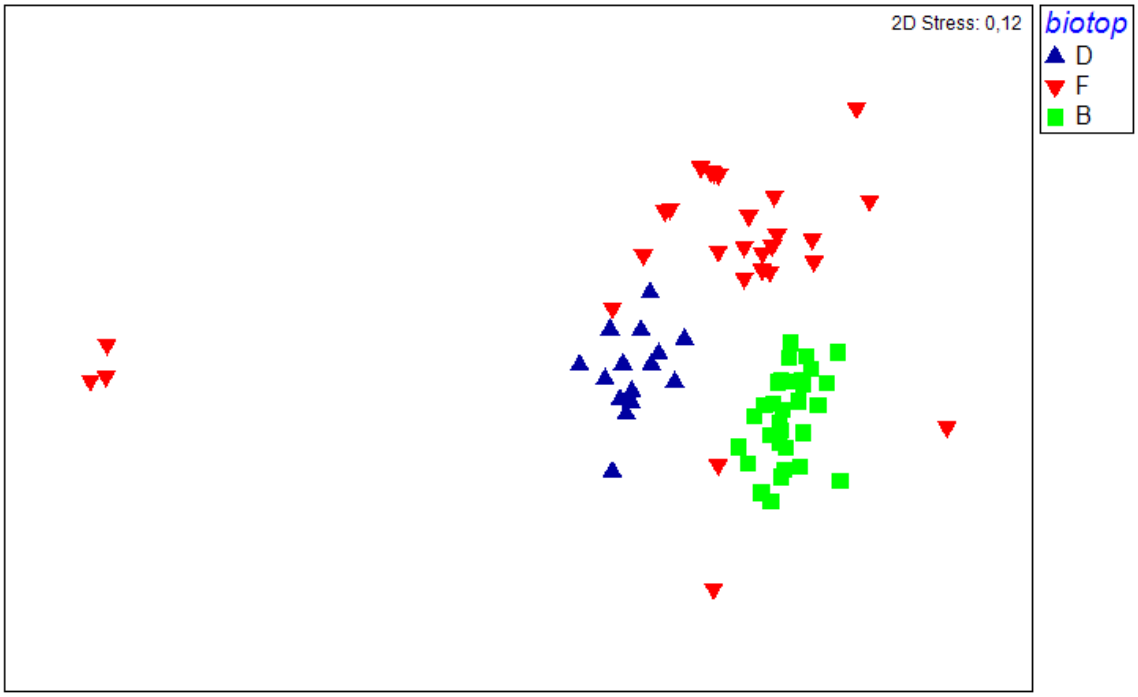
Slika 15: Funkcionalne hranidbene skupine trzalaca u istraživanju
SHR- usitnjivači (engl. *shredders*), GRA- brstioci (engl. *grazers*), AFIL- aktivni filtratori (engl. *active filter-feeders*), PFIL- pasivni filtratori (engl. *passive filter-feeders*), DET- sakupljači detritusa (engl. *gathering collectors*), MIN- kopači (engl. *miners*), XYL- ksilofagi (engl. *xylophagous*), PRE- predatori (engl. *predators*), PAR- paraziti (engl. *parasites*), OTH- druge skupine (engl. *other*)

3.2. Analiza razlika u strukturi zajednica trzalaca

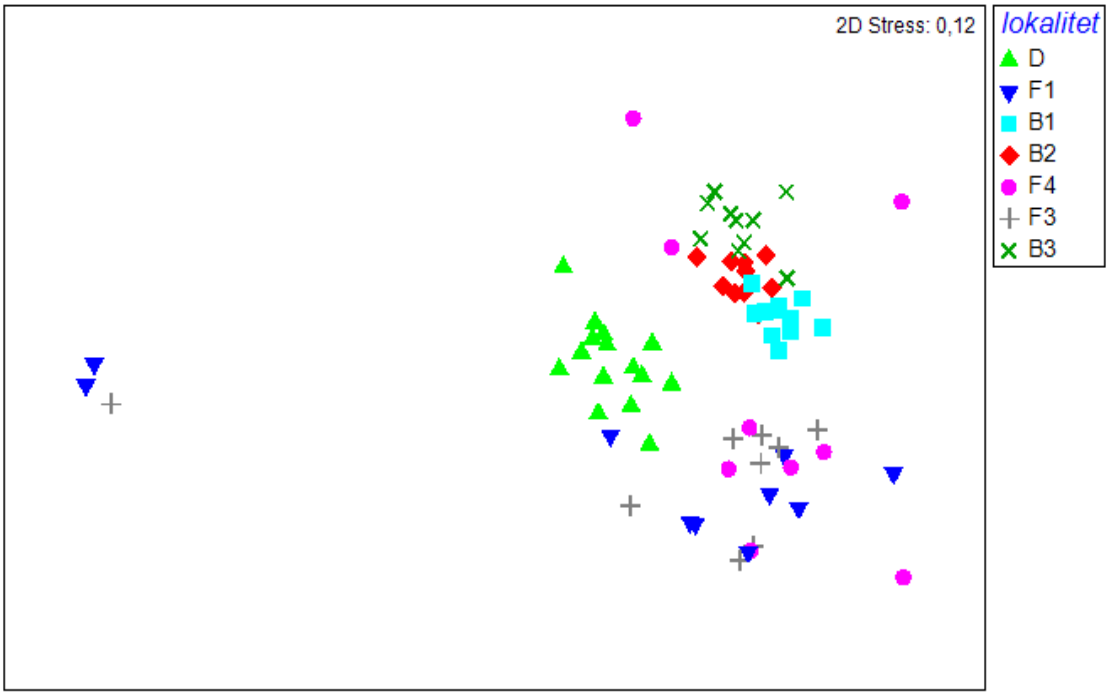
Uočene su razlike u raznolikosti i strukturi zajednica trzalaca između pojedinih stanišnih tipova, pojedinih lokaliteta i razlike s obzirom na godišnja doba.

Najveća vrijednost Shannon-ovog indeksa u Osijeku je zabilježena 13.7.2016. godine u bajeru B3-Jug (H' = 2,489), a najveća vrijednost Simpson-ovog indeksa je zabilježena 4.8. i 14.9.2016. godine u fontani F1-Rondel (1- λ'= 1). Najniže vrijednosti ovih indeksa zabilježene su u uzorku F1-Rondel 17.6.2016. godine. U Varaždinu najveća vrijednost Shannon-ovog indeksa je zabilježena u uzorku Drava 25.6.2016. (H' = 2,787), a Simpson-ovog indeksa u fontani F5-HNK 22.4.2016 (1- λ'= 1). Najmanje vrijednosti svih indeksa zabilježene su u uzorku F5-HNK iz 25.6.2016 (Prilog 4). Prosječna vrijednost Shannon-ovog indeksa u Dravi iznosi 1,9327, a Simpson-ovog 0,7588. U bajerima je prosječna vrijednost Shannon-ovog indeksa 1,9116, a Simpson-ovog 0,7978, dok u fontanama prosječna vrijednost Shannon-ovog indeksa iznosi 1,0933, odnosno 0,6907 za Simpson-ov indeks.

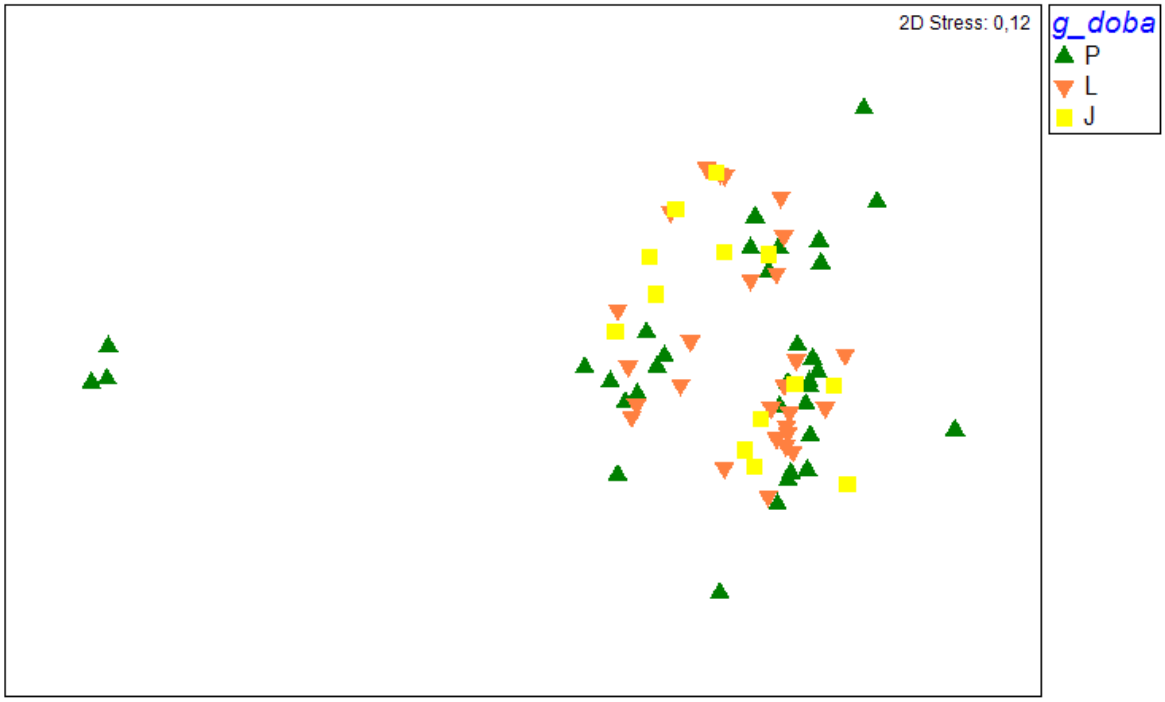
Analiza nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja (NDMS) ukazuje na razlike između pojedinih stanišnih tipova (rijeka, bajer, fontana), pojedinih lokaliteta te razlike u strukturi zajednica s obzirom na godišnja doba (Slike 16-18). PERMANOVA analiza je utvrdila statistički značajnu razliku između stanišnih tipova (pseudo-f = 11,39; p = 0,001), između pojedinih lokaliteta (pseudo-f = 6,2535, p = 0,001), te razlike s obzirom na godišnja doba (pseudo-f = 2,5539, p = 0,001).



Slika 16: Grupiranje stanišnih tipova nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca. Legenda: D - Drava; F - fontane; B - bajeri



Slika 17: Grupiranje lokaliteta nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: D = Drava Osijek; F1 = F1-Rondel; F3 = F3-Mačkamama, F4 = F4-Spar; B1 = B1-Kupska; B2 = B2-Getro; B3 = B3-Jug)

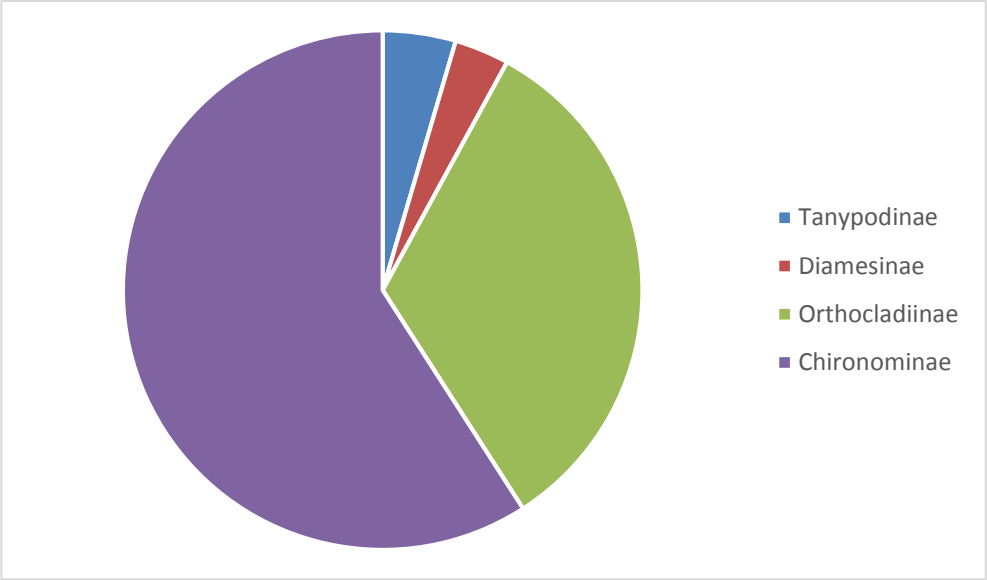


Slika 18: Grupiranje godišnjih doba nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: P- Proljeće; L- Ljeto; J- Jesen)

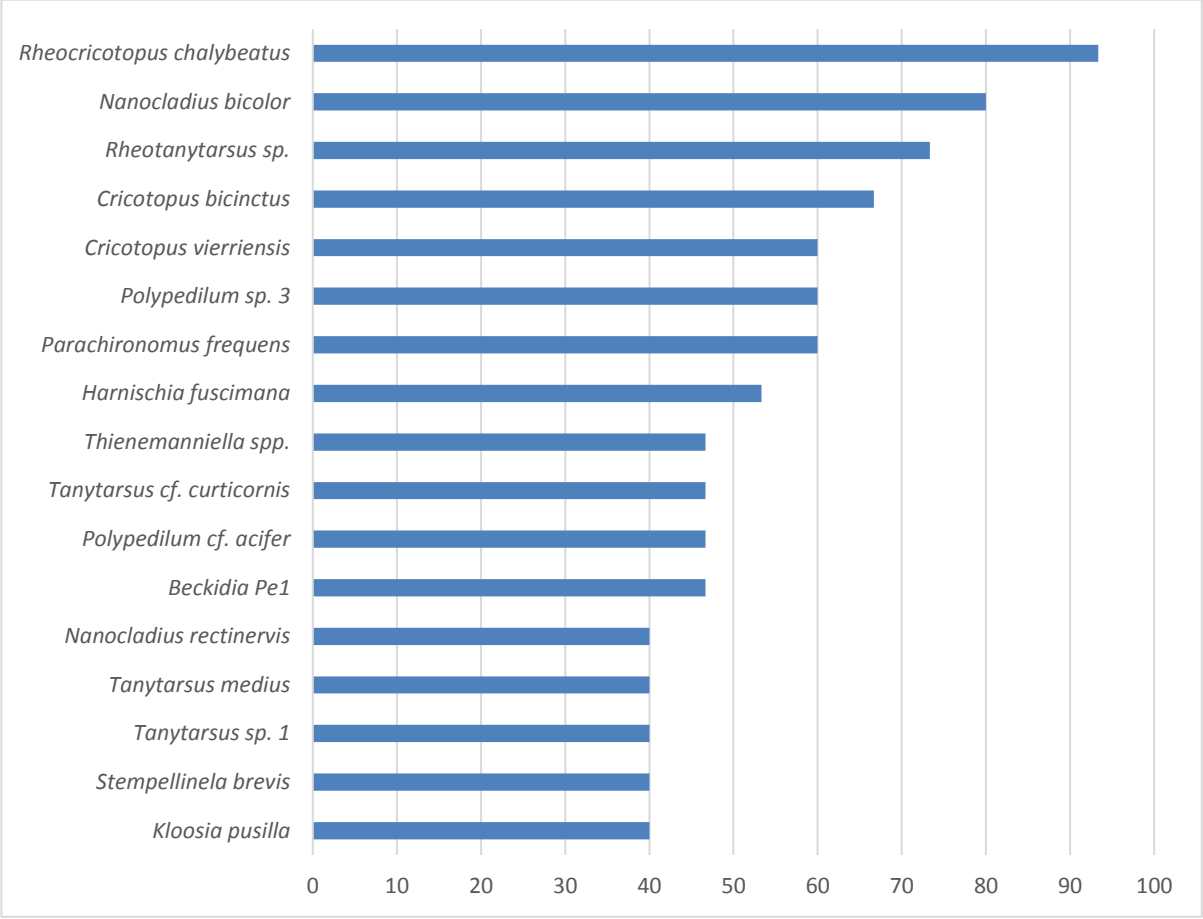
3.2.1. Analiza sastava i strukture zajednice trzalaca u Dravi

U Dravi je ukupno identificirano 88 svojti svrstanih u 4 potporodice: Tanypodinae (4), Diamesinae (3), Orthocladiinae (29) i Chironominae (52) (Slika 19). Najveći broj svojti uzorkovan je 17.6.2016. godine (46), dok su 25.10.2016. godine uzorkovane samo 4 svojte. Najbrojnije vrste su *Rheotanytarsus rhenanus* sa 1218 jedinkom te *Rheocricotopus chalybeatus* sa 826 jedinki, a najfrekventnije vrste su *Rheocricotopus chalybeatus* koji se pojavljuje u 93,3% uzoraka iz Drave, te *Nanocladius bicolor* s 80% i *Rheotanytarsus rhenanus* sa 73,3%. (Slika 20).

Analiza nemetričkog višedimenzijskog skaliranja (NMDS) ne pokazuje značajne razlike u Dravi između Osijeka i Varaždina (Slika 21), ali pokazuje da postoje razlike u Dravi između pojedinih godišnjih doba (Slika 22), što potvrđuje i PERMANOVA (pseudo-f = 2,0302, p=0,004).



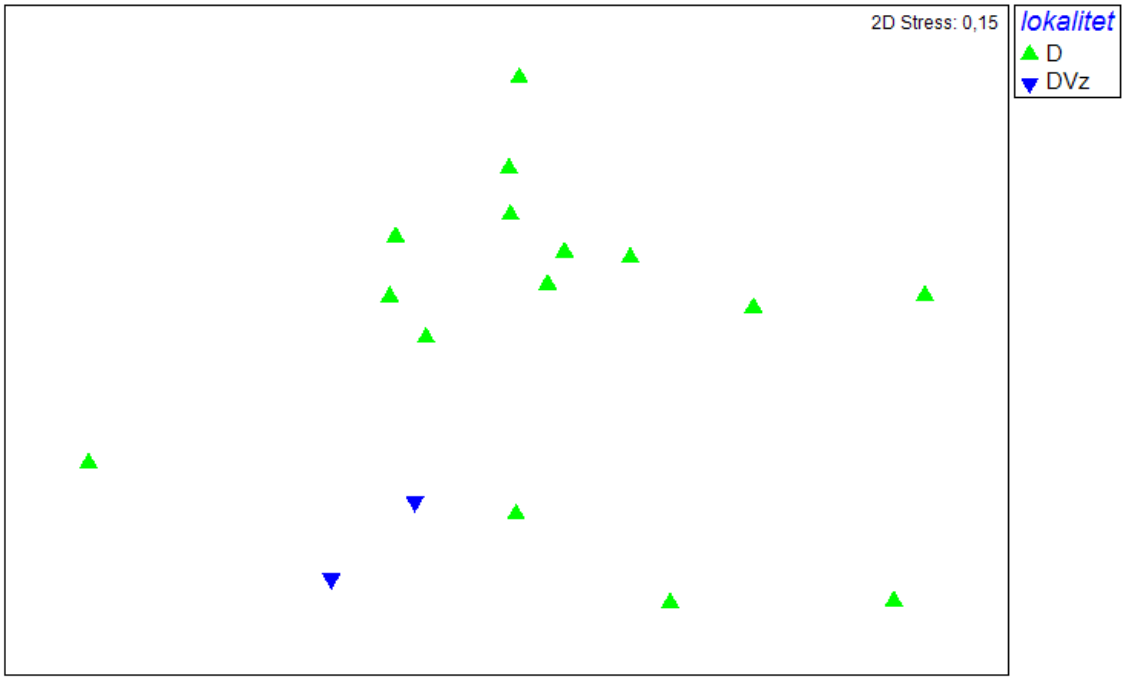
Slika 19: Udio potporodica trzalaca uzorkovanih u rijeci Dravi 2016. godine



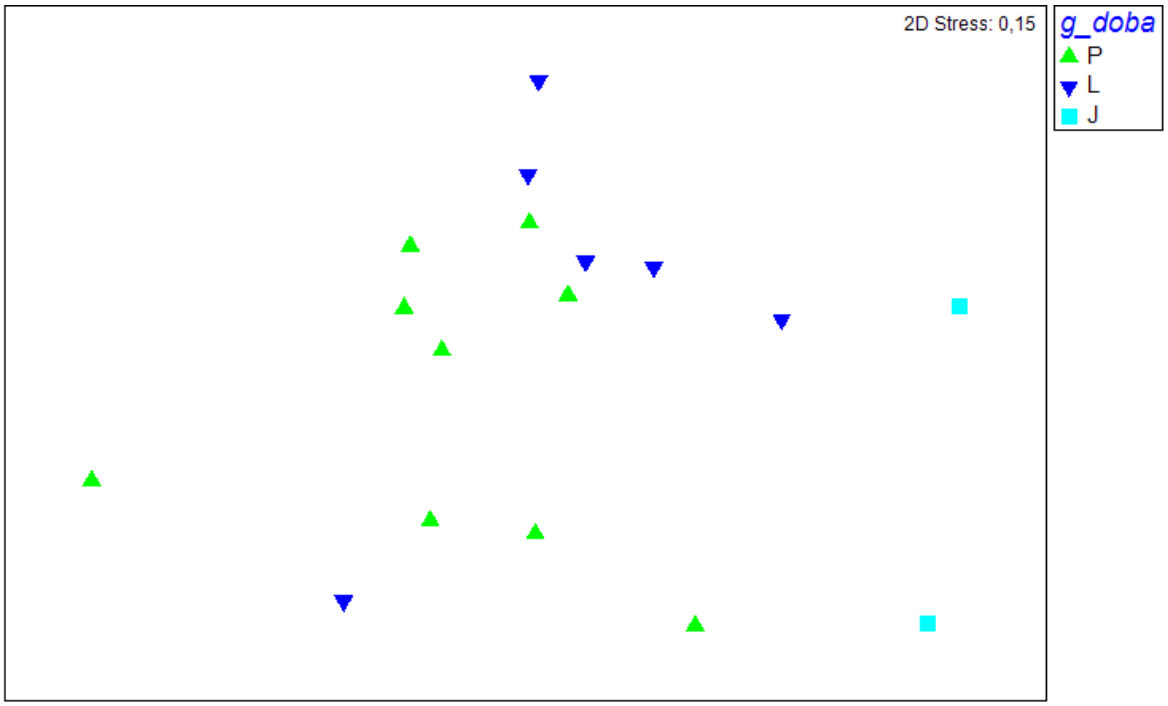
Slika 20: Najfrekventnije svojte trzalaca uzorkovane u Dravi 2016. godine

BIO-ENV analiza pokazuje da u Dravi najveći utjecaj na strukturu zajednice imaju konduktivitet i temperatura vode (Tablica 2).

IndVal analiza je pokazala 44 značajne svojte za Dravu. Najistaknutije indikatorske svojte za Dravu su *Rheocricotopus chalybeatus* (IndVal = 0,964; p = 0,001), *Rheotanytarsus rhenanus* (IndVal = 0,856; p = 0,001), *Cricotopus bicinctus* (IndVal = 0,784; p = 0,001), *Parachironomus frequens* (IndVal = 0,772, p = 0,001), i *Cricotopus vierriensis* (IndVal = 0,738, p = 0,001). IndVal analiza odredila je i indikatorske parove svojti trzalaca za Dravu: *Nanocladius bicolor* + *Rheocricotopus chalybeatus* (IndVal = 0,891, p = 0,001), *Rheotanytarsus rhenanus* + *Rheocricotopus chalybeatus* (IndVal = 0,856, p = 0,001), i *Rheotanytarsus rhenanus* + *Nanocladius bicolor* (IndVal = 0,814, p = 0,001).



Slika 21: Grupiranje lokaliteta Drave u Osijeku i Varaždinu nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: D = Drava Osijek, DVz = Drava Varaždin)



Slika 22: Grupiranje godišnjih doba nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: P = Proljeće, L = Ljeto, J = Jesen)

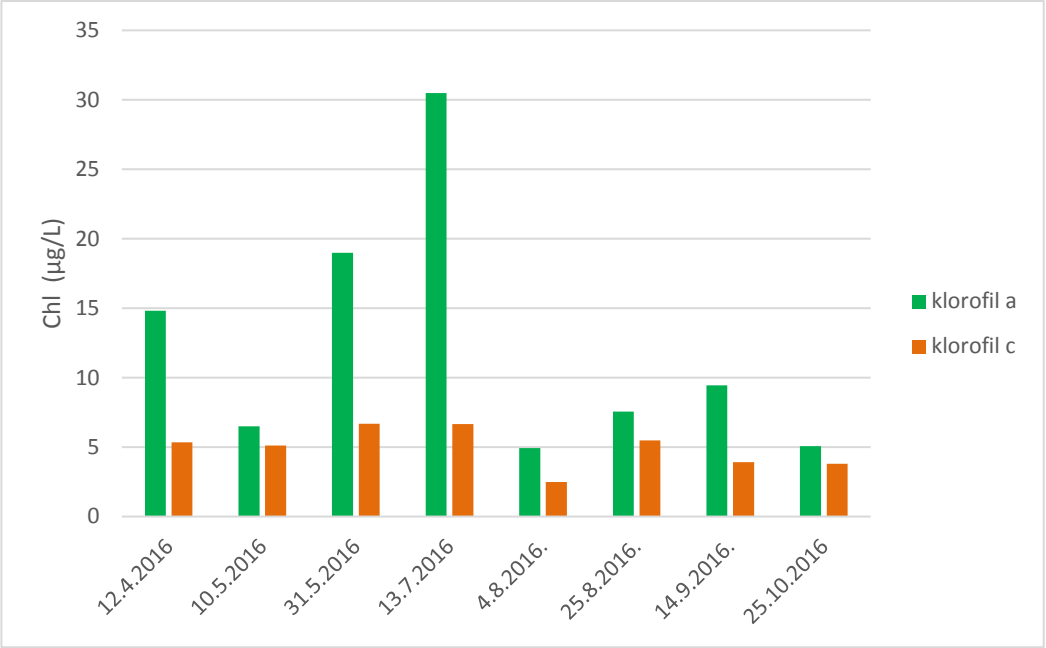
Tablica 2: BIO-ENV analiza zajednice trzalaca u Dravi

Broj faktora	Korelacija	Fizikalno-kemijski čimbenici
2	0,379	3;4
3	0,369	1;3;4
2	0,348	1;3
1	0,322	4
1	0,321	3
2	0,321	1;4
4	0,29	SVI
3	0,263	2;3;4
1	0,255	1
2	0,243	1;2;4

1-koncentracija kisika (mg/l), 2-pH, 3-konduktivitet (µS/cm), 4-temperatura vode (°C)

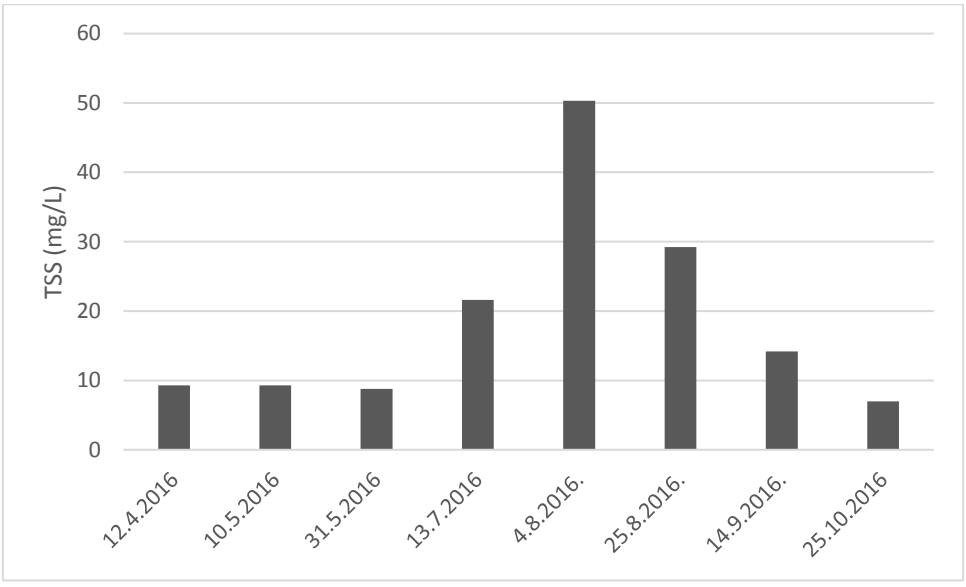
Prosječna vrijednost koncentracije kisika u vodi je iznosila 9,88 mg/L, pH vrijednost je prosječno iznosila 8,2, a prosječne vrijednosti konduktiviteta su iznosile 304,87 µS/cm. Prosječna temperatura vode u Dravi je iznosila 18,17 °C (Prilog 5).

Najveća koncentracija klorofila a (30,4749 µg/L), i klorofila c (6,657 µg/L) u Dravi je izmjerena 13.7.2016. godine, a najmanja koncentracija korofila a (4,9386 µg/L), i klorofila c (2,493 µg/L) je izmjerena 4.8.2016. godine (Slika 23).



Slika 23: Koncentracije klorofila a i c u Dravi u Osijeku

Najveća koncentracija ukupne suspendirane tvari (TSS) u Dravi je mjerena 4.8.2016. godine i iznosila je 50,3 mg/L, dok je najmanja koncentracija (7 mg/L) zabilježena 25.10.2016. godine (Slika 24).

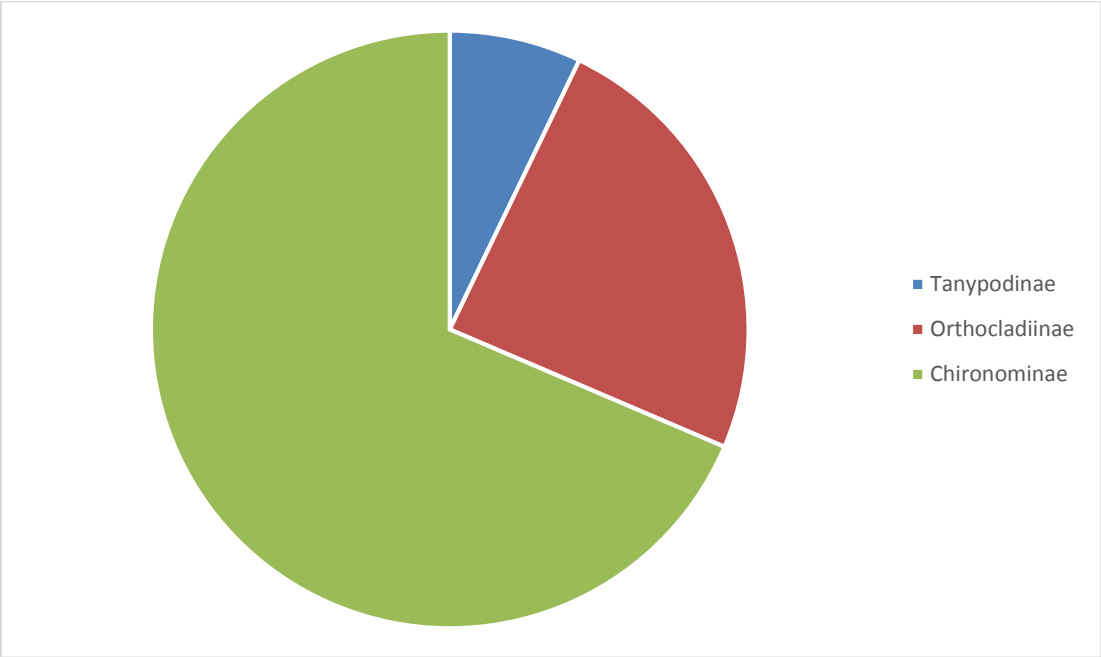


Slika 24: Koncentracije ukupne suspendirane tvari (TSS) u Dravi u Osijeku

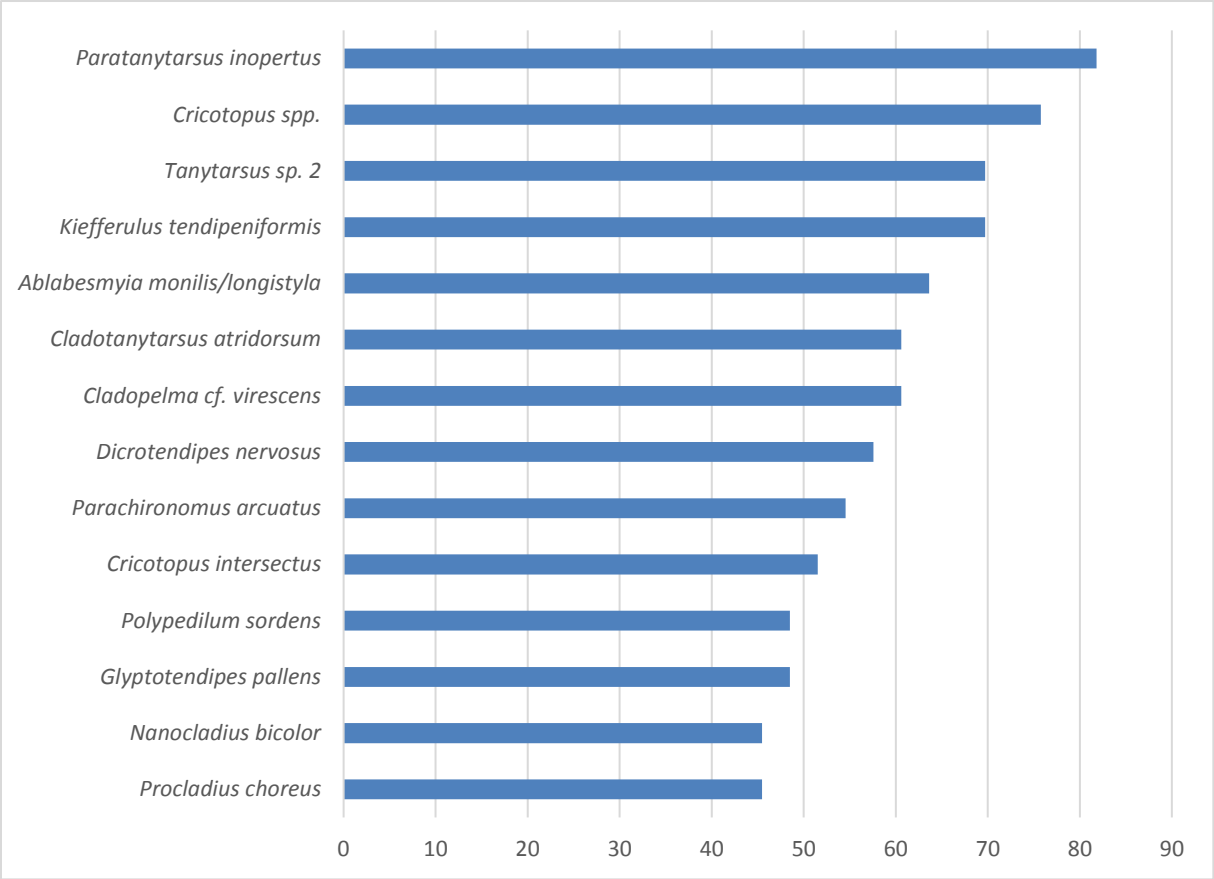
3.2.2. Analiza sastava i strukture zajednice trzalaca u bajerima

U bajerima je ukupno identificirano 70 svojti svrstanih u 3 potporodice: Tanypodinae (5), Orthocladiinae (17), i Chironominae (48) (Slika 25). Najveći broj svojti je uzorkovan 4.8.2016. godine u bajeru B3-Jug, dok je najmanje svojti uzorkovanu u bajeru Aquacity, 25.6.2016. godine. Najbrojnije svojte su *Cladopelma* cf. *virescens* sa 1278 uzorkovanih jedinki, zatim *Paratanytarsus inopertus* sa 555 i *Tanytarsus* sp. 2 sa 417 uzorkovane jedinke. Najfrekventnije svojte su *Paratanytarsus inopertus* koji se pojavljuje u 81,82% uzorkovanih bajera, zatim *Cricotopus* spp u 75,76% uzorkovanih bajera te *Tanytarsus* sp. 2 i *Kiefferulus tendipediformis* sa 69,69% (Slika 26).

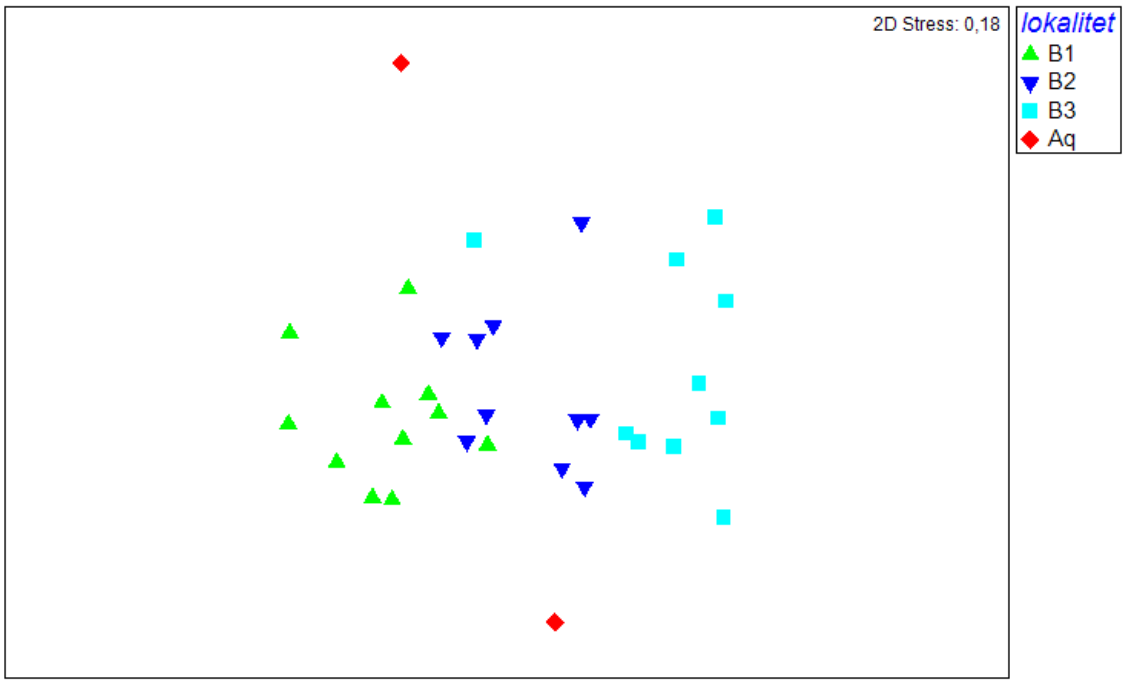
Analiza nemetričkog višedimenzijskog skaliranja (NMDS) pokazuje razlike između bajera u Osijeku i Varaždinu (Slika 27), te između bajera u Osijeku (Slika 28), što je potvrdila i PERMANOVA (pseudo-f = 5,3183, p = 0,001; pseudo-f = 9,1493, p = 0,001). NMDS i PERMANOVA ne ukazuju na razlike između bajera s obzirom na godišnja doba.



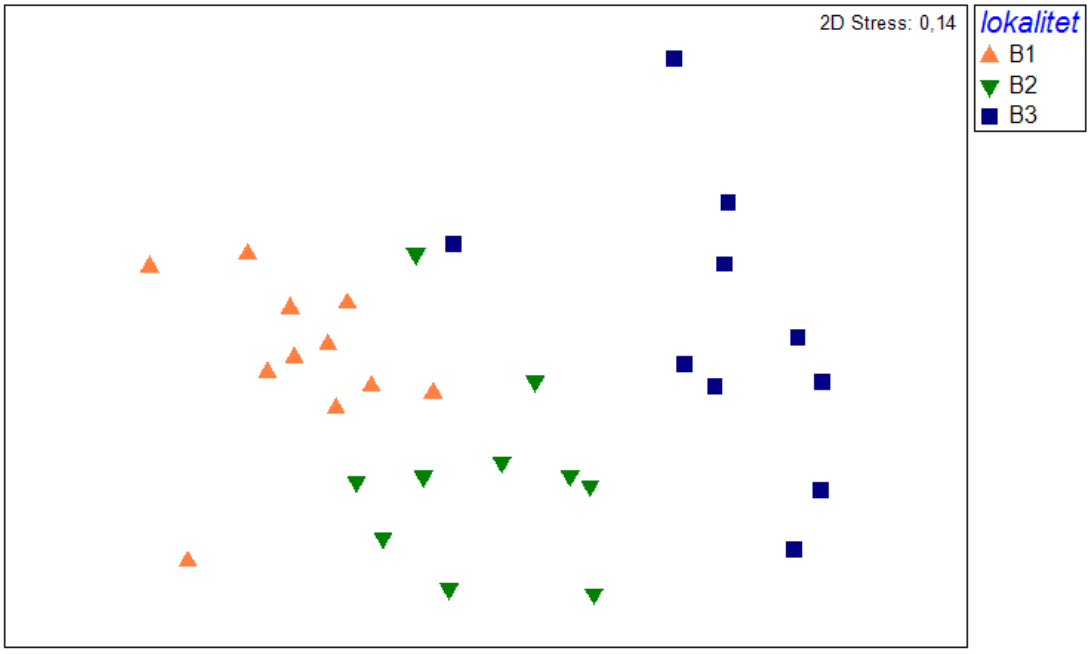
Slika 25: Udio potporodica trzalaca uzorkovanih u bajerima 2016. godine



Slika 26: Najfrekventnije svojte trzalaca uzorkovane u bajerima 2016. godine



Slika 27: Grupiranje bajera u Osijeku i Varaždinu nakon NMDS analize (nemetričkog višedimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: B1 = B1-Kupska, B2 = B2-Getro, B3 = B3-Jug, Aq = Aquacity)



Slika 28: Grupiranje bajera u Osijeku nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: B1 = B1-Kupska; B2 = B2-Getro; B3 = B3-Jug)

BIO-ENV analiza pokazuje u bajerima najveći utjecaj na strukturu zajednice trzalaca ima konduktivitet (Tablica 3).

Tablica 3: BIO-ENV analiza zajednice trzalaca u bajerima

Broj faktora	Korelacija	Fizikalno-kemijski čimbenici
1	0,535	3
2	0,355	3;4
2	0,349	1;3
3	0,34	1;3;4
3	0,324	2;3;4
2	0,318	2;3
4	0,313	SVI
3	0,297	1;2;3
1	0,212	2
2	0,211	2;4

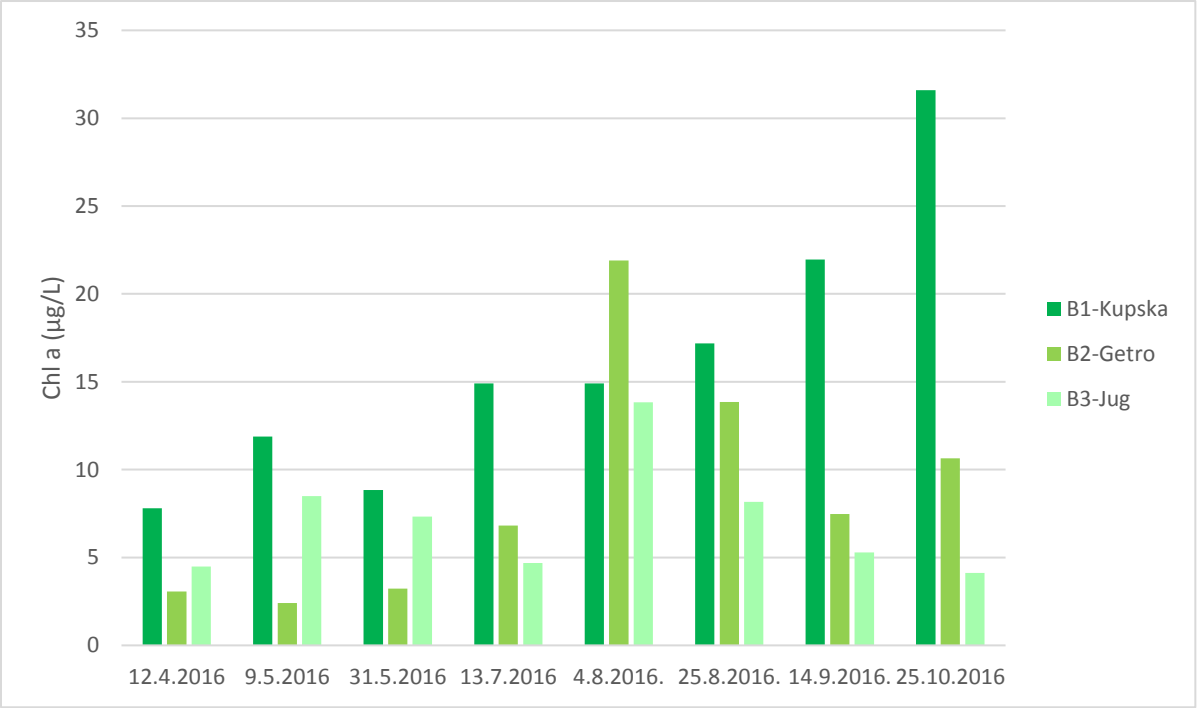
1-koncentracija kisika (mg/l), 2-pH, 3-konduktivitet (µS/cm), 4-temperatura vode (°C)

IndVal analiza izdvojila je ukupno 16 značajnih svojti za bajere. Najistaknutije indikatorske svojte za bajere su *Paratanytarsus inopertus* (IndVal = 0,929, p = 0,001),

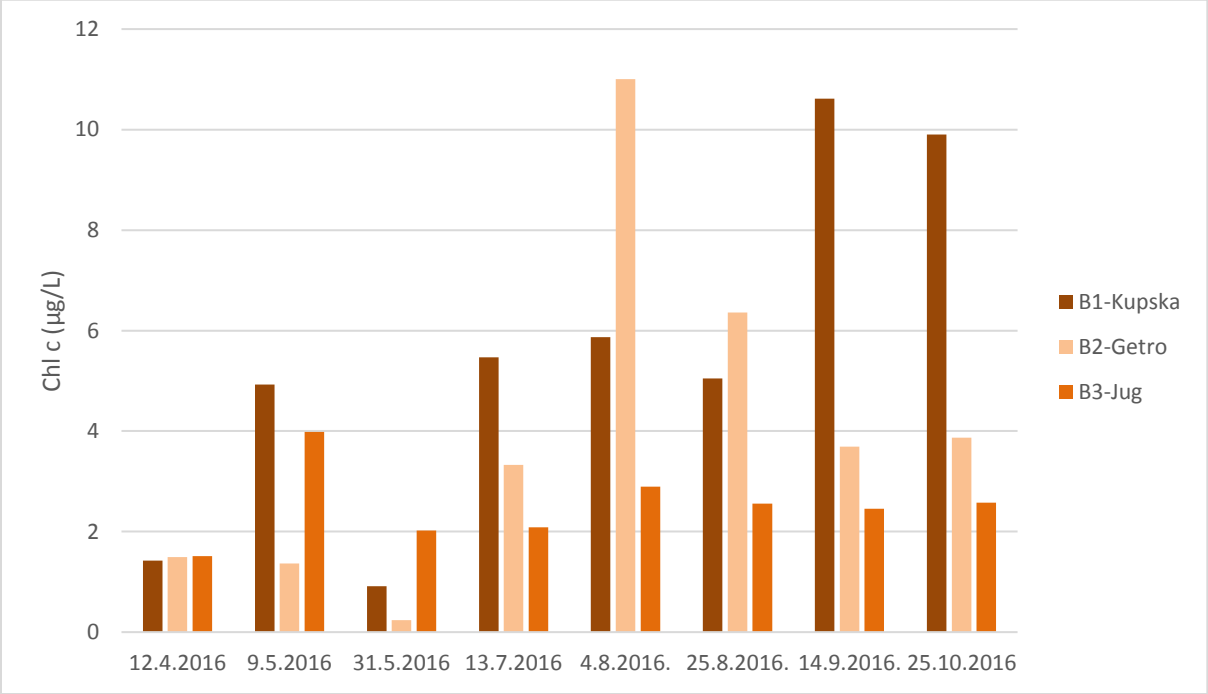
Cricotopus spp. (IndVal = 0,906, p = 0,001), *Tanytarsus* sp. 2 (IndVal = 0,834, p = 0,001), *Kiefferulus tendipediformis* (IndVal = 0,811, p=0,001), *Cladopelma* cf. *virescens* (IndVal = 0,792, p = 0,001), te *Ablabesmya monilis/longistyla* (IndVal = 0,773, p = 0,001). Uz pojedinačne indikatorske svojte određeni su i indikatorski parovi: *Paratanytarsus inopertus* + *Cricotopus* spp. (IndVal = 0,876, p = 0,001), zatim *Tanytarsus* sp. 2 + *Cricotopus* spp. (IndVal = 0,837, p = 0,001), i *Paratanytarsus inopertus* + *Tanytarsus* sp. 2 (IndVal = 0,796, p = 0,001). Također, IndVal analiza svojte *Nanocladius bicolor* (IndVal = 0,774, p = 0,001) i *Corynoneura* spp. (IndVal = 0,575, p = 0,006), prikazuje kao indikatorske vrste za oba staništa, bajere i Dravu, isto kao i indikatorski par *Ablabesmya monilis/longistyla* + *Cricotopus intersectus* (IndVal = 0,516, p = 0,001).

U bajeru B1- Kupska, prosječna vrijednost koncentracije kisika u vodi je iznosila 10,64 mg/L, pH vrijednost je prosječno iznosila 8,88, a prosječne vrijednosti konduktiviteta su iznosile 1763,54 µS/cm. Prosječna temperatura vode je iznosila 22,98 °C. U bajer B2-Getro prosječno je mjereno 9,828 mg/L kisika, prosječne vrijednosti pH iznosile su 8,591, konduktiviteta 845 µS/cm, a prosječna temperatura vode je iznosila 23,27 °C. Bajer B3-Jug je imao najvišu prosječnu temperaturu vode, 23,91 °C. Koncentracija kisika u B3-Jug je iznosila 9,05 mg/L, prosječni pH 8,56, dok je konduktivitet prosječno iznosio 760,5 µS/cm.

Najveća koncentracija klorofila a u bajeru B1-Kupska izmjerena je 25.10.2016 i iznosila je 31,5953 µg/L, a klorofila c 14.9.2016. (10,6132 µg/L), dok su najmanje koncentracije tih pigmenata mjerene u travnju i svibnju (7,797 µg/L za klorofil a i 0,915 µg/L za klorofil c). Bajer B2-Getro najniže vrijednosti klorofila a (2,409 µg/L) i klorofila c (0,237 µg/L) ima u svibnju, a najviše vrijednosti početkom kolovoza (Chl a = 21,9067 µg/L; Chl c = 11,0019 µg/L). U bajeru B3-Jug koncentracija klorofila a nije prelazila 13,8276 µg/L (4.8.2016.), a koncentracija klorofila c je tijekom cijelog istraživanja varirala između 1,5 i 3 µg/L (Slika 29 i 30).



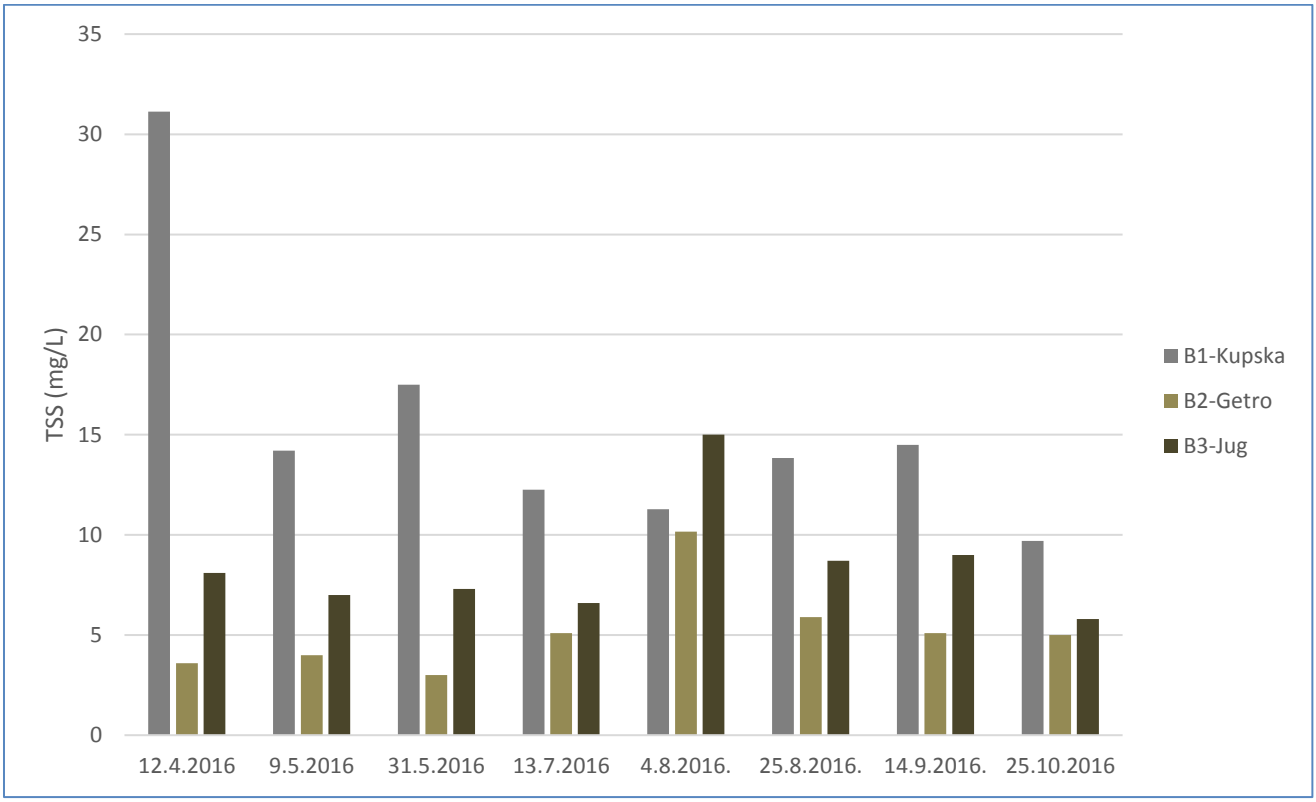
Slika 29: Koncentracije klorofila a u bajerima u Osijeku



Slika 30: Koncentracije klorofila c u bajerima u Osijeku

Najveća koncentracija ukupne suspendirane tvari (TSS) u bajeru B1-Kupska je mjerena 12.4.2016. godine i iznosila je 31,125 mg/L, dok je najmanja koncentracija (9,7 mg/L)

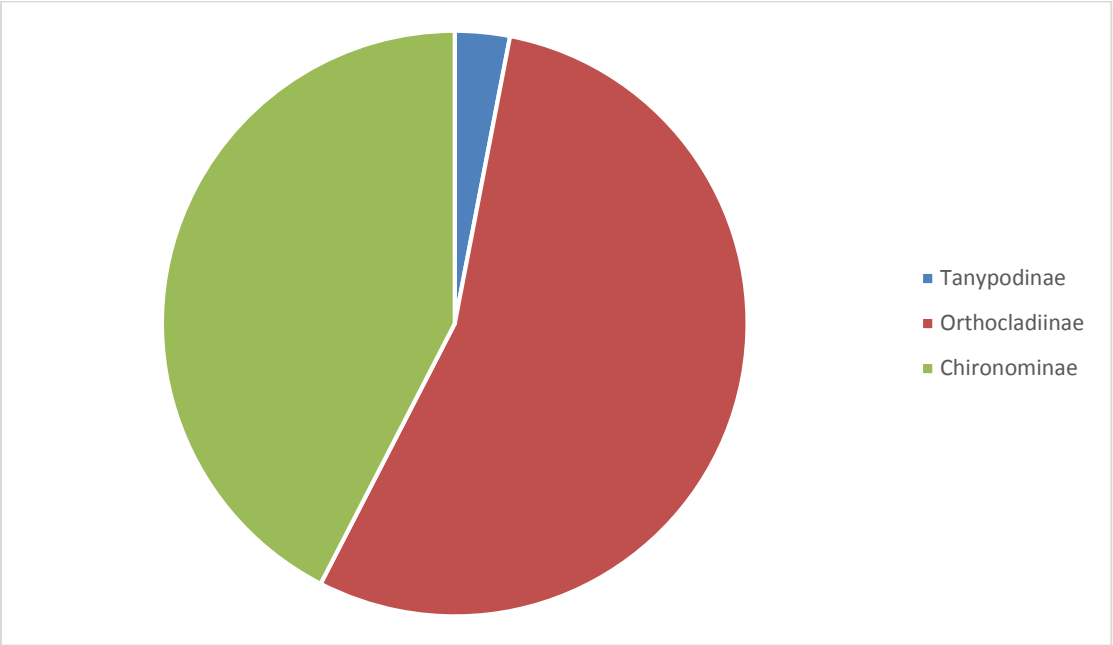
zabilježena 25.10.2016.godine. U bajeru B2-Getro vrijednosti TSS-a kretale su se između 3 mg/L krajem svibnja i 10,167 mg/L početkom kolovoza. Najveća koncentracija TSS-a u B3-Jug mjerena je 4.8.2016. i iznosila je 15 mg/L, a najmanja koncentracija (5,8 mg/L), izmjerena je 25.10.2016. godine (Slika 31).



Slika 31: Koncentracije ukupne suspendirane tvari (TSS) u bajerima u Osijeku

3.2.2. Analiza sastava i strukture zajednice trzalaca u fontanama

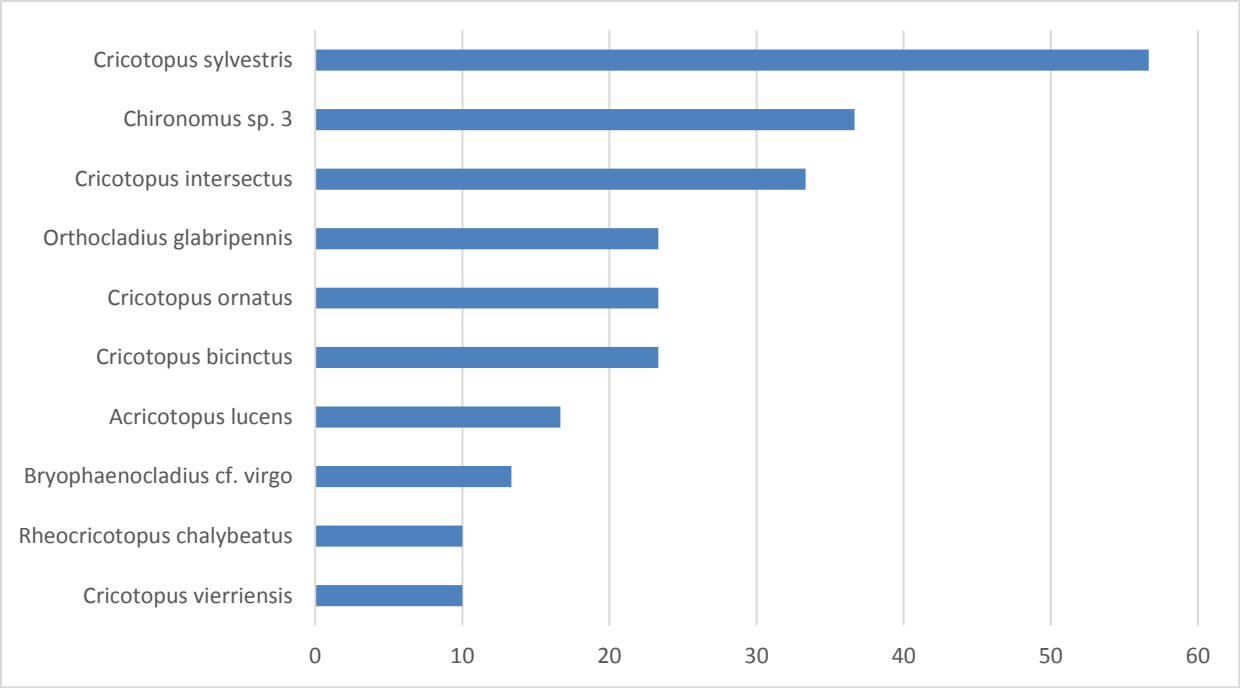
U fontanama su ukupno identificirane 33 svojte trzalaca koje svrstavamo u tri potporodice: Tanypodinae (1), Orthocladiinae (18) i Chironominae (14) (Slika 32). U fontani F1-Rondel ukupno je uzorkovano 14 svojti trzalaca, u fontanama F3-Mačkamama i F4-Spar uzorkovano je 16 svojti trzalaca, a u fontani F5_HNK uzorkovano je 11 svojti trzalaca. Najveći broj svojti trzalaca (10) uzorkovan je 17.6.2016. u fontani F3-Mačkamama. Najbrojnije svojte trzalaca su *Cricotopus sylvestris* sa 539 jedinki i *Orthocladius fuscimanus* sa 530 jedinki. Najfrekventnije jedinke trzalaca prisutne u fontanama su *Cricotopus sylvestris* (56,67%), *Chironomus* sp. 3 (36,67%), i *Cricotopus intersectus* (33,33%) (Slika 33).



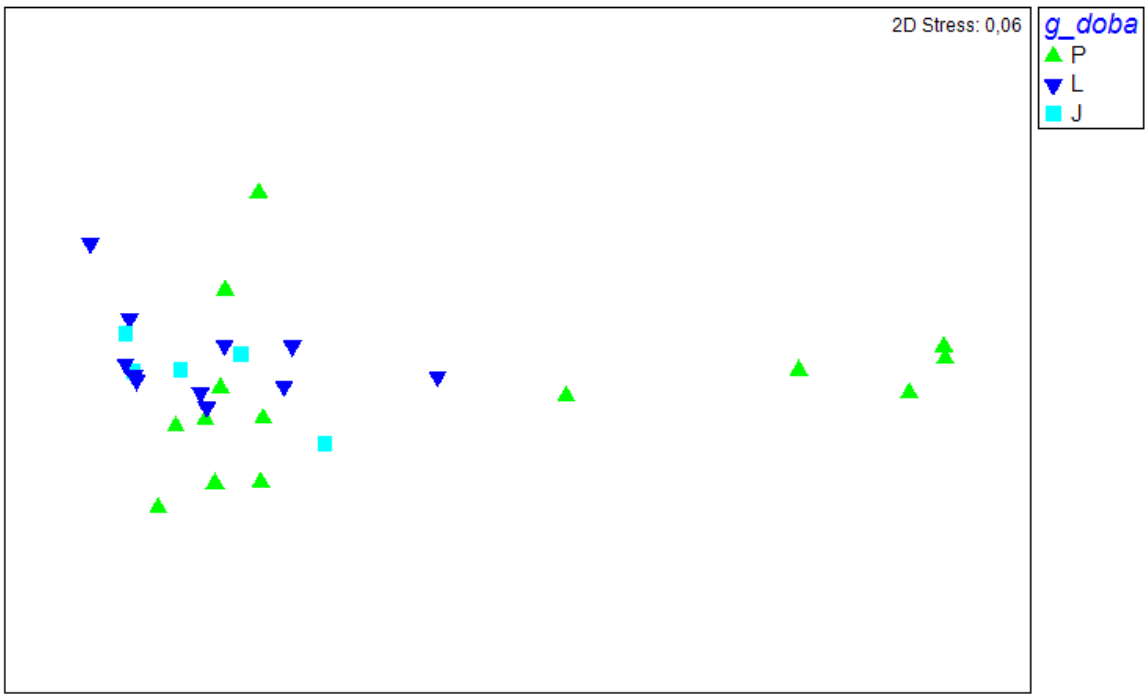
Slika 32: Udio potporodica trzalaca uzorkovanih u fontanama 2016. godine

Analiza nemetričkog višedimenzijskog skaliranja (NMDS) pokazuje male razlike između fontana u Osijeku i Varaždinu s obzirom na godišnja doba (Slika 34), što potvrđuje i PERMANOVA (pseudo-f = 2,0336, p = 0,007). NMDS i PERMANOVA ne pokazuju značajne razlike između u zajednicama trzalaca između pojedinih fontana (Slika 35).

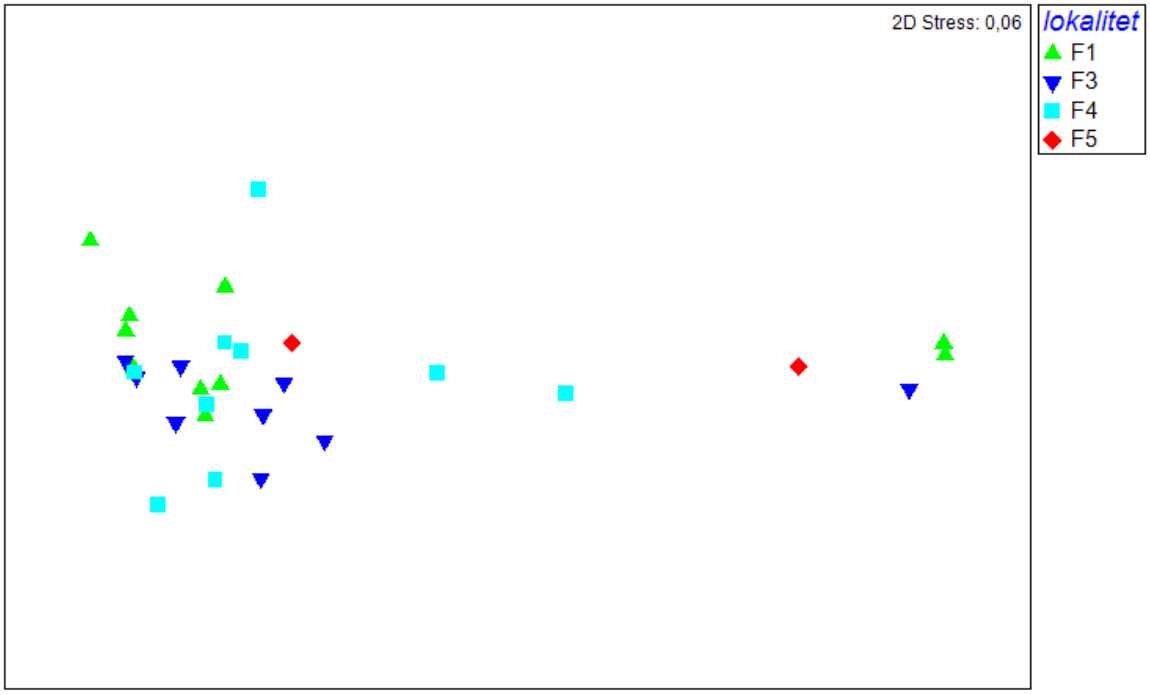
BIO-ENV analiza pokazuje da u fontanama nema značajnijeg utjecaja fizikalno-kemijskih čimbenika na strukturu zajednice.



Slika 33: Najfrekventnije svojte trzalaca uzorkovanih u fontanama 2016. godine



Slika 34: Grupiranje fontana s obzirom na godišnja doba nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: P = Proljeće, L = Ljeto, J = Jesen)



Slika 35: Grupiranje fontana nakon NMDS analize (nemetričkog više-dimenzijskog skaliranja) na temelju relativne brojnosti trzalaca (Legenda: F1 = F1-Rondel; F3 = F3-Mačkamama, F4 = F4-Spar; F5 = F5-HNK)

IndVal analiza izdvojila je 2 značajne vrste za fontane: *Cricotopus sylvestris* (IndVal = 0,734, p = 0,001), i *Cricotopus ornatus* (IndVal = 0,515, p = 0,006). Također, izdvojen je i jedan par trzalaca kao indikatorska svojta za fontane: *Chironomus* sp. 3 + *Cricotopus sylvestris* (IndVal = 0,533, p = 0,010).

3.3. Fizikalno-kemijski parametri vode

Najviša izmjerena temperatura vode je bila 29,1 °C 13.7.2016. u bajeru B3-Jug, dok je najniža bila 12,2 °C u Dravi, 25.10.2016. Najviša koncentracija otopljenog kisika je iznosila 13,77 mg/l 1.4.2016. u bajeru B1-Kupska, dok je najniža koncentracija zabilježena također u B1-Kupska, 25.10.2016. i iznosila je 7,57 mg/L. Najveća izmjerena zasićenost vode kisikom iznosila je 149,6% i izmjerena je 13.7.2016. u B1-Kupska. Najmanja zasićenost vode kisikom izmjerena je 25.10.2016. u B1-Kupska (73,5%). Najveći izmjereni konduktivitet je bio 2450 µS/cm, 25.10.2016. u fontani F3-Mačkamama. Najmanji konduktivitet je izmjeren u Dravi, 30.6.2016 i iznosio je 230 µS/cm. Najviši pH iznosio je 9,05 i izmjeren je u B1-Kupska, 1.4.2016., dok je najniži pH od 7,49 izmjeren 25.10.2016 u F3-Mačkamama. Sve vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara navedene su u Prilogu 5.

Najveća vrijednost ukupne suspendirane tvari (TSS) je izmjerena u Dravi, 4.8.2016. godine, i iznosila je 50,3 mg/L (neposredno prije uzimanja vode za analizu Dravom je prošao motorni čamac i uzrokovao valove i zamućenje vode). Najmanja vrijednost TSS-a je iznosila 3 mg/L i izmjerena je 31.5.2016. u bajeru B2-Getro. Najveća koncentracija klorofila a izmjerena je u bajeru B1-Kupska, 25.10.2016. i iznosila je 31,5953 µg/L. Najmanja koncentracija klorofila iznosila je 2,409 µg/L i izmjerena je 9.5.2016. godine u bajeru B2-Getro. Najveća koncentracija klorofila c izmjerena je 4.8.2016 u bajeru B2-Getro (11,0019 µg/L), dok je najmanja koncentracija od 0,237 µg/L izmjerena u istom bajeru 31.5.2016. Sve vrijednosti TSS-a i klorofila a i c su prikazane u Prilogu 6.

4. Rasprava

Trzalci (Chironomidae) su jedna od najdominantnijih i najraznolikijih skupina u slatkovodnim ekološkim sustavima gdje mogu činiti do 50% ukupne biomase (Armitage i sur., 1995, Hamerlík & Brodersen, 2010). Trzalci zbog svoje raznolikosti i prilagodljivosti imaju sposobnost vrlo dobre kolonizacije (Wotton i sur., 1992; Fouz i sur., 2003). U ovom istraživanju ukupno je identificirano 130 svojti, odnosno 88 vrsta koje svrstavamo u 4 potporodice: Tanypodinae (7), Diamesinae (3), Orthocladiinae (36) i Chironominae (84). U usporedbi s najnovijim podacima za popis vrsta trzalaca u Hrvatskoj, pripremljenim na temelju kukuljica i svlakova (Ergović, 2016), identificirane su tri nove svojte iz potporodice Tanypodinae: *Labrundinia* sp. koja je pronađena u bajerima B2-Getro i B3-Jug u Osijeku, *Rheopelopia ornata* iz Drave u Osijeku, i *Schineriella schineri* iz bajera Aquacity u Varaždinu. Prema Fauna Europaea (Web 7), navedene tri svojte dosad nisu zabilježene u Hrvatskoj. Iz potporodice Diamesinae identificirane su 2 nove vrste: *Sympotthastia macrocera* i *Diamesa tonsa* koje su pronađene u Dravi u Osijeku i također nisu dosad zabilježene u Hrvatskoj (Web 7). U potporodici Orthocladiinae identificirano je 12 novih svojti: *Acricotopus lucens, Bryophaenocladius* cf. *virgo, Camptocladius stercorarius, Cricotopus ornatus, Eukiefferiella similis, Hydrobaenus lugubris, Limnophyes* cf. *paludis, Limnophyes* cf. *punctipennis, Orthocladius fuscimanus, O. glabripennis, O. oblidens* i *Pseudosmittia* Pe2. Sve navedene Orthocladiinae osim vrsta *Camptocladius stercorarius* i *Cricotopus ornatus* nisu dosad zabilježene u Hrvatskoj. Iz potporodice Chironominae zabilježeno je čak 38 novih svojti koje nisu na popisu svojti trzalaca Hrvatske (28 Chironomini, 1 Pseudochironomini i 10 Tanytarsini) (Prilog 1). Rezultat od 55 novih svojti za Hrvatsku u ovakvom istraživanju malih razmjera, ima veliku faunističku važnost i može unaprijediti dosadašnji popis vrsta iz 2016. godine.

Rijeka Drava kao najveće istraživano vodeno tijelo sa volumnim protokom većim od 600 m^3/s (Sommerwerk i sur., 2009), je najveći izvor raznolikosti trzalaca u istraživanju s ukupno identificiranih 88 svojti, te je glavni izvor kolonizacije gradskih bajera i fontana. Najbrojnije i najfrekventnije vrste u Dravi su *Rheotanytarsus rhenanus, Rheocricotopus chalybeatus i Nanocladius bicolor. Rheotanytarsus rhenanus* je vrsta rasprostranjena u zapadnoj i središnjoj Europi (Saether & Spies, 2004). Češće je prisutna u rijekama nego u jezerima (Langton, 1991), i prema Fauna Europaea prisutna je u Hrvatskoj. Vrsta *Rheocricotopus chalybeatus* rasprostranjena je po cijeloj Europi (Saether & Spies, 2010). Živi u brzim vodotocima i rijekama, a može se naći i u sporijim kanalima i potocima (Fahy, 1973,

Orendt, 2002), te izvorima (Lehman, 1971). Do sad nije bila zabilježena u jezerima i fontanama, a u ovom istraživanju je u 3 uzorka pronađena po jedna jedinka u fontani F1-Rondel, te bajerima B1-Kupska (2 jedinke) i B2-Getro (1 jedinka). Vrsta je vrlo brojna u čistim vodama, dok je u zagađenim vodama odsutna u potpunosti (Bitušik, 2000; Moog, 1995; Bazerque i sur., 1989; Wilson & Wilson; 1984). *Nanocladius bicolor* je vrsta raširena po cijeloj Europi, u jezerima i rijekama (Fittkau & Reiss, 1978). Nalazimo ju u mezotrofnim jezerima (Saether, 1979), i u jako onečišćenim vodama (Bezerque i sur., 1989; Wilson, 1987).

Istraživani bajeri su nastali kao posljedica eksploatacije gline i šljunka, i sa veličinom od 1-2,5 hektara u Osijeku i 40 hektara u Varaždinu, te ukupno 70 identificiranih svojti trzalaca, služe kao sekundarni izvori biološke raznolikosti i kolonizacije. Najbrojnije vrste u bajerima su *Cladopelma* cf. *virescens* i *Paratanytarsus inopertus*, koji je uz jedinke roda *Cricotopus* i najfrekventnija vrsta. *Cladopelma* cf. *virescens* je široko rasprostranjena po cijeloj Europi (Saether i Spies, 2004), a nastanjuje rijeke sporog toka i manja jezera (Langton, 1991). *Paratanytarsus inopertus* je također široko rasprostranjen u Europi, no prema Fauna Europaea dosad nije zabilježen u Hrvatskoj. Najčešće ga nalazimo u jezerima (Langton, 1991), dok je u našem istraživanju nekoliko jedinki pronađeno i u fontanama. Jedinke roda *Cricotopus* nalazimo u stajaćim i tekućim vodama, a žive i u eutrofnim i jako zagađenim vodama (Maasri i sur., 2008; Brodersen i sur., 1998; Moog, 1995). To je ujedno i najraznolikiji rod zabilježen u istraživanim fontanama.

Fontane su umjetni bazeni sa mlaznicama koji primarno služe kao dekoracija gradske sredine, a u funkciji su od ranog proljeća do kasne jeseni, i u tom su periodu kolonizirane od strane vodenih kukaca iz obližnjih vodenih tijela (Hamerlík, 2006). Fontane često sadrže zajednicu organizama u kombinacijama koje se ne bi mogle naći u prirodnim vodenim tijelima, pa ih možemo promatrati i kao dodatne izvore biološke raznolikosti nekog područja (Hamerlík & Brodersen, 2010). Nestanak vode iz privremenih staništa kao što su gradske fontane predstavlja izniman stres za organizme u njima. Vodeni kukci su se tom problemu isušivanja prilagodili mijenjanjem tolerancije na sušu, migracijama i promjenom životnog ciklusa (Williams, 1996). Veliki potencijal kolonizacije, neselektivan način ishrane i specijalizirane strategije preživljavanja, neke su od krakteristika koje omogućavaju život u takvim privremenim i nestabilnim staništima (Hamerlík & Brodersen, 2010). Unatoč brojnim prilagodbama, istraživanja pokazuju da preživljavanje kukaca u takvim sredinama više ovisi o ponovnim kolonizacijama vodenog tijela nego o fiziološkoj toleranciji (Batzer & Resh, 1992; Boulton, 1989), što ukazuje na važnost slatkovodnih staništa koja se nalaze u blizini fontana.

Kukci koji nastanjuju privremena vodena tijela imaju karakteristike r-stratega, kao što su velika moć distribucije, brzi rast, kratak životni ciklus, mala veličina tijela, oportunistička i omnivorska ishrana te slab kompeticijski kapacitet (McLachlan, 1993). I zato su 33 svojte pronađene u fontanama tijekom ovog istraživanja, izniman rezultat. Sastav zajednice trzalaca u fontanama je sličan kao i u drugim europskim gradovima (Hamerlík & Brodersen, 2010), a sastoji se od tipičnih vrsta za gradske fontane kao što su *Cricotopus sylvestris, Orthocladius fuscimanus, Paratanytarsus grimmii,* i polukopnenih svojti kao što su *Bryophaenocladius* cf. *virgo, Pseudosmittia* Pe2, te *Limnophyes* cf. *paludis i Limnophyes* cf. *punctipennis.*Vrste su karakteristične za fontane jer imaju širok areal (*Cricotopus sylvestris* je kozmopolitski rasprostranjena vrsta (Saether & Spies, 2013), i najbrojnija i najfrekventnija je vrsta u istraživanim fontanama), široku ekološku valenciju, pojavljuju se na raznolikim staništima, od litoralne zone jezera do nizinskih rijeka (Moog, 1995), te visok potencijal kolonizacije, što potvrđuje i njihova kolonizacija Azorskog otočja koje se nalazi 1500 km od Europe (Vidaković i sur., 2012; Čerba i sur., 2010; Raposeiro i sur., 2009). Vrsta *Orthocladius fuscimanus* koja je najbrojnija vrsta u Varaždinu, tipična je vrsta u fontanama, i jedna od rijetkih higropteričnih vrsta trzalaca (Cranston, 1984), koja živi u filmu vode najčešće tanjim od 2 milimetra (Vaillant, 1956). Ličinka ove vrste se najvjerojatnije razmnožava u pukotinama unutarnjeg zida fontane, malo iznad razine vode, koji ostaje mokar uslijed stvaranja vodenih valova i prskanja vode, što možemo smatrati ekološkim ekvivalentom prirodnih higropteričnih staništa bogatim organskom tvari (Bukvová & Hamerlík, 2015). *Paratanytarsus grimmi* je kozmopolitski rasprostranjena partenogenetska vrsta, koja je postala „nametnikom“ vodovodnih sustava jer ima sposobnost lijeganja jaja unutar kutikule bez prisutnosti zraka. Također je karakteristična vrsta za fontane (Hamerlík i sur., 2010). *Pseudosmittia* Pe2 je vrsta koja je pronađena na kraju sezone (25.10.2016) u fontanama F3-Mačkamama i F4-Spar. Langton (1991) govori da je rasprostranjenost ove vrste samo rijeka Temza u Engleskoj, no ova vrsta je pronađena i u istraživanju starog toka Dunava u Mađarskoj (Móra & Farkas, 2012), i vjerojatno je u 20 godina proširila areal od Temze do Dunava i Drave kroz kanal Rajna-Majna-Dunav. Fontane predstavljaju poseban tip staništa koji posjeduje karakteristike stajaćica (izostanak protoka, akumulacija organske tvari) i tekućica (visoka koncentracija kisika uslijed kontinuiranog miješanja vode, kamenita podloga), što zajedno daje uvjete za nastanak neobičnih zajednica organizama (Bukvová & Hamerlík, 2015). Iako uvelike ovise o prirodnim izvorima kolonizacije, umjetna urbana vodena staništa nisu samo odraz okolnih vodenih tijela, već i sami mogu pridonijeti lokalnoj i regionalnoj biološkoj raznolikosti (Hamerlík i sur., 2011)

U Dravi i bajerima dominantna potporodica je bila Chironominae, dok je u fontanama to bila Orthocladiinae. Bazzanti i sur. (1989), su utvrdili da Orthocladiinae dominiraju u manjim, privremenim vodenim tijelima, dok Chironominae dominiraju u većim vodenim tijelima. Manji bazeni kao što su fontane imaju kraće vodene faze, dok veliki bazeni (bajeri) vodu zadržavaju dulje zbog velikog retencijskog kapaciteta. Također, fontane se čiste i pune svježom vodom puno češće od velikih vodenih tijela. Pretpostavlja se da bi češća disturbancija staništa, kao što je npr. čišćenje fontane i tretiranje raznim kemikalijama, mogla donijeti kompeticijsku prednost predstavnicima potporodice Orthocladiinae - zbog manje veličine tijela i bržeg razmnožavanja u odnosu na velike Chironominae (Hamerlík i sur., 2011). Zbog svojih izvrsnih prilagodba, trzalci su najdominantniji dvokrilci koji se pojavljuju u fontanama. Velika raznolikost trzalaca u fontanama može se objasniti i kroz nedostatak interspecijske kompeticije. Naime, sve istraživane fontane su aktivne od ranog proljeća do kasne jeseni kada se prazne. Tijekom tog razdoblja u fontanama se talože hranjive tvari, i može se razviti bogata i raznolika zajednica vodenih beskralježnjaka (Oboňa i sur., 2017), no fontane u našem istraživanju su ćišćene i tretirane kemikalijama jednom tjedno što se odrazilo na hranidbenu strukturu zajednice i onemogućilo razvoj kompleksnijih zajednica. Fontane se svake godine ponovno koloniziraju kukcima iz obližnjih vodenih tijela. Pražnjenje fontane možemo promatrati kao poremećaj koji sprečava razvoj stabilne zajednice trzalaca u kojoj bi bila prisutna kompeticija i samim tim omogućuje veliku raznolikost vrsta (Hamerlík & Brodersen, 2010).

Unatoč morfološkoj sličnosti unutar porodice Chironomidae, postoji velika varijabilnost u mehanizmima hranjenja. Najčešći faktori koji utječu na mehanizam hranjenja ličinke trzalaca je veličina ličinke, kvaliteta hrane i sadržaj sedimenta (Armitage i sur., 1995). Posljedično, trofična struktura zajednica trzalaca odražava kvalitetu i dostupnost hrane unutar nekog vodenog sustava. S obzirom da je podloga fontane najčešće kamenita, bez velikih količina akumulirane organske tvari na dnu, očekujemo dominaciju brstioca (engl. *grazers*) u fontanama. U istraživanim fontanama, bajerima i Dravi dominiraju sakupljači detritusa (engl. *gathering collectors*) i brstioci. Sakupljači detritusa dominiraju kod akumulacije fine čestične organske tvari (FPOM), kao što je slučaj u jezerima i sporijim tokovima rijeka (Moog, 2002). Dominacija navedenih hranidbenih skupina je u skladu s istraživanjima drugih tekućica (Williams, 1996; Boulton & Lake, 1992), i europskih fontana (Hamerlík & Brodersen, 2010). Navedene razlike u strukturi zajednice potvrđuju NMDS (nemetričko multidimenzionalno skaliranje) analize i PERMANOVA (permutacijska analiza varijance), koji pokazuju da postoje statistički značajne razlike između pojedinih stanišnih tipova (rijeka, bajer, fontana), između

zasebnih lokaliteta te da postoji sezonska dinamika zajednice trzalaca s obzirom na izmjenu godišnjih doba. PERMANOVA analizom su utvrđene statistički značajne razlike između bajera, vidljive na NMDS grafovima. Razlike između pojedinih fontana ili Drave u Osijeku i Varaždinu su vidljive u dvodimenzionalnom prikazu, ali nisu statistički značajne.

Za utvrđivanje indikatorskih vrsta za pojedini tip staništa korišten je IndVal indeks (Dufrêne & Legendre, 1997), koji određuje mjeru povezanosti između vrsta i pojedinih tipova staništa te su utvrđene razlike između fontana, bajera i rijeke. De Caceres i sur. (2012) utvrdili su da je kombinacija 2 ili više vrsta nekad bolja indikatorska vrijednost i nosi više ekoloških informacija od individualnih vrsta. Svojte trzalaca se utvrđuju kao indikatorske kada su odraz biotičkog ili abiotičkog stanja okoliša, pružaju dokaze o utjecajima okolišnih promjena, ili se uz njih može predvidjeti raznolikost drugih svojti ili zajednica u nekom području (Dufrêne & Legendre, 1997).

BIO-ENV analiza pokazala je da od fizikalno-kemijskih parametara najveći utjecaj na strukturu zajednice trzalaca u Dravi imaju temperatura vode i konduktivitet, u bajerima konduktivitet, dok u fontanama nema značajnijeg utjecaja fizikalno-kemijskih parametara na strukturu zajednice. Temperatura vode je jedan od glavnih čimbenika koji određuje trajanje životnog ciklusa, odnosno brzinu rasta i razvoja jedinke (Armitage i sur., 1995). Konduktivitet ili provodljivost je indirektna mjera količine otopljenih tvari u vodi. Prosječne vrijednosti konduktiviteta u Dravi su iznosile 298 μS/cm, dok su prosječne vrijednosti za B1-Kupska iznosile 1763 μS/cm, što ukazuje na opterećenost anorganskim tvarima bajera koji je smješten iza nekadašnje tvornice boja. Bajeri B2-Getro i B3-Jug imali su prosječne vrijednosti konduktiviteta oko 800 μS/cm, što ukazuje da su opterećeni u mnogo manjoj mjeri od B1-Kupska. Fontane su svaki tjedan tretirane algicidima, klorom i puferima, pa su prosječne vrijednosti konduktiviteta iznosile su uvijek iznad 1100 μS/cm. Uz abiotičke, mnogi biotički parametri utječu na sastav zajednice trzalce, a jedan od važnih parametara je i prirodna sezonska varijabilnost ove skupine kukaca.

5. Zaključak

Urbana vodena staništa, tj. umjetna vodena tijela smještena u gradskim naseljima, imaju razvijenu raznoliku zajednicu vodenih beskralježnjaka. Trzalci (Chironomidae, Diptera) predstavljaju jednu od najbolje prilagođenih porodica kukaca, što je vidljivo u vrlo raznolikoj i dobro razvijenoj zajednici ekstremnih staništa kao što su fontane. Najfrekventnije svojte u istraživanju bile su *Cricotopus intersectus, Cricotopus* spp., *Nanocladius bicolor* i *Paratanytarsus inopertus.* Svojte pronađene tijekom ovog istraživanja su karakteristična za vodena, semi-terestrička *(Bryophaenocladius* cf. *virgo, Pseudosmittia* Pe2) i higropterička staništa (*Orthocladius fuscimanus*), te za specifične urbane objekte poput vodovodnog sustava (*Paratanytarsus grimmii*). Postoje razlike u brojnosti i raznolikosti zajednice trzalaca u pojedinom stanišnom tipu, koje su posljedica uvjeta životne sredine (abiotički i biotički čimbenici, dostupna hrana) te sezonske varijabilnosti povezane s ciklusom pojedine svojte. Broj vrsta i svojti utvrđenih tijekom ovog istraživanja na relativno malom području u usporedbi s dosadašnjom listom trzalaca s područja cijele Hrvatske, potvrđuju urbana vodena tijela kao važan izvor bioraznolikosti nekog područja.

Literatura

Alexander, D.E., (1999) *Encyclopedia of Environmental Science.* Springer. ISBN 0-412-74050-8

Andersen T., Baranov V., Hagenlund L.K., Ivković M., Kvifte G.M., Pavlek M., (2016) Blind Flight? A New Troglobiotic Orthoclad (Diptera, Chironomidae) from the Lukina Jama – Trojama Cave in Croatia. Plos Onee0152884. doi:10.1371/journal.pone.0152884.

Batzer D.P., Resh V.H., (1992) Macroinvertebrates of a California seasonal wetland and responses to experimental habitat manipulation. Wetlands 12:1–7

Bazzanti M., Seminara M., Tamorri C., (1989) A note on Chironomids (Diptera) of temporary pools in the National Park of Circeo, Central Italy. Hydrobiol Bull 23(2):189–183

Bazerque M.F., Laville H., Brouquet Y., (1989) Biological quality assessment in two rivers in the northern plain of France (Picardie) with special reference to chironomid and diatom indices. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung*. 3:29-39.

Boulton A.J., (1989) Over-summering refuges of aquatic macroinvertebrates in two intermittent streams in central Victoria. Trans R Soc S Aust 113:23–34

Boulton A.J., Lake P.S., (1992) The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. III. Temporal changes in faunal composition. Freshw Biol 27:123–138

Bertić, I., Blagec, K., (1992) *Zemljopisni atlas Republike Hrvatske*, Školska knjiga, Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb, 1992.

Bitušik P., (2000) Priručka na určovanie lariev pakomarov (Diptera:Chironomidae) Slovenska. Časť I. Buconomyinae, Diamesinae, Prodiamesinae a Orthocladiinae. *Techn. Univ. Vo Zvolene, Fak. Ekol. environm, Katedra Biologie* 1-133.

Brodersen K.P., Dall P.C., Lindegaard C., (1998) The fauna in the upper stony littoral of Danish lakes: macroinvertebrates as trophic indicators. *Freshw. Biol*. 39:577-592.

Bukvová, D. & Hamerlík, L., (2015) Non-biting midges (Diptera, Chironomidae) in the fountains of Lund, SW Sweden. [Fjädermyggor i föntäner i Lund.] – Entomologisk Tidskrift 136(3): 87-92. Uppsala, Sweden 2015. ISSN 0013-886x.

Briers, R. A., (2014) Invertebrate communities and environmental conditions in a series of urban drainage ponds in Eastern Scotland: implications for biodiversity and conservation value of SUDS. – Clean - Soil, Air, Water **42**: 193–200.

Beveridge M.C.M., Ross L.G., Kelly L.A., (1994) Aquaculture and biodiversity. Ambio 23, 497–502.

Chester, E. T. & Robson, B. J., (2013) Anthropogenic refuges for freshwater biodiversity: Their ecological characteristics and management. – Biological Conservation **166**: 64–75.

Clarke, K.R. & Gorley, R.N., (2006) PRIMER V6: User Manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth,UK.

Cranston, P.S. (1984). The Taxonomy and Ecology of *Orthocladius* (*Eudactylocladius*) *fuscimanus* (Kieffer), a Hygropetric Chironomid (Diptera). – Journal of Natural History 18: 873-895.

Čerba, D., Mihaljević, Z., Vidaković, J., (2010) Colonisation of temporary macrophyte substratum by midges (Chironomidae: Diptera), Ann. Limnol. – Int. J. Lim. 46 (2010) 181-190

Danks H., (1971) Overwintering of some north temperate and Arctic Chironomidae: II. Chironomid biology, *The Canadian Entomologist*, 103:1875-1910.

De Caceres, M., Legendre, P. (2009) Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. Ecology, URL http://sites.google.com/site/miqueldecaceres/

De Cáceres, M., Legendre, P., Wiser, S.K., Brotons, L., (2012) Using species combinations inindicator value analyses. Methods in Ecology and Evolution 3, 973–982.

Downing, J.A., Prairie, Y.T., Cole, J.J., Duarte, C.M., Tranvik, L.J., Striegl, R.G., (2006) The global abundance and size distribution of lakes, ponds and impoundments. Limnology and Oceanography, 51, 2388–2397.

Downing, J.A., Duarte, C.M., (2009): Abundance and size distribution of lakes, ponds and impoundments. Pp. 469- 478. In: Likens GE (ed), Encyclopedia of Inland Waters. Elsevier, Oxford, U.K.

Dufrêne M., Legendre P., (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecol. Monogr. 67.3: 345-366.

European Commission (2000) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the council establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* 327 1–72

Ergović, V., (2016) Raznolikost trzalaca (Diptera, Chironomidae) u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

Everard, M. & Moggridge, H., (2012) Rediscovering the value of urban rivers. – Urban Ecosystems **15**: 293–314.

Fahy E., (1973) Observations on lotic chironomid life cycles in Western Ireland. *Ent. Tidskr.* 94:83-88.

Ferrington L.C, Blackwood M.A., Wright C.A., Crisp N.H., Kavabaugh J.L., Schmidt F.J. (1991) A protocol for using surface-floating pupal exuviae of chironomidae for rapid bio assessment of changing water quality.*Sediment and stream water quality in a changing environment: trends and explanation* 203:181.

Findlay, S. J. & Taylor, M. P., 2006: Why rehabilitate urban river systems? – Area 38: 312–325.

Fittkau E.J., Reiss F., (1978) *Chironomidae. U*: Illies, J.(ed.). *Limnofauna*. Vol 2. Aufl, Stuttgart, 440 pp.

Fouz J., Matěna J., Ali A., (2003) Survival strategies of chironomids (Diptera: Chironomidae) living in temporary habitats: a review. *Eur. J. Entomol*. 100: 459-465.

Francis, R., (2014) Urban rivers: novel ecosystems, new challenges. – WIREs Water 1: 19–29.

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. & Briggs, J. M., (2008) Global Change and the Ecology of Cities. – Science 319: 756–760.

Grodhaus G., (1980) A estivation chironomia larvae associated with vernal pools. *U*: Murray D. (ed.) *Chironomidae. Ecology, systematics, cytology and physiology*. Pergamon Press, New York, 315-322 pp.

Gvozdić, V., Brana, J., Malatesti, N., Roland, D., (2012) Principal component analysis of surface water quality data of the River Drava in eastern Croatia (24 year survey), Journal of hydroinformatics (1464-7141) 14 (2012), 4; 1051-1060

Hamerlík, L., (2006) Pakomáre (Diptera: Chironomidae) olomouckych fontán. (Chironomids of fountains in Olomouc town.)', in River Landscape 4 Proceedings of Conference, eds. J. Měkotová and O. Štěrba, Olomouc, pp. 64–69.

Hamerlík, L. & Brodersen, K.P., (2010) Non-biting midges (Diptera: Chironomidae) from fountains of two European cities: micro-scale island biogeography. – Aquatic Insects 32(1): 67-79.

Hamerlík, L., Brodersen, K.P. & Biba S. (2010) First records of non-biting midges Orthocladius (Eudactylocladius) fuscimanus (Kieffer) and Paratanytarsus grimmii (Schneider) (Diptera: Chironomidae) for Denmark with notes on ecology and distribution in artificial habitats. – Studia Dipterologica 17: 33-36.

Hamerlík, L., Jacobsen, D. & Brodersen, K.P., (2011) Low species richness of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) in Neotropical artificial urban water bodies. – Urban Ecosystems 14(3): 457-468.

Hassall, C., (2014) The ecology and biodiversity of urban ponds. – Wiley Interdisciplinary Reviews: Water **1**: 187–206.

Hathway, E., Sharples, S., (2012) The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study. Build. Environ., 58, 14–22.

Hilsenhoff W.L., (1966) The biology of Chironomus plumosus (Diptera: Chironomidae) in Lake Winnebago, Wisconsin. Annals oJthe Entomological Society ofAmerica, : 59,465-73.

Karmanov, D. & Hamel, R., (2008) Assessing the restorative potential of contemporary urban environment(s): Beyond the nature versus urban dichotomy. – Landscape and Urban Planning **86**: 115–125.

Kelley J.L., i sur. (2014) Compact genome of the Antarctic midge is likely an adaptation to an extreme environment. Nature communications 5.

Koh M., Ergović V., Čerba D., Mihaljević Z., Hamerlík L., (2016) A literature review of the Chironomidae (Diptera) of Croatia: a platform for the first comprehensive check list of Croatian chironomids. *Book of abstracts and programme*, 2nd CESAMIR 101 pp.

Kowarik, I., (2011) Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. – Environmental Pollution **159**: 1974–1983.

Langton P.H. (1991) *A key to pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae*. PH. Langton, Huntingdon (private pub). 386 pp.

Lehmann J., (1971) Die Chironomiden der Fulda. *Arch. Hxdrobiol. Suppl*. 37:466-555.

Lindegaard, C. (1997): Diptera Chironomidae, Non-biting Midges. – Pp. 265–294. – In: NILSSON, A. (ed.): The Aquatic Insects of North Europe 2: 440 pp.; Stenstrup: Apollo Books Aps.

Maasri A., Fayolle S., Franquet E., (2008) Epilithic chironomid community structure: is it a matter of algae? *Bol. Mus. Mun. Funchal. Suppl*. 13:133-140.

Matoničkin I., Habdija I., Primc-Habdija B., (1999). *Beskralješnjaci, biologija viših avertebrata*. Školska knjiga, Zagreb, ISBN 953-0-30824-8.

McLachlan A., (1993) Can two species of midge coexist in a single puddle of rain-water? Hydrobiologia 259:1–8

Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H.,Szoecs, E., Wagner, H., (2018). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-2. https://CRAN.R-project.org/package=vegan

Menzie A. (1981) Production ecology of Cricotopus sylvestris (Fabricius) (Diptera: Chironom idae) in a shallow esturine cove. Limnology and Oceanography: 26,467-81

Moog O., (1995) *Fauna aquatica Austriaca*. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, looseleaf., Wien

Moog O. (2002) Fauna Aquatica Austriaca.-Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft. Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna

Móra A., Farkas A., (2012) The Chironomidae (Diptera) fauna of the Szentendrei-Duna, Hungary, Acta Biol. Debr. Oecol. Hung 28: 129–140, 2012

Moyle, P. B. (2014) Novel aquatic ecosystems: the new reality for streams in California and other mediterranean climate regions. River Research and Applications 30:1335–1344

Nolte U., (1993) Egg masses of Chironomidae (Diptera). A review, including new observations and a preliminary key. *Entomol. Scand. Suppl*. 43:5–75.

Oboňa, J., Demková, L., Smolak, R., Dominiak, P., Scerbakova, S., (2017). Invertebrates in overlooked aquatic ecosystem in the middle of the town. Periodicum Biologorum. 119. 47-54. 10.18054/pb.v119i1.4169.

OECD., (1982) *Eutrophication of waters, monitoring, assessment and control*, OECD Publication, Paris, 154 pp.

Orendt C., (2002) Biozönotische Klassifizierung naturaher Flussabschnitte des nördlichen Aplenvorlandes auf der Grundlage der Zuckmücken-Lebensgemeinschaften (Diptera:Chironomidae). *Lauterbornia* 44:121-146.

Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., (2007) Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion* 4: 439-473

Puppim de Oliveira J.A., Doll C.N.H., Moreno-Peñaranda R., Balaban O. (2014) Urban Biodiversity and Climate Change. In: Freedman B. (eds) Global Environmental Change. Handbook of Global Environmental Pollution, vol 1. Springer, Dordrecht

Raposeiro, P.M., Hughes, S.J. & Costa, A.C., (2009). Chironomidae (Diptera: Insecta) in oceanic islands: New records for the Azores and biogeographic notes. – Annales de Limnologie-International Journal of Limnology 45(2): 59-67.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Roberts, D.W., (2016). labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.8-0. https://CRAN.R-project.org/package=labdsv

Rosenberg, D.M., (1993) Freshwater biomonitoring and Chironomidae. *Aquat Ecol* 26: 101-122.

Saether O.A., Spies M., (2004) Fauna Europaea: Chironomidae. *U*: Jong H. de (ed.) 2004. *Fauna Europaea: Diptera, Nematocera*. Fauna Europaea (web 7) version 1.1., http://faunaeuropaea.org.

Saether O.A., Spies M., (2010) Fauna Europaea: Chironomidae. *U*: Beuk P, Pape T. (eds.) 2010. *Fauna Europaea: Diptera, Nematocera*. Fauna Europaea (web 3) version 2.4., http://faunaeuropaea.org.

Saether O.A., (1979) Chironomid communities as water quality indicators. *Holoarctic ecology* 2:65-74.

Simić S.B., Simić V.M., (2012). Ekologija kopnenih voda (Hidrobiologija I), Beograd: Biološki fakultet; Kragujevac: Prirodno- matematički fakultet (Zemun: Alta Nova), (2012)-291 pp.

Sommerwerk, N., Hein, T., Schneider-Jacoby, M., Baumgartner, C., Ostojić, A., Siber, R., Bloesch, J., Paunović, M., Tockner, K., 2009. The Danube River basin. U: Tockner, K., Uehlinger, U., Robinson, C.T. (Eds.), Rivers of Europe. Academic Press, an imprint of Elsevier, London, str. 59–112.

Stout R., Taft W.H., (1985) Growth patterns of a chironomid shredder on fresh and senescent tag alder leaves in two Michigan streams. Journal oj Freshwater Ecology: 3, 147 53.

Tušar, B. & Mijušković-Svetinović, T. (2000) The water quality of multipurpose accumulations. In 20th Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Basses of Water Management, 4-8 September, Bratislava, Slovakia.

Usher, M.B. & Edwards, M., (1984) "A dipteran from south of the Antarctic Circle: Belgica antarctica (Chironomidae) with a description of its larva". Biological Journal of the Linnean Society. 23 (1): 19–31

Vallenduuk H.J., Moller Pillot H. (2007) *Chironomidae larvae of the Netherlands and Adjacent Lowlands:General ecology and Tanypodinae*, KNNV Publishing, Zeist, 143 pp.

Vaillant, F. 1956. Récherches sur la faune madicole (hygropetrique s. l.) de France, de Corse et d'Afrique de Nord. – Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle 11: 1-258.

Vidaković, J., Turković Čakalić, I., Stević, F., Čerba, D., (2012) The influence of different hydrological conditions on periphytic invertebrate communities in a Danubian floodplain, Fundam. Appl. Limnol. Vol. 181/1, 59-72

Voelker, S. & Kistemann, T., (2013) Reprint of: "I'm always entirely happy when I'm here!" Urban blue enhancing human health and well-being in Cologne and Dusseldorf, Germany. – Social Science & Medicine 91: 141–152.

White, M., Smith, A., Humphryes, K., Pahl, S., Snelling, D. & Depledge, M., (2010) Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. – Journal of Environmental Psychology **30**: 482–493.

Williams D.D., (1996) Environmental constraints in temporary fresh waters and their consequences for the insect fauna. J N A Benthol Soc 15(4):634–650

Wilson R.S., Wilson S.E., (1984) A survey of the distribution of Chironomidae (Diptera, Insecta) of the River Rhine by sampling pupal exuviae. *Hydrobiol. Bull.* 18:119-132.

Wilson R.S., (1987) Chironomid communities in the river Trent in relation to water chemistry. *Ent. Scand. Suppl*. 29:387-393.

Wotton R.S., Armitage P.D., Aston K., Blackburn J.H., Hamburger M., Woodward C.A., (1992) Colonization and emergence of midges (Chironomidae: Diptera) in slow sand filter beds. *Neth. J. Aquat. Ecol*. 26:331-339.

Web:

Web 1(5.7.2018)
http://www.unesco.pl/fileadmin/user_upload/pdf/BIODIVERSITY_FACTSHEET.pdf

Web 2. (5.7.2018) http://cmp-openstandards.org/using-os/tools/threats-taxonomy/

Web 3 (5.7.2018)
https://www.researchgate.net/profile/Petra_Kranzfelder/publication/280386987/figure/fig1/AS:284490724331520@1444839282231/Chironomid-life-cycle-There-are-four-life-stages-egg-larva-pupa-and-adult-in-the.png

Web 4 (30.6.2018). https://www.osijek.hr/

Web 5.(30.6.2018) https://www.24sata.hr/news/velika-eko-akcija-na-putu-za-slavoniju-lokacija-nasicki-bajer-324164

Web 6.(30.6.2018) http://varazdin.hr/upload/cms-repository/file/10be.pdf

Web 7. (6.9.2018) https://fauna-eu.org/

Prilozi

Prilog 1. Popis svojti trzalaca i njihova prisutnost na istraživanim lokalitetima u Osijeku i Varaždinu

D-Os= Drava Osijek; F1=F1-Rondel; F3=F3-Mačkamama; F4=F4-Spar; B1=B1-Kupska; B2=B2-Getro; B3=B3-Jug; D-Vž= Drava Varaždin; F5=F5-HNK; Aq= Aquacity; * = nova vrsta za Hrvatsku

	D-Os	F1	F3	F4	B1	B2	B3	D-Vž	F5	Aq
Tanypodinae										
Ablabesmyia monilis/longistyla	+				+	+	+			+
Labrundinia sp*						+	+			
Nilotanypus dubius								+		
Procladius choreus	+				+	+	+	+	+	+
*Rheopelopia ornata**	+									
*Schineriella schineri**										+
Tanypus punctipennis						+	+			
Diamesinae										
*Diamesa tonsa**	+									
Potthastia gaedii								+		
*Sympotthastia macrocera**	+									
Orthocladiinae										
*Acricotopus lucens**	+	+	+			+	+			
Brillia cf. *flavifrons*	+									
Bryophaenocladius cf. *virgo**	+	+	+						+	
*Camptocladius stercorarius**					+					
Corynoneura spp.	+		+		+	+	+			
Cricotopus bicinctus	+		+	+				+	+	
Cricotopus fuscus	+							+		
Cricotopus intersectus	+	+	+	+	+	+	+			
*Cricotopus ornatus**		+	+	+	+					
Cricotopus trianulatus/curtus		+								
Cricotopus spp.	+				+	+	+	+	+	
Cricotopus sylvestris	+	+	+	+	+	+			+	
Cricotopus vierriensis	+		+	+				+	+	
*Eukiefferiella similis**								+		
*Hydrobaenus lugubris**	+				+	+	+			
Limnophyes cf. *paludis**					+					
Limnophyes cf. *punctipennis**						+				
Nanocladius balticus							+			
Nanocladius bicolor	+	+			+	+	+	+		
Nanocladius rectinervis	+				+			+		
Orthocladius ashei	+									
*Orthocladius fuscimanus**	+							+	+	
*Orthocladius glabripennis**	+	+	+	+					+	
*Orthocladius oblidens**	+							+		
Orthocladius rivicola	+									

Orthocladius rubicundus	+								+	
Orthocladius spp.	+	+			+			+		
Orthocladius thienemanni	+									
Parakiefferiella sp.	+						+			+
Parametriocnemus stylatus	+									
Pseudosmittia Pe2*			+	+						
Rheocricotopus chalybeatus	+	+			+	+		+		
Rheocricotopus fuscipes	+		+		+					
Synorthocladius semivirens	+							+		
Thienemanniella spp.	+							+		
Tvetenia sp.	+									
Chironominae										
Chironomini										
Beckidia Pe1*	+									
Chernovskia Pe1*	+									
Chironomus sp. 1	+									+
Chironomus sp. 2					+					
Chironomus sp. 3	+	+	+	+	+				+	+
Chironomus cf. *Plumosus*	+							+		+
Chironomus spp.	+				+	+	+			
Cladopelma cf. *virescens*	+			+	+	+	+			
Cryptochironomus obreptans					+		+			
*Cryptochironomus rostratus**	+							+		
Cryptochironomus supplicans	+				+					+
Cryptochironomus sp.						+				
*Cryptotendipes pseudotener**								+		
*Cryptotendipes usmaensis**	+							+		
*Demeijerea rufipes**							+			
Dicrotendipes cf. *modestus**							+			
Dicrotendipes nervosus	+			+	+	+	+			
*Endochironomus albipennis**							+			+
Endochironomus tendens						+				
*Fleuria lacustris**							+			
Glyptotendipes cf. *foliicola**						+				
Glyptotendipes pallens	+				+	+	+			
*Glyptotendipes signatus**	+									
Glyptotendipes sp.							+			
*Harnischia fuscimana**	+									
Kiefferulus tendipediformis			+		+	+	+			+
*Kloosia pusilla**	+									
*Lipinella araenicola**	+									
*Microchironomus tener**	+					+	+			
Microtendipes britteni/confinis								+		
*Microtendipes diffinis**								+		
*Parachironomus arcuatus**	+			+	+	+	+			+

*Parachironomus frequens**	+	+								
Paracladopelma sp.*	+									
*Paralauterborniella nigrohalteralis**	+							+		
Paratendipes Pe1*/albimanus*	+							+		
Paratendipes cf. *nudisquama**	+							+		
Phaenopsectra Pe1*/flavipes**	+									+
Polypedilum sp. 1	+									
Polypedilum sordens	+				+	+	+			
Polypedilum sp. 2	+		+	+	+	+	+	+		+
Polypedilum cf. acifer	+									
Polypedilum sp. 3	+						+			
Polypedilum cultellatum	+	+								
*Polypedilum pedestre**	+									
*Polypedilum nubifer**					+		+			
Polypedilum spp.	+					+	+			
Robackia Pe1*	+									
*Stenochironomus gibbus**	+									
Stenochironomus Pe3*	+									
*Xenochironomus xenolabis**	+						+			
Pseudochironomini										
*Pseudochironomus prasinatus**										+
Tanytarsini										
*Cladotanytarsus atridorsum**					+	+	+			+
*Cladotanytarsus nigrovittatus**	+									
*Cladotanytarsus lepidocalar**				+						
Micropsectra atrofasciata	+									
Neozavrelia sp.	+							+		
Paratanytarsus bituberculatus										+
*Paratanytarsus dissimilis**	+				+					
Paratanytarsus grimmii			+		+	+	+			
Paratanytarsus laetipes						+	+			
*Paratanytarsus inopertus**				+	+	+	+			
*Paratanytarsus intricatus**							+			
Paratanytarsus tenuis										+
Paratanytarsus spp.					+					
Rheotanytarsus photophilus	+									
*Rheotanytarsus rhenanus**	+	+		+				+		
*Stempellinela brevis**	+									
Stempellina bausei								+		
Stempellina Pe1*	+						+			
Tanytarsus sp. 1	+							+		
Tanytarsus sp. 2				+	+	+	+		+	+
Tanytarsus sp. 3							+			
Tanytarsus sp. 4	+							+		

Tanytarsus sp. 5	+									
Tanytarsus cf. *mendax*	+		+		+					
Tanytarsus cf. *curticornis*	+							+		
Tanytarsus ejucindus	+									
*Tanytarsus gregarius**							+			
Tanytarsus cf. *nemorosus*										+
Tanytarsus medius	+					+	+	+		+
Tanytarsus medius/ejucindus	+					+	+			
Tanytarsus cf. *usmaensis*							+			
Tanytarsus spp.	+					+	+			+

Prilog 2. Kategorije saprobnosti zabilježenih svojti trzalaca

x=ksenosaprobne vode; o=oligosaprobne vode; β=betamezosaprobne vode; α=alfamezosaprobne vode; p=polisaprobne vode; G=indikatorski značaj; SI= indeks saprobnosti

	x	o	β	α	p	G	SI
Tanypodinae							
Ablabesmyia monilis/longistyla	-	1;2	5	3;4	-	2	2,2
Labrundinia sp.	-	-	-	-	-	-	-
Nilotanypus dubius	-	3	5	2	-	2	1,9
Procladius choreus	-	+	5	5	+	3	2,5
Rheopelopia ornata	-	1	4	4	1	1	2,5
Schineriella schineri	-	-	-	-	-	-	-
Tanypus punctipennis	-	1	6	3	-	3	2,2
Diamesinae							
Diamesa tonsa	1	3	4	2	-	1	1,7
Potthastia gaedii	-	2	6	2	-	3	2
Sympotthastia macrocera	-	-	-	-	-	-	-
Orthocladiinae							
Acricotopus lucens	-	(+)	*	+	-	-	-
Brillia cf. *flavifrons*	-	1	3	4	2	1	1,8
Bryophaenocladius cf. *virgo*	-	-	-	-	-	-	-
Camptocladius stercorarius	-	-	-	-	-	-	-
Corynoneura spp.	-	-	-	-	-	-	-
Cricotopus bicinctus	-	1	4	4	1	1	2,5
Cricotopus fuscus	1	2	4	3	-	1	1,9
Cricotopus intersectus	-	+	5	5	+	3	2,5
Cricotopus ornatus	-	-	-	-	-	-	-
Cricotopus trianulatus/curtus	-	1	6	3	-	2	2,1
Cricotopus spp.	-	-	-	-	-	-	-
Cricotopus sylvestris	-	-	5	4	1	2	2,6
Cricotopus vierriensis	-	-	-	-	-	-	-
Eukiefferiella similis	2	4	4	-	-	2	1,2
Hydrobaenus spp.	-	-	-	-	-	-	-
Limnophyes cf. *paludis*	-	-	-	-	-	-	-
Limnophyes cf. *punctipennis*	-	-	-	-	-	-	-
Nanocladius balticus	-	-	6	4	-	3	2,4
Nanocladius bicolor	-	1	6	3	-	3	2,2
Nanocladius rectinervis	-	2	5	3	-	2	2,1
Orthocladius ashei	-	3	5	2	-	2	1,9
Orthocladius fuscimanus	-	-	-	-	-	-	-
Orthocladius glabripennis	-	-	-	-	-	-	-
Orthocladius oblidens	-	3	4	2	1	1	2,1
Orthocladius rivicola	-	3	5	2	-	2	1,9
Orthocladius rubicundus	2	2	3	2	1	1	1,8
Orthocladius spp.	-	-	-	-	-	-	-

Orthocladius thienemanni	-	3	4	2	1	1	2,1
Parakiefferiella sp.	-	-	-	-	-	-	-
Parametriocnemus stylatus	1	3	5	1	-	1	1,6
Pseudosmittia Pe2	-	-	-	-	-	-	-
Rheocricotopus chalybeatus	-	1	7	2	-	3	2,1
Rheocricotopus fuscipes	-	1	6	3	-	3	2,2
Synorthocladius semivirens	+	2	6	2	+	3	2
Thienemanniella spp.	-	-	-	-	-	-	-
Tvetenia sp.	-	-	-	-	-	-	-
Chironominae							
Chironomini							
Beckidia Pe1	-	-	-	-	-	-	-
Chernovskia Pe1	-	-	-	-	-	-	-
Chironomini type I	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp. 1	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp. 2	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp. 3	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus cf. *plumosus*	-	-	1	2	7	3	3,6
Chironomus spp.	-	-	-	-	-	-	-
Cladopelma cf. *virescens*	-	-	-	-	-	-	-
Cryptochironomus obreptans	-	-	-	-	-	-	-
Cryptochironomus rostratus	-	1	4	4	1	1	2,5
Cryptochironomus supplicans	-	-	-	-	-	-	-
Cryptochironomus sp.	-	-	-	-	-	-	-
Cryptotendipes pseudotener	-	-	-	-	-	-	-
Cryptotendipes usmaensis	-	-	-	-	-	-	-
Demeijerea rufipes	-	-	-	-	-	-	-
Dicrotendipes cf. *modestus*	-	-	-	-	-	-	-
Dicrotendipes nervosus	-	-	4	5	1	2	2,7
Endochironomus albipennis	-	1	4	4	1	1	2,5
Endochironomus tendens	-	-	-	-	-	-	-
Fleuria lacustris	-	-	-	-	-	-	-
Glyptotendipes cf. *foliicola*	-	-	-	-	-	-	-
Glyptotendipes pallens	-	-	4	5	1	2	2,7
Glyptotendipes signatus	-	-	-	-	-	-	-
Glyptotendipes sp.	-	-	-	-	-	-	-
Harnischia fuscimana	-	2	5	3	-	2	2,1
Kiefferulus tendipediformis	-	+	4	6	-	3	2,6
Kloosia pusilla	-	-	-	-	-	-	-
Lipinella araenicola	-	-	-	-	-	-	-
Microchironomus tener	-	-	-	-	-	-	-
Microtendipes britteni/confinis	+	4	4	2	-	2	1,8
Microtendipes diffinis	-	-	-	-	-	-	-
Neozavrelia sp	-	-	-	-	-	-	-
Parachironomus arcuatus	-	1	4	4	1	1	2,5

Paracladopelma sp.	-	-	-	-	-	-	-
Paralauterborniella nigrohalteralis	-	-	-	-	-	-	-
Paratendipes Pe1*/albimanus*	+	1	5	4	+	2	2,3
?Paratendipes sp.	-	-	-	-	-	-	-
Phaenopsectra Pe1*/flavipes*	-	1	4	4	1	1	2,5
Polypedilum sp. 1	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum sordens	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum sp. 2	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum cf. acifer	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum sp. 3	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum cultellatum	-	4	4	2	-	2	1,8
Polypedilum pedestre	-	1	3	4	2	1	2,7
Polypedilum nubifer	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum spp.	-	-	-	-	-	-	-
Robackia Pe1	-	-	-	-	-	-	-
Stenochironomus gibbus	-	-	-	-	-	-	-
Stenochironomus Pe3	-	-	-	-	-	-	-
Xenochironomus xenolabis	-	-	-	-	-	-	-
Pseudochironomini							
Pseudochironomus prasinatus	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsini							
Cladotanytarsus atridorsum	-	-	-	-	-	-	-
Cladotanytarsus nigrovittatus	-	-	-	-	-	-	-
Cladotanytarsus lepidocalar	-	-	-	-	-	-	-
Micropsectra atrofasciata	+	1	4	5	-	2	2,4
Paratanytarsus bituberculatus	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus dissimilis	-	-	6	4	-	3	2,4
Paratanytarsus grimmii	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus laetipes	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus inopertus	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus intricatus	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus tenuis	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus spp.	-	-	-	-	-	-	-
Rheotanytarsus photophilus	-	3	4	3	-	2	2
Rheotanytarsus sp.	-	-	-	-	-	-	-
Stempellinela brevis	2	6	2	-	-	3	1
Stempellina bausei	-	4	5	1	-	2	1,7
Stempellina Pe1	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 1	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 2	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 3	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 4	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 5	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *mendax*	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *curticornis*	-	-	-	-	-	-	-

Tanytarsus ejucindus	-	2	6	2	-	3	2
Tanytarsus gregarius	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *nemorosus*	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus medius	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus medius/ejucindus	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *usmaensis*	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus spp.	-	-	-	-	-	-	-

Prilog 3. Funkcionalne hranidbene skupine zabilježenih svojti trzalaca

SHR=usitnjivači; GRA= grazers; AFIL= aktivni filtratori; PFIL= pasivni filtratori; DET=detritivori; MIN=kopači; XYL=ksilofagi; PRE=predatori; PAR=paraziti; OTH=ostale hranidbeni tipovi

	SHR	GRA	AFIL	PFIL	DET	MIN	XYL	PRE	PAR	OTH
Tanypodinae										
Ablabesmyia monilis/longistyla	-	-	-	-	2	-	-	8	-	-
Labrundinia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nilotanypus dubius	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
Procladius choreus	-	-	-	-	4	-	-	6	-	-
Rheopelopia ornata	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
Schineriella schineri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanypus punctipennis	-	-	-	-	3	-	-	7	+	-
Diamesinae										
Diamesa tonsa	-	6	-	-	3	-	-	1	-	-
Potthastia gaedii	-	6	-	-	3	-	-	1	-	-
Sympotthastia macrocera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orthocladiinae										
Acricotopus lucens	-	*	-	-	+	-	-	-	-	-
Brillia cf. *flavifrons*	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Bryophaenocladius cf. *virgo*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camptocladius stercorarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Corynoneura spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cricotopus bicinctus	1	6	-	-	3	-	-	-	-	-
Cricotopus fuscus	-	6	-	-	4	-	-	-	-	-
Cricotopus intersectus	-	8	-	-	2	-	-	-	-	-
Cricotopus ornatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cricotopus trianulatus/curtus	-	7;8	-	-	3;4	-	-	-	-	-
Cricotopus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cricotopus sylvestris	2	6	-	-	1	1	-	-	-	-
Cricotopus vierriensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eukiefferiella similis	-	8	-	-	2	-	-	-	-	-
Hydrobaenus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limnophyes cf. *paludis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limnophyes cf. *punctipennis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nanocladius balticus	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
Nanocladius bicolor	-	5	-	-	5	-	-	-	-	-
Nanocladius rectinervis	-	3	-	-	7	-	-	-	-	-
Orthocladius ashei	-	7	-	-	3	-	-	-	-	-
Orthocladius fuscimanus	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Orthocladius glabripennis	-	4	-	-	6	-	-	-	-	-
Orthocladius oblidens	-	4	-	-	6	-	-	-	-	-
Orthocladius rivicola	-	8	-	-	2	-	-	-	-	-
Orthocladius rubicundus	-	4	-	-	6	-	-	-	-	-
Orthocladius spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Orthocladius thienemanni	-	7	-	-	3	-	-	-	-	-
Parakiefferiella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parametriocnemus stylatus	-	2	-	-	8	-	-	-	-	-
Pseudosmittia Pe2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rheocricotopus chalybeatus	-	5	1	-	4	-	-	-	-	-
Rheocricotopus fuscipes	-	3	1	-	6	-	-	-	-	-
Synorthocladius semivirens	-	4	2	-	4	-	-	-	-	-
Thienemanniella spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tvetenia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironominae										
Chironomini										
Beckidia Pe1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chernovskia Pe1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomini type I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus cf. *plumosus*	+	+	4	-	6	-	-	+	-	-
Chironomus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladopelma cf. *virescens*	-	1	-	-	8	-	-	1	-	-
Cryptochironomus obreptans	-	-	-	-	4	-	-	6	-	-
Cryptochironomus rostratus	-	-	-	-	4	-	-	6	-	-
Cryptochironomus supplicans	-	-	-	-	4	-	-	6	-	-
Cryptochironomus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptotendipes pseudotener	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptotendipes usmaensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demeijerea rufipes	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
Dicrotendipes cf. *modestus*	-	2	3	-	5	-	-	-	-	-
Dicrotendipes nervosus	-	4	3	-	3	-	-	-	-	-
Endochironomus albipennis	+	2	6	-	1	1	-	-	-	-
Endochironomus tendens	+	1	7	-	1	1	-	-	-	-
Fleuria lacustris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glyptotendipes cf. *foliicola*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glyptotendipes pallens	+	2	6	-	1	1	+	-	-	-
Glyptotendipes signatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glyptotendipes sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harnischia fuscimana	-	1	-	-	8	-	-	1	-	-
Kiefferulus tendipediformis	-	-	2	-	8	-	-	-	-	-
Kloosia pusilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lipinella araenicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microchironomus tener	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microtendipes britteni/confinis	-	1	2	-	7	-	-	-	-	-
Microtendipes diffinis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neozavrelia sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parachironomus arcuatus	-	4	-	-	4	-	-	2	-	-

Paracladopelma sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paralauterborniella nigrohalteralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paratendipes Pe1/*albimanus*	-	1	1	-	8	-	-	-	-	-
?Paratendipes sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phaenopsectra Pe1/*flavipes*	-	4	2	-	4	-	-	-	-	-
Polypedilum sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum sordens	-	2	6	-	2	-	-	-	-	-
Polypedilum sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum cf. acifer	-	1	1	-	8	-	-	-	-	-
Polypedilum sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum cultellatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum pedestre	+	1	1	-	8	-	-	-	-	-
Polypedilum nubifer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polypedilum spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Robackia Pe1	-	1	-	-	8	-	-	1	-	-
Stenochironomus gibbus	+	-	-	-	2	-	8	-	-	-
Stenochironomus Pe3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xenochironomus xenolabis	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
Pseudochironomini										
Pseudochironomus prasinatus	-	1	1	-	8	-	-	-	-	-
Tanytarsini										
Cladotanytarsus atridorsum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladotanytarsus nigrovittatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladotanytarsus lepidocalar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Micropsectra atrofasciata	-	2	1	-	7	-	-	-	-	-
Paratanytarsus bituberculatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus dissimilis	-	4	3	-	3	-	-	-	-	-
Paratanytarsus grimmii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus laetipes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus inopertus	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Paratanytarsus intricatus	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Paratanytarsus tenuis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paratanytarsus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rheotanytarsus photophilus	-	1	-	8	1	-	-	-	-	-
Rheotanytarsus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stempellinela brevis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stempellina bausei	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Stempellina Pe1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus sp. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *mendax*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tanytarsus cf. *curticornis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus ejucindus	-	3	1	-	6	-	-	-	-	-
Tanytarsus gregarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *nemorosus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus medius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus medius/ejucindus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus cf. *usmaensis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Prilog 4. Indeksi raznolikosti na temelju zajednice trzalaca u uzorcima fontana, bajera i rijeke Drave u Osijeku i Varaždinu

d= Margalef-ov indeks; J'= Pielou-ov indeks; H'(loge)= Shannon-ov indeks; 1- λ'= Simpson-ov indeks
D=Drava Osijek; F1= F1-Rondel; F3= F3-Mačkamama, F4= F4-Spar; B1=B1-Kupska; B2=B2-Getro; B3=B3-Jug; D-Vz= Drava Varaždin; F5=F5-HNK; Aq= Aquacity

Uzorak	d	J'	H'(loge)	1- λ'
18.3.D	2,569	0,5123	1,228	0,4898
1.4.D	3,185	0,5741	1,627	0,6491
1.4.B1	1,813	0,5791	1,333	0,6387
7.4.D	3,793	0,5319	1,69	0,6648
7.4.F1	0,6213	0,7219	0,5004	0,4
7.4.B2	2,952	0,5	1,386	0,5371
7.4.B1	2,153	0,7049	1,909	0,8073
7.4.B3	2,716	0,7901	2,238	0,8698
12.4.D	2,784	0,718	1,784	0,7526
12.4.B2	2,489	0,8068	2,005	0,8369
12.4.B1	2,123	0,6788	1,628	0,7099
12.4.B3	1,446	0,5461	1,257	0,5403
18.4.D	3,07	0,855	2,125	0,8587
10.5.D	5,228	0,7068	2,45	0,8679
9.5.B2	2,906	0,8421	2,386	0,8949
9.5.B1	2,526	0,7719	2,037	0,8416
10.5.F3	0,6213	0,9083	0,9979	0,6267
9.5.B3	2,627	0,8082	2,133	0,8556
25.5.D	3,31	0,4978	1,491	0,6596
25.5.F1	1,108	0,8984	1,245	0,7238
25.5.F4	1,443	0,9464	1,04	0,8333
25.5.F3	0,6139	0,9544	1,048	0,6615
31.5.D	5,326	0,6709	2,259	0,8074
30.5.F1	1,214	0,7882	1,269	0,6581
31.5.B2	2,572	0,6202	1,541	0,6412
31.5.B1	2,589	0,7295	1,871	0,7984
30.5.F3	1,288	0,7477	1,555	0,7684
31.5.B3	3,117	0,7501	2,08	0,8229
17.6.D	6,286	0,5436	2,069	0,7473
17.6.F1	0,8247	0,3217	0,4459	0,2006
17.6.F4	0,882	0,6702	0,9291	0,4943
17.6.F3	1,473	0,2556	0,5885	0,2301
30.6.D	6,207	0,6888	2,319	0,7678
30.6.B2	2,979	0,7251	2,054	0,8194
30.6.B1	2,169	0,8358	1,836	0,8218
30.6.B3	3,189	0,8908	2,136	0,8854
13.7.D	5,877	0,5785	2,104	0,7799
13.7.F1	1,674	0,8962	1,242	0,8
13.7.B2	2,265	0,7467	1,971	0,8192

13.7.F4	1,895	0,8994	1,611	0,8352
13.7.B1	2,436	0,8132	2,202	0,8627
13.7.B3	3,797	0,8176	2,489	0,8965
4.8.D	4,006	0,7541	2,331	0,8592
4.8.F1	1,82	1	1,099	1
4.8.B2	2,844	0,4885	1,487	0,6221
4.8.F4	1,73	0,8232	1,475	0,7582
4.8.B1	3,505	0,7548	2,261	0,8415
4.8.B3	3,971	0,7352	2,273	0,8507
25.8.D	2,442	0,6688	1,604	0,6853
25.8.B2	2,452	0,7647	1,834	0,7902
25.8.B1	2,514	0,7202	1,901	0,8123
25.8.B3	3,967	0,9631	2,393	0,9583
14.9.D	1,477	0,6714	1,081	0,5619
14.9.F1	1,443	1	0,6931	1
14.9.B2	2,404	0,7692	1,844	0,7827
14.9.B1	2,423	0,8223	1,972	0,8329
14.9.F3	1,674	0,8962	1,242	0,8
14.9.B3	3,004	0,9156	2,108	0,9
25.10.D	1,864	0,961	1,332	0,9
25.10.B2	1,642	0,877	1,571	0,8048
25.10.F4	2,885	0,9796	1,906	0,9643
25.10.B1	2,551	0,8608	1,891	0,83
25.10.F3	1,542	0,9212	1,277	0,8095
25.10.B3	1,764	0,7429	1,446	0,7241
22.4.D-Vz	4,361	0,8597	2,575	0,9114
22.4.F5	1,82	1	1,099	1
22.4.Aq	3,583	0,7539	2,136	0,8276
25.6.D-Vz	4,779	0,9016	2,787	0,9367
25.6.F5	1,09	0,2905	0,6041	0,2498
25.6.Aq	2,056	0,9165	1,475	0,8571

Prilog 5. Fizikalno-kemijski parametri vode

O_2 = kisik, Cond = konduktivitet, T_{voda} = temperatura vode

Uzorak	O_2 (%)	O_2 (mg/L)	pH	Cond (µS/cm)	T_{voda} (°C)
18.3.D	115	11,35	8,4	395	14
1.4.D	121,6	12,02	8,5	401	14,6
1.4.F1	101,6	10,45	8,89	713	16
1.4.B1	140	13,77	9,05	1755	16,9
7.4.D	106,4	10,81	8,38	364	14,9
7.4.F1	102	10,21	9,02	811	14,2
7.4.B2	129,8	11,9	8,67	850	20,6
7.4.F4	109,9	10,01	8,85	816	18,9
7.4.B1	117,2	10,28	8,77	1760	20,3
7.4.F3	108	9,88	8,55	880	18,1
7.4.B3	115,1	10,4	8,56	753	20,6
12.4.D	96,8	9,94	8,3	337	13,4
12.4.B2	112,6	10,75	8,67	853	16,8
12.4.B1	118,6	10,81	8,78	1771	18,4
12.4.B3	98,6	9,51	8,44	752	17,4
18.4.D	116,8	11,38	8,44	328	17,1
18.4.F4	99,1	9,62	8,82	1031	17,8
10.5.D	101,9	10,35	7,95	269	15,2
10.5.F1	109,3	10,91	8,61	1326	14,9
9.5.B2	126	10,99	8,57	853	21,5
9.5.B1	146,5	12,83	8,93	1752	23,2
10.5.F3	108,1	10,56	8,47	1377	16,7
9.5.B3	142,4	12,57	8,66	751	21,2
25.5.D	101,8	9,57	8,36	314	18,5
25.5.F1	100,2	9,46	8,56	1547	17,1
25.5.F4	97,7	9,39	8,9	1267	16,3
25.5.F3	98,9	9,3	8,4	1573	18,1
31.5.D	113,2	10,03	8,52	279	21,9
30.5.F1	103,3	8,46	8,07	1799	23,9
31.5.B2	107	8,89	8,52	860	25,3
30.5.F4	97,3	8,44	8,87	1355	21,7
31.5.B1	114,4	9,05	8,82	1779	26,2
30.5.F3	99,2	8,37	8,41	1759	23,9
31.5.B3	116	9,35	8,68	760	25,4
17.6.D	97,3	8,49	7,91	241	21,5
17.6.F1	106,5	8,33	8,25	798	25,3
17.6.F4	102,5	8,66	8,69	1514	24,1
17.6.F3	102,3	8,32	7,92	2120	25,3
30.6.D	92,9	8,23	7,95	230	20,7

30.6.B2	111,9	8,92	8,5	842	26,5
30.6.B1	136,4	10,88	8,77	1724	26,6
30.6.B3	108,7	8,33	8,49	744	28
13.7.D	118,7	9,84	8,29	259	24,1
13.7.F1	110,6	9,39	8,45	1317	23,3
13.7.B2	118,6	9,08	8,63	857	28,3
13.7.F4	111,7	9,59	8,8	1468	23,7
13.7.B1	149,6	11,36	8,95	1756	28,7
13.7.B3	111,1	8,52	8,57	760	29,1
4.8.D	94,4	8,1	8,02	269	22,8
4.8.F1	100,6	8,96	8,72	1050	20,5
4.8.B2	128,8	10,39	8,81	829	26,7
4.8.F4	102,9	8,96	8,84	968	21,3
4.8.B1	120,7	9,76	9,02	1748	26,8
4.8.F3	106,5	8,86	8,59	1045	23,1
4.8.B3	112	8,9	8,66	755	28
25.8.D	100,3	9,01	8,02	258	19,7
25.8.B2	122,5	9,85	8,64	828	26,5
25.8.F4	103	8,99	8,74	1082	21,4
25.8.B1	130,7	10,41	8,9	1756	25,9
25.8.F3	107,3	9,43	8,41	1404	23,7
25.8.B3	109,4	8,78	8,47	765	26,1
14.9.D	105,8	8,97	7,86	305	21,9
14.9.F1	105,1	9,19	8,14	1932	22,7
14.9.B2	108,1	8,68	8,52	840	26,1
14.9.B1	126,8	10,35	8,9	1781	26
14.9.F3	100,3	8,55	7,98	1925	23,3
14.9.B3	103,2	8,38	8,53	781	26,1
25.10.D	93,4	10,11	8,12	324	12,2
25.10.F1	101,3	10,42	8,04	2350	12,5
25.10.B2	85,2	8,83	8,38	838	14,4
25.10.F4	96,5	10,06	8,81	869	14,6
25.10.B1	73,5	7,57	8,82	1817	13,8
25.10.F3	96,7	10,15	7,49	2450	14,2
25.10.B3	90,6	9,32	8,64	775	14,5

Prilog 6. Koncentracije klorofila a i c, te ukupne suspendirane tvari

Datum	Lokalitet	TSS (mg/L)	Chl a (µg/L)	Chl c (µg/L)
12.4.2016.	B1-Kupska	31,125	7,797	1,423
9.5.2016.	B1-Kupska	14,2	11,882	4,928
31.5.2016.	B1-Kupska	17,5	8,847	0,915
13.7.2016.	B1-Kupska	12,25	14,903	5,46504
4.8.2016.	B1-Kupska	11,286	14,912	5,868181
25.8.2016.	B1-Kupska	13,833	17,1778	5,046476
14.9.2016.	B1-Kupska	14,5	21,9665	10,6132
25.10.2016.	B1-Kupska	9,7	31,5953	9,900723
12.4.2016.	B2-Getro	3,6	3,059	1,496
9.5.2016.	B2-Getro	4	2,409	1,363
31.5.2016.	B2-Getro	3	3,226	0,237
13.7.2016.	B2-Getro	5,1	6,8269	3,32753
4.8.2016.	B2-Getro	10,167	21,9067	11,0019
25.8.2016.	B2-Getro	5,9	13,846	6,35833
14.9.2016.	B2-Getro	5,1	7,4677	3,6917
25.10.2016.	B2-Getro	5	10,6381	3,866781
12.4.2016.	B3-Jug	8,1	4,480	1,515
9.5.2016.	B3-Jug	7	8,499	3,982
31.5.2016.	B3-Jug	7,3	7,327	2,025
13.7.2016.	B3-Jug	6,6	4,694	2,08723
4.8.2016.	B3-Jug	15	13,8276	2,89441
25.8.2016.	B3-Jug	8,7	8,1673	2,55829
14.9.2016.	B3-Jug	9	5,2834	2,4576
25.10.2016.	B3-Jug	5,8	4,1177	2,573398
12.4.2016.	Drava	9,3	14,825	5,356
10.5.2016.	Drava	9,3	6,506	5,120
31.5.2016.	Drava	8,8	18,994	6,676
13.7.2016.	Drava	21,6	30,4749	6,65783
4.8.2016.	Drava	50,3	4,9386	2,49321
25.8.2016.	Drava	29,2	7,5631	5,475
14.9.2016.	Drava	14,2	9,4519	3,921
25.10.2016.	Drava	7	5,0729	3,803165