

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

i

Institut Ruđer Bošković Zagreb

Sveučilišni poslijediplomski interdisciplinarni doktorski studij

ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

NATAŠA TURIĆ

Prostorno vremenski utjecaj vodnog režima na
strukturu i raznolikost vodenih kukaca
(Heteroptera i Coleoptera) s posebnim osvrtom na
zaštićenu vrstu *Graphoderus bilineatus*
(De Geer, 1774)

Doktorski rad

Osijek, 2013.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. LITERATURNI PREGLED	5
2.1. Vodene stjenice i kornjaši	5
2.1.1. Sistematika	5
2.1.2. Prilagodbe na život u vodi	6
2.1.3. Biološke značajke	7
2.1.4. Ekološke značajke	12
2.2. Poplavna područja kao stanište vodenih kukaca	15
2.3. Povijesni pregled istraživanja vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) na području Hrvatske	18
2.4. Istraživana vrsta– <i>Graphoderus bilineatus</i>	21
2.4.1. Opis i biologija vrste	21
2.4.2. Status zaštite	24
2.4.3. Rasprostranjenost vrste u Europi i dosadašnji nalazi u Hrvatskoj	24
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	27
3.1. Kopački rit	27
3.2. Lonjsko polje	30
3.3. Spačvanski bazen	32
4. MATERIJAL I METODE	34
4.1. Uzorkovanje vodenih stjenica i kornjaša u Parku prirode Kopački rit	34
4.2. Uzorkovanje vrste <i>Graphoderus bilineatus</i> na području kontinentalne Hrvatske	38
4.3. Statistička obrada podataka	42
5. REZULTATI	
5.1. Promjene vodostaja Dunava tijekom istraživnog razdoblja	46
5.2. Rezultati istraživanja vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) Parka prirode Kopački rit	49
5.2.1. Rezultati istraživanja vodenih kukaca kanala i poplavnog područja tijekom 2005. godine	49
5.2.1.1. Sistematski popis vrsta	49
5.2.1.2. Brojnost i sastav porodica	56
5.2.1.3. Dominantnost i konstantnost vrsta	60
5.2.1.3. Statistička analiza podataka	67
5.2.1.3.1. Analiza značajnih vrsta	67
5.2.1.3.2. Usporedba sastava i raznolikosti faune	68
5.2.1.3.3. Rényi-evi profili raznolikosti	71

5.2.2. Rezultati istraživanja vodenih kukaca poplavnog područja tijekom 2005. i od 2007. do 2011. godine	73
5.2.2.1. Sistematski popis vrsta	73
5.2.2.2. Brojnost i sastav porodica	76
5.2.2.3. Dominantnost i konstantnost vrsta	82
5.2.2.4. Sezonska dinamika	86
5.2.2.5. Statistička analiza podataka	
5.2.2.5.1. Procjena ukupnog broja vrsta	88
5.2.2.5.2. Usporedba sastava i raznolikosti faune istraživanih godina	88
5.2.2.5.3. Usporedbe sastava i raznolikosti prema mjesecima istraživanja	91
5.2.2.5.4. SIMPER analiza vrsta	96
5.3. Rezultati istraživanja vrste <i>Graphoderus bilineatus</i> u kontinentalnoj Hrvatskoj tijekom 2010. godine	98
5.3.1. Sistematski popis vrsta	98
5.3.2. Brojnost i zastupljenost vodenih kornjaša	101
5.3.3. Brojnost vrste <i>Graphoderus bilineatus</i>	102
5.3.4. Stanište vrste <i>Graphoderus bilineatus</i>	106
5.3.5. Sezonska dinamika vrste <i>Graphoderus bilineatus</i>	107
5.3.6. Statistička analiza podataka	108
5.3.6.1. Usporedbe sastava vrsta	108
5.3.6.2. Utjecaj okolišnih čimbenika i vegetacijskih zajednica na rasprostranjenost vodenih kornjaša i na rasprostranjenost vrste <i>Graphoderus bilineatus</i>	109
5.3.6.3. Povezanost vrste <i>Graphoderus bilineatus</i> s ostalim vrstama vodenih kornjaša	113
6. RASPRAVA	117
7. ZAKLJUČCI	132
8. LITERATURA	134
9. PRILOZI	155
10. ŽIVOTOPIS	163

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

Prostorno vremenski utjecaj vodnog režima na strukturu i raznolikost vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) s posebnim osvrtom na zaštićenu vrstu *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774)**mr. sc. Nataša Turić****Doktorski rad izrađen je na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku****Mentor: prof. dr. sc. Enrih Merdić**, Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**Komentor: prof. dr. sc. Mladen Kučinić**, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

U okviru ovog rada istraživao je utjecaj vodnog režima na strukturu i raznolikost vodenih kukaca Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i od 2007. do 2011. godine, te rasprostranjenost i stanišni zahtjevi zaštićene vrste vodenog kornjaša *Graphoderus bilineatus* na tri područja kontinentalne Hrvatske tijekom 2010. godine. Vodeni kukci su uzorkovani standardnim metodama, entomološkom mrežom i klopkom s atraktantom.

Tijekom preliminarnih istraživanja vodenih kukaca tijekom 2005. godine utvrđena je veća brojnost i raznolikost vrsta na poplavnom području s vrstama koje su se prilagodile dinamičnosti staništa. Dobiveni rezultati šestogodišnjeg istraživanja vodenih kukaca na poplavnom području pokazuju da struktura i raznolikost vodenih stjenica i kornjaša ovisi o vremenu pojavljivanja poplava, njihovom vremenu trajanja i intenzitetu plavljenja. Unatoč razlikama u strukturi i raznolikosti vodenih stjenica i kornjaša između hidrološki različitih godina, kao i unutar pojedine godine, potvrđeno je da visoke ranoproljetne i dugotrajne poplave najviše utječu na formiranje faune vodenih kukaca poplavnog područja Parka prirode Kopački rit, te da svi rezultati upućuju na visoku stopu migracije i kolonizacije vodenih stjenica i kornjaša. Rezultati usporedbe sastava i brojnosti vodenih kornjaša potvrdili su kako postoje velike razlike između istraživanih područja kontinentalne Hrvatske, te su razlike u strukturi rezultat međusobnih interakcija okolišnih čimbenika i vegetacijskih zajednica. Vrsta *Graphoderus bilineatus* je prisutna u staništima koja predstavljaju površinom veće trajne stajačice, koje su pod utjecajem sezonskih fluktuacija vodostaja. Podloga dna je najčešće mulj s tankim slojem detritusa. Obalna zona je gotovo uvijek plitko položena i osunčana. Od emerznih vodenih zajednica koje rastu uz obalnu zonu najčešće je prisutna zajednica *As. Caricetum versicaria*, međutim vodeni stupac je uglavnom oslobođen preguste submerzne vegetacije. Vrsta nastanjuje staništa koja imaju veliku raznolikost vodenih kornjaša, te je utvrđena kompeticija s adefagnim predatorskim vrstama. Rezultati ovog istraživanja ukazuju kako su redovite i visoke poplave glavni čimbenik održavanja bioraznolikosti vodenih kukaca poplavnih područja.

Broj stranica: 166**Broj slika:** 53**Broj tablica:** 12**Broj literaturnih navoda:** 197**Jezik izvornika:** hrvatski**Ključne riječi:** vodeni kukci, *Graphoderus bilineatus*, vodni režim, poplave, raznolikost, poplavna područja.**Datum obrane:** 15.06.2013.**Stručno povjerenstvo za obranu:****1. Prof. dr. sc. Marija Ivezić**, redovita profesorica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, predsjednica;**2. Prof. dr. sc. Enrih Merdić**, izvanredni profesor Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, mentor i član;**3. Prof. dr. sc. Mladen Kučinić**, izvanredni profesor Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, komentor i član**Rad je pohranjen u:**

Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici Osijek (Europske avenije 24); Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (Trg Sv. Trojstva 3).

University Josip Juraj Strossmayera Osijek
Institute Ruder Bošković Zagreb
University Postgraduate Interdisciplinary Doctoral Study
"NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION"

PhD thesis

Scientific area: Natural sciences
Scientific field: Biology

**Spatio temporal impact of water regime on the structure and diversity of aquatic insects
(Heteroptera and Coleoptera) with special focus on protected species *Graphoderus bilineatus* (De
Geer, 1774)**

mr. sc. Nataša Turić

Thesis performed at: Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Supervisor: Enrih Merdić, Full Professor, Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Co-supervisor: Mladen Kučinić, Full Professor, Faculty of Science, University of Zagreb

The main objective of this investigation was to analyze the influence of water regime on the structure and diversity of aquatic insects Kopački rit during 2005 and the 2007 to 2011 year and to analyze the distribution and habitat requirements of endangered species *Graphoderus bilineatus* in three areas of the continental Croatia during the 2010th year. Aquatic insects were sampled using standard methods, entomological net and bottle trap with attractant. Higher abundance and diversity of species was found in the flooded area of Kopački rit with species that have adapted to the dynamics of habitat during preliminary studies during the 2005. Diversity of the two habitat types varied depending on the months but there were remarkable differences in species pool and their abundance. The structure and diversity of aquatic bugs and beetles depended of the timing, intensity and duration of floods. Despite the differences in the structure and diversity of aquatic bugs and beetles between hydrological different years, and within a year, it was confirmed that high early spring and prolonged flooding influence the formation of aquatic insect fauna in the Kopački Rit Nature Park, and all results point to a high rate of migration and colonization of aquatic bugs and beetles. The comparison of the structure and abundance of water beetles have confirmed that there are large differences between the three studied areas of the continental Croatia, and that differences in the structure are result of the influence of environmental factors and vegetation communities and their interactions. Species *Graphoderus bilineatus* live in habitats that represent larger permanent water bodies, which are influenced by seasonal fluctuations of water levels. Substrate bottom is mostly mud with a thin layer of detritus. The coastal zone is always shallow and sunny. Usually presented riparian aquatic communities that grow along the coastal zone is communities As. *Caricetum versicaria* (A.3.2.1.4.), however, the water column is without dense submerged vegetation. Species *G. bilineatus* occurs where the overall water beetle diversity is high and is determined competition with other predatory water beetle species. The results of this study suggest that irregular and recurrent floods maintain aquatic Coleoptera and Heteroptera diversity at the floodplain.

Number of pages: 166
Number of figures: 53
Number of tables: 12
Number of references: 197
Orginal in: Croatian

Key words: aquatic insects, *Graphoderus bilineatus*, water regime, floods, diversity, floodplains

Date of thesis defense: 15.06.2013.

Reviewers:

1. Marija Ivezić, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek;
2. Enrih Merdić, PhD, Full Professor, Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek;
3. Mladen Kučinić, PhD, Full Professor, Faculty of Science, University of Zagreb

Thesis is deposited in:

City and University Library in Osijek (Europske avenije 24); Josip Juraj Strossmayer University of Osijek (Trg Sv. Trojstva 3).

1. UVOD

Močvarna područja predstavljaju tzv. žarišne točke biološke raznolikosti (Gopala i sur., 2001). Većina europskih močvara povezana su s niskim obalnim zonama i riječnim poplavnim područjima. Poplavna područja i močvare kontinentalne Hrvatske su jedinstveni i vrijedni ekosustavi u Europi, pa čak i u svijetu, jer su još uvijek dobro očuvani u svom prirodnom stanju.

Općenito, poplavna područja prepoznatljiva su kao najproduktivniji i najraznolikiji ekološki sustavi čija se dinamičnost očituje kroz prostorno vremensku raznolikost. Biodiverzitet je jedan od glavnih evaluacijskih kriterija koji se koriste u zaštiti poplavnih područja. Veliki broj istraživanja ukazuje na bogatstvo vrsta ovih ekosustava (Betzer i Wissinger, 1996; Whiles i Gordowitz, 2001). Unatoč tome, poplavna područja su dugo bila zanemarivana u istraživanjima faune vodenih kukaca. Znanstvena istraživanja su zapravo bila fokusirana na populacije vodenih kukaca trajnih vodenih sustava (Nilsson i sur., 1994; Landin, 1979), povremenih bara i lokvi (Broering i Niedringhaus, 1998; Fairchild i sur. 2000; Rundle i sur, 2002; Temunović i sur., 2007) i travnjačkih depresija (Anderson i Vondracek, 1999; Euliss i sur. 2002). Poplavna područja kao stanište su važna za mnoge vodene i poluvodene vrste kukaca, jer su bogata hranjivim tvarima te im osiguravaju veliki broj mikrostaništa, a samim time i dobre uvjete za hranjenje i razmnožavanje (Waterkeyn i sur. 2008; Wilcox, 2001).

Kopnene skupine kukaca, za razliku od vodenih, često su korištene kao bioindikatori poplavnih područja. Zbog svoje osjetljivosti na promjene u okolišu, lakoće sakupljanja i njihove dobro poznate taksonomije i ekologije, vodeni kornjaši i stjenice su dobri potencijalni bioindikatori. Nekoliko skupina vodenih kukaca kao što su Odonata, Trichoptera, Coleoptera i Heteroptera predloženi su indikatori bioraznolikosti slatkovodnih ekosustava (Davis i sur. 1987; Foster i Eyre 1992; Briers i Biggs 2003; Heini i sur., 2003; Sánchez-Fernández i sur., 2006), dok indikatori kompleksnih ekosustava, kao što su poplavna područja koja ovise o dinamici plavljenja, nisu dovoljno istraženi.

Tijekom nekoliko proteklih desetljeća uočavaju se velike klimatske promjene, koje se očituju u promjenama temperature, količine i raspodjele oborina te povećanje učestalosti ekstremnih hidroloških prilika (Estrela i sur. 2001). Globalne klimatske promjene u Europi ukazuju na povećan rizik od poplava, te se predviđaju i izmjene ekstremno poplavnih i sušnih razdoblja. Hidrološka zbivanja dunavskog sliva koja su se dogodila unazad nekoliko godina potvrđuju klimatske promjene. Tako su velike poplave bile u proljeće-ljeto 2005., 2009. i 2010. godine, a ekstremno sušno razdoblje obilježilo je gotovo cijelu 2003. i 2011. godinu. Poznato je da

promjene vodenog režima kao vrlo bitnog hidrološkog čimbenika utječu na strukturu vodenih kukaca (Wellborne i sur. 1996; Williams 1996), te su i pokazatelji raznolikosti vrsta (Smock 1994; Rundle i sur., 2002; Valladares i sur., 2002). Ovo će istraživanje biti provedeno u Parku prirode Kopački rit, jednom od najvećih očuvanih poplavnih područja Dunava, koje predstavlja referentno područje za istraživanje utjecaja vodnog režima na živi svijet, te na još dva velika poplavna područja kontinentalne Hrvatske, Parku prirode Lonjsko polje i Spačvanskom bazenu. Rezultati prethodnih istraživanja vodenih kukaca u Kopačkom ritu (Merdić i sur., 2005; Turić, 2007; Turić i sur., 2009) ukazali su na njihovu veliku raznolikost i vrijednost zbog očuvanosti staništa. Međutim, potrebno je pokazati da poplave mogu imati značajan utjecaj na strukturu vodenih kukaca poplavnog područja koje je u izravnoj hidrološkoj vezi s matičnom rijekom, te utvrditi utjecaj učestalih hidroloških ekstrema.

Crveni popis vrsta je jedan od najčešće korištenih instrumenata koji ukazuju na ekološku vrijednost pojedinih regija i broj ovih vrsta se definira kao mjera vrijednosti očuvanja područja (Dziok i sur., 2006). Zaštićena vrsta vodenog kornjaša prema IUCN-ovom crvenom popisu, *Graphoderus bilineatus*, koja predstavlja prvi recentni nalaz, ukazuje na vrijednost poplavnog područja Parka Prirode Kopački rit (Turić, 2007; Turić i sur., 2009, Turić i sur., 2010, Turić i sur., 2012).

Rezultati prethodnih istraživanja faune vodenih kukaca ukazali su na veliku produktivnost poplavnog područja (Merdić i sur. 2005; Turić 2007; Turić i sur. 2009) Parka prirode Kopački rit. Tako su i istraživanja provedena u drugim poplavnim područjima Dunava, kao npr. Nacionalnog Parka Dunav-Drava u Mađarskoj (Csabai i sur., 2005; Csabai i Nosek 2006) ukazala na utjecaj važnosti poplava na faunu vodenih kornjaša. Međutim, važno je pokazati kako je vodni režim najvažniji čimbenik koji formira strukturu i utječe na raznolikost i dinamiku vodenih kukaca, s tim da neke karakteristične vrste poplavnog područja dostižu i najveću brojnost tamo. Zato je prvo potrebno provesti preliminarna istraživanja vodenih kukaca na različitim vodenim staništima (trajnim i poplavnim) kako bi se utvrdilo razlikuje li se struktura i raznolikost vodenih kukaca između staništa i utječe li poplava na vodene kukce (Heteroptera i Coleoptera). Ujedno je potrebno kroz duži vremenski period razjasniti utjecaj poplava i suša, odnosno učestalih hidroloških ekstrema na faunu vodenih kukaca. Osim toga, važno je utvrditi da li je zaštićena vrsta *Graphoderus bilineatus* nedovoljno poznata vrsta kontinentalne Hrvatske, te koji su njeni stanišni zahtjevi. Razumijevanje svih ovih složenih utjecaja poplava u održavanju bioraznolikosti poplavnih područja veliki je izazov s kojim se suočavaju trenutna ekološka i konzervacijska istraživanja poplavnih područja.

1. 1. Hipoteze i ciljevi rada

Temeljne hipoteze koje će se nastojati dokazati ovim radom su:

1. Poplavno područje koje je pod utjecajem čestih fluktuacija razine vode ima veću brojnost i raznolikost vrsta vodenih kukaca u odnosu na kanale koji predstavljaju trajna vodena staništa.
2. Visoki vodostaji koji uzrokuju plavljenje i oscilacije vodostaja između poplava produciraju veću raznolikost vrsta.
3. Veći udio značajnih karakterističnih vrsta prisutan je u poplavnom području u odnosu na kanale.
4. Struktura i raznolikost faune vodenih kukaca ovisi o vremenu pojavljivanja, intenzitetu i trajanju poplava.
5. Pojave ekstremnih hidroloških uvjeta mogu značajno utjecati na promjene u strukturi i raznolikosti vodenih kukaca.
6. Poplavna područja kontinentalne Hrvatske razlikuju se prema strukturi vodenih kornjaša.
7. Okolišni čimbenici i vegetacijske zajednice utječu na rasprostranjenost vodenih kornjaša i na vrstu *Graphoderus bilineatus*.
8. *Graphoderus bilineatus* nastanjuje staništa koja imaju veliku raznolikost vodenih kornjaša, te je s nekim vrstama u različitim odnosima koegzistencije.

Ciljevi rada:

- Utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav vodenih kukaca u odnosu na tip staništa (kanali i poplavno područje) tijekom 2005. godine.
- Utvrditi utjecaj visokih poplava i oscilacija vodostaja između poplava na strukturu i raznolikost vodenih kukaca poplavnog područja tijekom 2005. godine.
- Odrediti značajne karakteristične vrste dva različita tipa staništa; kanala i poplavnog područja Parka Prirode Kopački rit tijekom 2005. godine.
- Utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav vodenih kukaca poplavnog područja Parka prirode Kopački rit kroz duže vremensko razdoblje od 2005. i 2007. do 2011. godine
- Utvrditi da li učestalost i intenzitet poplava utječe na brojnost i raznolikost vodenih kukaca u razdoblju od 2005. i 2007. do 2011. godine.
- Utvrditi razlike između tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske temeljene na strukturi vodenih kornjaša.

- Definirati ključne okolišne čimbenike i vegetacijske zajednice koje utječu na rasprostranjenost i prisutnost vrste *Graphoderus bilineatus* u kontinentalnoj Hrvatskoj.
- Utvrditi da li vrsta *Graphoderus bilineatus* nastanjuje staništa s velikom raznolikosti vodenih kornjaša.
- Utvrditi odnose koegzistencije između vrste *Graphoderus bilineatus* i ostalih vrsta vodenih kornjaša.

2. LITERATURNI PREGLED

2.1. Vodene stjenice i kornjaši

2.1.1. Sistematika

Vodene stjenice pripadaju redu Hemiptera, te podredu Heteroptera ili pravim stjenicama, podredu kukaca s oko 42 000 opisanih vrsta (Henry, 2009) raspoređenih u 90 porodica. Podred vodenih i poluvodenih stjenica se dijeli na Gerromorpha (poluvodene stjenice), Nepomorpha (vodene stjenice) i Leptopodomorpha (stjenice koje žive u obalnoj zoni). Vodene i poluvodene stjenice su podijeljene u dvije različite kategorije definirane kao: (1) prave vodene vrste koje su svim stadijima životnog ciklusa ili jednim dijelom ciklusa ovisne o vodi, odnosno žive u vodi ili na površini vode, te (2) vrste koje ovise o vodi (Polhelmus i Polhelmus, 2008). Prema ovim smjernicama sve Leptodomorpha su vrste ovisne o vodi, a Gerromorpha i Nepomorpha koje žive uglavnom u vodi ili na vodi smatraju se pravim vodenim vrstama stjenica. Do sada je opisano negdje oko 4800 vrsta: Nepomorpha (2309), Gerromorpha (2120) i Leptodomorpha (381). Opisane vrste svrstane su u 343 roda i 23 porodice. U analizi najbrojnijih porodica vodenih i poluvodenih stjenica na svjetskoj razini okvirno se može utvrditi da je najbrojnija porodica unutar Gerromorpha porodica Veliidae s 962 vrsta, te porodica Gerridae s 751 vrstom, dok je unutar Nepomorpha najbrojnija porodica Corixidae s 607 vrsta, a unutar Leptopodomorpha porodica Saldidae s 335 vrsta.

Vodeni kornjaši pripadaju redu kornjaša (Coleoptera), najbrojnijem redu kukaca s oko 358000 opisanih vrsta (New, 2010) raspoređenih u 170 porodica. Kao i kod ostalih redova kukaca tako i kod kornjaša možemo očekivati nalaze i opise još mnogih vrsta te je stvaran broj kornjaša negdje oko milijun vrsta (Nilsson, 1996). Red Coleoptera se dijeli u četiri podreda: Adephaga (grabežljivci), Polyphaga (raznojedi), Myxophaga i Archostemata. Polyphaga je najbrojniji podred s oko 370 000 opisanih vrsta (1,25% su vodene vrste). Podred Adephaga ima oko 30 000 vrsta (18% su vodene vrste). Myxophaga je podred koji je još uvijek slabo istražen i vrste ovog podreda utvrđene su samo u Sjevernoj Americi. Ovaj podred ima ukupno 77 opisanih vrsta i 90% vrsta su vodene. Archostemata je najmanje brojan podred s 50 vrsta, čije su sve vrste kopnene te sa značajkama velike evolucijske starosti.

Predpostavka je da danas ima oko 18 000 vrsta vodenih kornjaša, od čega je opisano oko 12 600 vrsta, odnosno oko 70% od pretpostavljenog broja (Jäch i Balke, 2008). U Europi samo su Adephaga (Hydradephaga) i Polyphaga prisutne i vezane životnim ciklusom uz vodu

(Nilsson, 1996), te broje oko 10 000 vrsta svrstanih u 25 porodica (Jäch i Balke, 2008). U analizi najbrojnijih porodica vodenih kornjaša na svjetskoj razini okvirno se može utvrditi da je najbrojnija porodica Dytiscidae (4000 vrsta), zatim slijedi porodica Hydrophilidae (2652 vrste), Hydraenidae (1420 vrsta), Elmidae (1130 vrsta), Scirtidae (900 vrsta), Gyrinidae (750 vrsta), Dryopidae (300 vrsta), Noteridae (250 vrsta), Haliplidae (200 vrsta), Helophoridae (185 vrsta) i Hydrochidae (180 vrsta) (Jäch i Balke, 2008).

2.1.2. Prilagodbe na život u vodi

Iako većina vodenih kukaca ima snažna krila koja im omogućuju da lete lako i daleko, oni se također izvrsno snalaze i u vodi. Život u vodi ovih kukaca zahtjeva mnoge prilagodbe kao što je oblik tijela, pokretanje, disanje i osmoregulacija (Daly i sur., 1998; McCafferty, 1981). Oblikom tijela, koje je ovalno, spljošteno i glatko prilagođeni su na život u vodi. Takav oblik tijela im omogućava da se vrlo brzo i bez puno otpora kreću kroz vodu. Najznačajnije prilagodbe se mogu prvenstveno očitovati u građi sustava za pokretanje (npr. preobražene noge plivalice), respiratornog sustava (npr. uzdušničke škgre), ali i osjetilnog sustava (npr. dvodijelno sastavljeno oko Gyrinidae ili gornjočeljusna pipala koja su preuzela ulogu osjetilnog organa kod porodice Hydrophilidae). Vodeni kukci plivaju najčešće pomoću stražnjeg para nogu na kojima se nalaze duge dlačice za plivanje (Dytiscidae, Hydrophilidae). Vrste iz porodice Notonectidae se kreću kroz vodu u trzajima plivajući na leđima. Stražnji par nogu im je duži od druga dva para, a na vršnom dijelu nogu se nalaze dlačice. Dok kukac pliva, dvije duže noge mu strše sa strane tijela pa izgledaju kao vesla. Vrste iz porodice Gerridae, gazivode, imaju duge noge pomoću kojih se brzo kreću po površini, a to im omogućuje površinska napetost vode.

Voda kukcima nudi obilje hrane, ali ne i dugotrajniji neprekinuti boravak. U povremenim razmacima kukac mora izroniti na površinu da obnovi zalihu zraka za disanje. To radi tako da iznad vode izbaci zadak i malo ga zgrči kako bi zrak prošao između zatka i pokrilja i napunio zračne vrećice u njegovu tijelu. Pričuvnu zalihu zraka ponese za sobom kao mjehurić koji je vidljiv na kraju zatka (Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae). Zrak u tijelu kukaca ima i ulogu kod uranjanja i izranjanja. Kada kukac želi zaroniti, istisne iz tijela suvišan zrak te potone, a kada želi poletjeti, mora uzeti veću zalihu zraka. Tako, mijenjajući količinu zraka u zračnim vrećicama, kukac mijenja svoju specifičnu težinu, postaje teži ili lakši od okolne vode. Vrste iz porodice Hydrophilidae koriste zračni film na cijeloj površini tijela koji onda dijeluje poput

fiziološke škrge ili plastrona, te stoga mogu uzimati kisik direktno iz vode. Tada te vrste mogu ostati ispod površine vode i duže vrijeme. Vrste iz porodice Nepidae, *Ranatra linearis* i *Nepa cinerea* na stražnjem dijelu tijela imaju dugački nastavak u obliku repa. Taj nastavak je zapravo dišna cijev, pomoću koje dobivaju zrak. Ličinke većinom dišu pomoću uzdušničkih škrga, a one koje ih nemaju, koriste zrak zarobljen unutar stabljika vodene vegetacije ili ga uzimaju na površini vode direktno preko površine tijela (Nilsson, 1996). Prilagodbe osmoregulacije u vodenih kukaca obuhvaća voštani sloj epikutikule, aktivni i pasivni mehanizam transporta iona i ekskreciju otrovnih dušičnih spojeva u obliku mokraćne kiseline (Daly i sur., 1998; Mc Cafferty, 1981).

2.1.3. Biološke značajke

Vodeni kukci čine svega 3-5% svih vrsta kukaca, ali su oni zato taksonomski vrlo različiti (Daly i sur., 1998). Obuhvaćaju više različitih redova: Ephemeroptera (vodencvjetovi), Odonata (vretenca), Plecoptera (obalčari), Megaloptera (muljari), Neuroptera (mrežokrilci), Coleoptera (kornjaši), Diptera (dvokrilci), Lepidoptera (leptiri), Trichoptera (tulari), Heteroptera (raznokrilci), Orthoptera (ravnokrilci) i Hymenoptera (opnokrilci). Oduvijek su postojale nedoumice kada i koju vrstu klasificirati kao vodenu, prvenstveno zbog velike razlike u životnim ciklusima i raznim stupnjevima i oblicima vezanosti za vodu. Isto tako, mnogi kukci žive u obalnoj zoni što je dodatno otežalo njihovo raspoznavanje. Povezanost s vodom navedenih redova vodenih kukaca je barem u jednom od stadija razvoja.

Detaljnije će biti opisane samo biološke značajke vodenih stjenica (Gerromorpha i Nepomorpha), te vodenih kornjaša porodice Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, jer su upravo oni i predmet istraživanja ove doktorske disertacije. Istraživani vodeni kukci (Heteroptera i Coleoptera) su za razliku od ostalih vodenih kukaca povezani s vodenim medijem ličinačkim i odraslim stadijem razvoja.

Veličina tijela vodenih stjenica znatno varira u rasponu od <1 mm (rod *Micronecta* porodice Corixidae do >110 mm (rod *Lethocerus* porodice Belostomatidae) (Polhelmus i Polhelmus, 2008). Vodene stjenice (Gerromorpha i Nepomorpha) su hemimetabolni kukci koji u svojem životnom ciklusu prolaze nepotpunu preobrazbu, što znači da se razlikuju tri stadija razvoja: jaje (ova), ličinka (larva ili nymph) i odrasla jedinka (imago). Ličinački stadiji ovih kukaca su izgledom slični odraslim jedinkama samo što nemaju formirana krila. Sve vrste su predatori ili strvinari. U vodenim sustavima bez prisutnosti velikih riba, vodene stjenice

ponekad mogu predstavljati top predatore u trofičkom lancu, a to posebno vrijedi za neke od većih vrsta (Belostomatidae i Nepidae).

Većina Gerromorpha ima pet ličinačkih stadija koja prolaze razvoj na vodenoj površini. Odrasli kukci većinom žive na vodenoj površini, ali prezimljuju na kopnu. Nakon zime, u rano proljeće dolaze na vodenu površinu gdje uskoro počinju ostavljati jaja. Prvo se jedinke spoje u parove, jedna ženka i jedan mužjak. Nakon nekoliko dana razmnožavanja, ženka i dalje nosi mužjaka na leđima. Nakon dugotrajnog razmnožavanja, svaka ženka ostavlja oko 250 jaja tijekom dva mjeseca (Nilsson, 1996). Jaja su pojedinačna ili su grupirana u paketiće, i zalijepljena su za vodeno bilje sluzavim sekretom. Jaja se izlegu nakon 8 do 14 dana. Postembrionalni razvoj traje 16 do 34 dana, ovisno o temperaturi. Za mnoge Gerromorpha je karakterističan dimorfizam krila. Krila mogu biti duga (LW), kratka (SW) ili mogu biti bez krila (WL). Gazivode su klasificirane u 4 grupe na osnovi građe krila i fiziologije (Nilsson, 1996):

- LW monomorfizam: odrasli imaju duga krila
- Sezonski dimorfizam: odrasle jedinke kratkih krila koje nisu u reproduktivnoj fazi
- Povremeni dimorfizam: jedinke kratkih krila tijekom cijele godine
- SW/WL monomorfizam: sve jedinke kratka krila ili bez krila

Iz navedene podjele može se vidjeti da neke vrste mogu biti dugih, kratkih krila ili bez krila. Kod nekih vrsta tijekom godine izmjenjuju se forme krila i to kod vrsta koje imaju dvije generacije tijekom godine (Brinkhurst, 1963). Te vrste u zimi imaju potpuno formirana krila, duga ili kratka, a u ljeto su im krila reducirana ili ih uopće nemaju. Staništa Gerromorpha su slatkovodne vode, od malih lokvi do litoralnih zona velikih jezera, pa čak i Baltičkog mora. Raznolikost Gerromorpha je veća u manjim, stagnantnim vodama. Gerromorpha su karnivore ili strvinari koji se hrane mrtvim ili polumrtvim kukcima. Također, imaju i ulogu u biološkoj kontroli komaraca. Prirodni neprijatelji Gerromorpha su neki pauzi (Lycosidae), kukci (Notonectidae, Odonata), ribe, žabe i neke ptice. Često je prisutan i kanibalizam kod nekih vrsta i to najčešće u stadiju ličinke.

Životni ciklus Nepomorpha obuhvaća stadij jaja i pet ličinačkih stadija koja su vrlo slična odraslom kukcu. Dišni sustav prva dva ličinačka stadija može iskoristiti otopljeni kisik iz vode. Ostali stadiji moraju izranjati na površinu da bi obnovili zalihu zraka u mjehuriću na kraju zatka, kao i odrasli. Većina Nepomorpha prezimljuju kao odrasle jedinke. Tijekom godine se razvija jedna generacija, ali i do tri generacije ako je ljeto vrlo toplo (Nilsson, 1996). Nepomorpha naseljavaju različita staništa, od manjih lokvi do jezera i rijeka.

Raznolikost vrsta je veća u stagnirajućim vodama. Nepidae i Naucoridae su sklone područjima koja su bogatija vegetacijom. Brojnost Pleidae, Notonectidae i Corixidae je veća u vodama s manje riba, jer su one njihovi predatori. Većina Nepomorpha su predatori i hrane se ostalim vodenim životinjama. Neke vrste iz porodice Corixidae su i strvinari.

Porodici Nepidae pripadaju sporo-plivajuće ili gmizajuće vrste, koje su najčešće između vegetacije pa ih je teško otkriti. Ova porodica je na području Europe zastupljena s dvije vrste, *Nepa cinerea* i *Ranatra linearis*. Obje vrste su predatori. Odrasli na kraju zatka imaju dugački nastavak dišne cijevi i po tome se razlikuju od ostalih vodenih kukaca. Proces razmnožavanja započinje u proljeće. Ženke odlažu jaja na vodenu vegetaciju (*Ranatra linearis* 6 do 8 jaja, a *Nepa cinerea* 2 jaja). Iz jaja se razviju prvo ličinke koje su skoro identične imagu (nepotpuna preobrazba) samo što imaju puno kraću respiratornu cijev. Ove vrste prezimljuju u odraslom stadiju.

Odrasle jedinke porodice Notonectidae su između 13 i 16 mm duljine. Aktivni su predatori. Plivaju naopako i prednjim nogama se znaju zakačiti za površinu vode, pa izgleda kao da vise. Na nogama imaju osjetila kojima mogu detektirati mogući plijen, kao što su manji kukci koji su pali na površinu vode.

Na području Europe porodica Naucoridae (nauznačarke) ima samo jednu vrstu (*Ilyocoris cimicoides*). Ova vrsta naseljava sva vodena staništa koja su bogata vegetacijom. Odrasla jedinka je dugačka oko 13 mm, tijelo joj je plosnato i prednje noge imaju pandže za držanje plijena. Zimu prezimljuje u odraslom stadiju.

U europskim vodama porodica Pleidae ima samo jednu vrstu, *Plea minutissima*. Odrasla jedinka je duljine između 1.8-3 mm. To je pradatorska vrsta jer se hrani malim račićima (Cyclops, Ostracoda) i ličinkama vodenih kukaca kao što su Ephemeroptera, Chironomidae i Culicidae. Prezimljuje zimu u odraslom stadiju.

Porodica Corixidae je najbrojnija porodica od svih vodenih stjenica. Vrste iz ove porodice hrane se ostacima životinjskog podrijetla kopajući sediment, kao i algama i detritusom. One imaju sposobnost brzog rotiranja tijela i slabijeg leta tako da izgleda kao da skaču po površini vode. Odrasle jedinke prezimljuju, a jaja liježu u proljeće na vodenu vegetaciju. Ličinke se razvijaju tijekom ranog proljeća.

Veličina tijela vodenih kornjaša znatno varira od vrste do vrste (1,5 - 70 mm), ali s obzirom da ima porodica čije su vrste vrlo male ili su i veće vrste, ali im je brojnost smanjena jer su pred izumiranjem na svjetskoj razini. Nema puno saznanja o njihovoj biologiji, posebno životnim ciklusima. U prilog navedenom ide činjenica da ličinke ugrožene vrste *Graphoderus bilineatus* nemaju dovoljno dobro opisan ličinački stadij i da stariji opisi ličinačkog stadija

(Galewski 1975, 1990) nisu adekvatni (Holmen, 1993). Naime, vodeni kornjaši su holometabolni kukci koji u svom životnom ciklusu prolaze potpunu preobrazbu, što znači da se jasno razlikuju četiri razvojna stadija: jaje (ova), ličinka (larvae), kukuljica (pupa) i odrasla jedinka (imago). Stadij jaja je najslabije istražen, te je poznato tek da ih ženke mogu polagati u vodenu vegetaciju, kokone s zrakom ili u obalnu zonu (Nilsson, 1996; Jäch i Balke, 2008). Ličinke vodenih kornjaša prolaze kroz 3-8 stadija u vodi i zatim napuštaju vodu i u zemlji se zakukulje. Razvoj ličinke se najčešće odvija tijekom ljetnih mjeseci, ali vrste koje se hrane algama imaju i tzv. zimske ličinke npr. porodica Haliplidae. Osnovne morfološke značajke ličinki vodenih kornjaša ne razlikuju se od kopnenih vrsta. Ono što može olakšati njihovu determinaciju je svakako prisutnost uzdušničkih škrga, nogu s dlakama za plivanje ili preobražene gornje čeljusti za sisanje (Dytiscidae). O stadiju kukuljice se također malo zna, s tim da faza kukuljice traje od 2-4 tjedna i zatim se razvija odrasla jedinka (Wichard i sur., 2002). Također je poznato da se većina ličinki zakukulji izvan vode, u sediment obalne zone ili čak unutar vodene vegetacije. Kukuljice su najčešće građene od mekane kutikule te nemaju funkcionalne gornje čeljusti (Nilsson, 1996). Osnovna morfološka značajka imaga je izrazito sklerotizirano tijelo s nešto drukčijom morfologijom od ostalih kukaca. Tako je prednji par krila hitiniziran (pokrilje, elitrae), a stražnji opnast (potkrilje) te služi za letenje, dok je u mirovanju sklopljen ispod elitri. Na glavi odraslog vodenog kornjaša nalaze se 11-dijelna ticala, koja se svojom građom i oblikom razlikuju među vrstama. Usni su organi većinom za grizenje, ali se razlikuju u svojoj građi između mesojednih, biljojednih te detritovornih predstavnika.

Životni ciklus Haliplidae ima tri ličinačka stadija koji razvoj prolaze u vodi. Ličinke su veličine do 10 mm i hrane se fitoplanktonom (zelene alge, Characeae), dok su odrasle jedinke omnivore. Razvoj ličinke može trajati od dva mjeseca do dvije godine (Nilsson, 1996). Zrela ličinka (treći stadij) migrira na obalu kako bi prešla u stadij kukuljice ili kako bi prezimila. Zakopa se u tlo ili tresetište obalne zone. Jedinke nekih vrsta mogu prezimiti i kao odrasle u vodi. Odlaganje jaja započinje u lipnju i može trajati sve do kolovoza. Staništa Haliplidae su velike, stajaće vode. Brojnost vrsta je najveća u čistim, ali nutrijentima bogatim vodama. Neprijatelji Haliplidae su ličinke Odonata, Dytiscidae i neke ribe. Odrasle jedinke na kraju zatka, ispod pokrilja nose mjehurić sa zrakom kojeg obnavljaju u intervalima izranjanjem na površinu. Manje vrste mogu izdržati i nekoliko dana da ne obnove zalihu zraka. Tijelo im je oblika kapljice, ovalno i duljine od 2 do 4,6 mm.

Životni ciklus vrsta iz porodice Dytiscidae (kozaci) obuhvaća 3 ličinačka stadija koja prolaze razvoj u vodi. Većina vrsta prolazi ličinački stadij tijekom ljeta. Zrela ličinka napušta vodu

zbog presvlačenja. Ličinke Dytiscidae su predatori, a odrasli su strvinari i predatori. Plijen ličinki i odraslih može biti isti npr. ličinke komaraca. Oni se nalaze na vrhu ljestvice predatora u manjim vodenim staništima. Osim što su predatori, oni su i plijen nekim beskralježnjacima: ličinkama vretenaca, Notonectidama i ličinkama Trichoptera, ali i kralježnjacima: ribama, pticama i manjim sisavcima. Obzirom na životnu formu ličinke se dijele u četiri grupe (Galewski, 1971):

1. Plivajući tip – kao prikriveni ili aktivni predatori vrebaju svoj plijen na vodenoj površini ili među vodenom vegetacijom (npr. ličinke velikih Dytiscidae kao što je *Dytiscus marginalis*)
2. Plutajući tip – to su planktonske ličinke koje imaju tanko tijelo i upadljivo izduženi prosternum (npr. ličinke *Graphoderus*, *Acilius*)
3. Gmizajući tip – ove ličinke su sklone dnu vodenih tijela ili se zadržavaju na vodenom bilju (npr. mnoge ličinke Hydroporinae, vrste iz roda *Hyphydrus*)
4. Zakopavajući tip – ove ličinke imaju kratke noge za kopanje i snažne čeljusti i žive u podlozi; ovaj tip je karakterističan samo za rod *Noterus*

Sve odrasle jedinke Dytiscidae žive u vodi, ali mogu napustiti vodu zbog prezimljavanja, tako da u jesen odlete. Veće vrste migriraju i dalje do nekih većih, stajaćih voda. Staništa Dytiscidae su svi oblici slatkovodnih voda i unatoč tome njihova je raznolikost veća u manjim stagnirajućim vodama. U manjim jezercima može do 30 vrsta živjeti zajedno (Nilsson, 1996). Izbor staništa mnogih vrsta je u korelaciji s kemijskim sastavom vode. Općenito, vode bogatije vegetacijom imaju raznolikiju faunu Dytiscidae. Neke vrste su lošiji plivači i zato borave između vodene vegetacije.

Životni ciklus Gyrinidae (vrtice) ima tri ličinačka stadija koji razvoj prolaze u vodi. Odrasle jedinke uglavnom se mogu vidjeti na površini vode kako se vrte u krugovima, te stvaraju valove te kako se odbijeni valovi vraćaju informiraju ih o preprekama. Odlaganje jaja započinje krajem travnja i može trajati sve do kolovoza (rod *Gyrinus*) ili jaja odlažu tek u jesen (rod *Orectochilus*). Potpuni razvoj od jaja do odrasle jedinke može trajati od pet do sedam tjedana. Vrste iz roda *Gyrinus* prezimljuju u obliku imaga među vodenom vegetacijom obalne zone, dok vrste iz roda *Orectochilus* prezimljuju u ličinačkom stadiju, a odrasle jedinke najvjerojatnije umiru prije zime. Nekoliko različitih vrsta najčešće imaju iste stanišne zahtjeve, tako da se do osam vrsta može odrediti u jednom manjem vodenom staništu (Nilsson, 1996; Csabai 2000). Ličinke i odrasle jedinke su predatori, a najčešći plijen su ostali kukci Chironomidae (Diptera).

Vrste iz porodice Hydrophilidae (vodoljupci) odlažu jaja u proljeće ili rano ljeto. Ona mogu biti ostavljena na vodenoj vegetaciji ili zakopana u tlo na obali. Jaja većih vrsta (*Hydrochara*, *Hydrophilus*) plove na površini skrivena opalim lišćem. Ženke rodova *Spercheus* i *Helochares* nose jaja ispod abdomena. Broj jaja varira od 5 do 100. Najčešće se izlegu nakon jedan do dva tjedna. Ličinke Hydrophilidae su većinom vodene, ali i neke ličinke žive u tlu litoralne zone. Vrlo brzo rastu i potpunu veličinu dostignu za 2 do 4 tjedna. Zatim se zakopavaju u tlo gdje se presvlače. Za nekoliko tjedana se razvije odrasli kukac koji još oko tjedan dana ostaje u skloništu da mu egzoskelet očvrсне i dobije potpunu pigmentaciju. Odrasli se pojavljuju sredinom ili krajem ljeta i ulaze u period letenja kada migriraju i naseljavaju nova staništa. Neke vrste se razmnožavaju u jesen, ali jaja ostavljaju tek sljedeće proljeće. Hiberniraju uvijek u stadiju odrasle jedinke. Mnoge vrste imaju i drugi period migracije u proljeće, prije ostavljanja jaja. Kada su optimalni vremenski uvjeti, mogu prijeći i nekoliko stotina kilometara. Većina vrsta su slabiji plivači, pa ih se može pronaći kako se penju po vegetaciji. Naseljavaju stajaće i slabo tekuće vode, koje su eutrofizirale i zarasle vodenim biljem, a neke vrste su ograničene samo na oligotrofne vode gdje imaju važnu ekološku ulogu. Ličinke se hrane algama, sporama, ali su i predatori i strvinari. Odrasli se hrane biljnim materijalom, a neke vrste su i omnivore. Oni su i plijen ostalim vodenim kukcima (Dytiscidae), ribama i pticama.

2.1.4. Ekološke značajke

Vodene stjenice i kornjaši uključuju veliki broj vrsta te su među glavnim skupinama vodenih makrobescralježnjaka slatkovodnih staništa i močvara (Nilsson i Söderberg, 1996). Oni pokazuju veliku biološku raznolikost i osim toga imaju mogućnost kolonizacije svih tipova vodenih staništa (Ribera, 1993).

Kao i na druge skupine vodenih kukaca, tako i na vodene stjenice i kornjaše utječu fizikalno-kemijska obilježja vode. Od fizikalnih obilježja na sastav i strukturu faune najviše utječe brzina strujanja vode. Zato se vodeni kornjaši mogu podijeliti u vodene kornjaše lotičkih (tekućih voda) i lentičkih sustava (stajaća voda) (Ribera i Vogler, 2000; Ribera i sur., 2003). Ipak na faunu vodenih kornjaša mogu više utjecati fizičke značajke samog staništa, kao što je hidromorfologija i hidrogeologija, nego fizikalno-kemijski parametri vode (Foster i sur., 2006).

Od kemijskih obilježja vode dokazano je da na sastav i brojnost vodenih kornjaša najviše utječe pH vode, električna provodljivost i alkalinitet (Cuppen, 1983; Miserendino i Archangelsky, 2006).

Od biotičkih čimbenika koji utječu na razvoj i rasprostranjenje vodenih kornjaša, posebno utječe prisutnost vegetacije (Verbek i sur., 2005; Molnár i sur., 2009). Već je poznato da su pojedini kornjaši s vegetacijom povezani ili putem prehrane ili zbog nastanjivanja u određenim razvojnim stadijima životnog ciklusa (Nilsson, 1996; Csabai, 2000; Csabai i sur., 2002). Prisutnost vegetacije utječe i na koncentraciju otopljenog kisika u vodi što je od presudne važnosti za vodene kornjaše koji dobivaju kisik putem zračnog filma (tzv. plastrona) na površini tijela (Nilsson, 1996). Neke biljne vodene zajednice, kao što su tršćaci, mogu imati negativan učinak na sastav vodenih kornjaša, jer gusta vegetacija tršćaka može smanjiti sposobnost kolonizacije iz zraka te smanjiti temperaturu vode (Molnár i sur., 2010). Prema nekim autorima još uvijek ne postoji dovoljno saznanja o odnosima između vegetacije i strukture i sastava vodenih kornjaša (Verbek i sur., 2001; Nilsson, 1996; Lundkvist i sur., 2001; Molnár i sur., 2010). Na brojnost i raznolikost vrsta utječu i druge stanišne značajke kao što je hidroperiod, zasjenjenost staništa, veličina, starost i homogenost staništa (Eyre, 1990; Nilsson i Söderberg, 1996; De Szalay i Resh, 2000; Fairchild i sur., 2000, 2003; Lundkvist i sur., 2001). Međutim, dokazano je da je prisutnost vode (hidroperiod) jedan od glavnih parametara koji utječu na faunu vodenih kukaca (Lundkvist i sur., 2001; Valladares i sur., 2002; Rundle i sur., 2002; Fairchild i sur., 2003; Tarr i sur., 2005; Temunović i sur., 2007; Turić i sur., 2011, 2012). Među važnim biotičkim čimbenicima koji se navode u literaturi vrlo bitnu ulogu u formiranju strukture i sastava faune vodenih kukaca ima kompeticija, te interakcije predator-plijen (Larson, 1985; Bosi 2001). Većina autora pretpostavlja da se još uvijek premalo zna o utjecaju biotičkih čimbenika na sastav vodenih stjenica i kornjaša, te tvrde da bi biotički čimbenici mogli imati veći utjecaj od abiotičkih (Verbek i sur., 2005; Bosi, 2001; Molnár i sur., 2010). Ujedno se ne bi trebao izostaviti i veliki utjecaj uništavanja vodenih staništa djelovanjem čovjeka koji ima utjecaj na faunu svih organizama, pa i kukaca (Eyre, 2006).

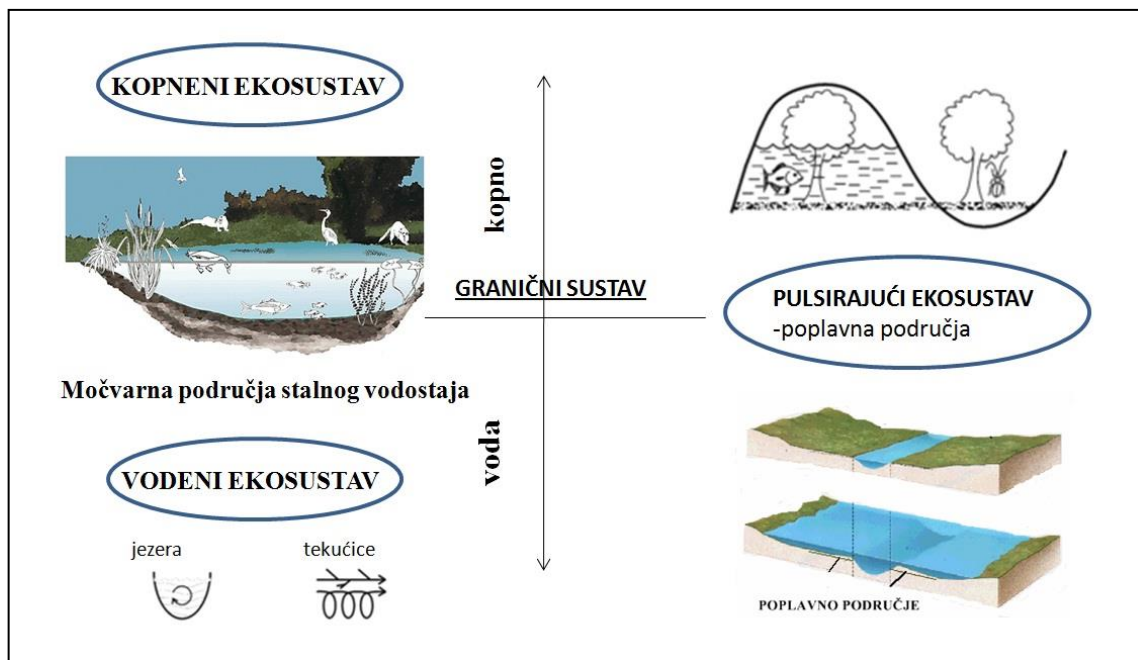
Kao i ostali vodeni beskralježnjaci, vodeni kukci su također indikatori kvalitete vodenih ekosustava, od prisutnosti velike količine nutrijenata pa sve do zagađenosti vode različitim polutantima (Sanchez-Fernandez i sur., 2004; Miserendino i Archangelsky, 2006; New, 2010). Fauna vodenih stjenica i kornjaša najbolje je istražena na području Pirinejskog poluotoka, Engleske i Austrije. Na navedenim se područjima dulji niz godina provode sustavna i temeljita istraživanja vezana za zaštitu i uporabu vodenih stjenica i kornjaša kao

bioindikatora, posebice kao indikatora bioraznolikosti koji bi se koristili u odabiru prioritarnih staništa u očuvanju i upravljanju vodenih ekosustava (Foster, 1992; Sanchez-Fernandez i sur., 2004; Sanchez-Fernandez i sur., 2006; Eyre i sur., 2006). Kontinuiranim istraživanjima dokazano je da vodene stjenice i kornjaši imaju niz prednosti koje im omogućuju status potencijalnih indikatora bioraznolikosti. Među ostalim to su: lako sakupljanje, činjenica da su jedini pripadnici makrobeskralježnjaka slatkih voda koji su prisutni u svim vodenim staništima, dobro poznata biologija i rasprostranjenost na određenom području, a dovoljno su informativni na višoj taksonomskoj razini, roda ili porodice (Eyre i sur., 2006; Sanchez-Fernandez i sur., 2004; 2006). Isti autori ističu i da već uvelike primjenjivani bioindikator poput Trichoptera ili Plecoptera ne nastanjuju sve tipove vodenih staništa, za razliku od vodenih stjenica (Heteroptera) i vodenih kornjaša (Coleoptera) kod kojih je heterogenost staništa jedna od osnovnih značajki.

2.2. Poplavna područja kao stanište vodenih kukaca

Poplavna područja nizinskih rijeka su najproduktivniji, najraznolikiji i najugroženiji ekološki sustavi u svijetu i u Europi (Gopala i sur., 2001). Istodobno, površina poplavnih područja se dramatično smanjuje zbog velikih utjecaja na vodni režim gradnjom brana i nasipa, ali i neprimjerenog poljoprivrednog i šumskog iskorištavanja, te iskorištavanja mineralnih resursa (Tockner, 2002). Stoga je u Europi već 90% poplavnih područja značajno degradirano i stoga su funkcionalno izumrla.

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, spoznaje o rijekama i njihovim poplavnim područjima, znatno su poboljšane primjenom novih teorijskih koncepcija: "River Continuum Concept" (Vennote i sur., 1980) i "Flood Pulse Concept" (Junk i sur., 1989; Bayley, 1995; Junk, 1999). Polu-vodene komponente poplavnih područja, uključujući sekundarne kanale, nepovezane i privremene vode, kao i močvara, slabo su istraživane, unatoč značajnom doprinosu biološke raznolikosti (Buijse sur., 2002). Bioraznolikost u poplavnim područjima je izrazito velika jer su to ekološki sustavi na granici između kopna i vode (Slika 1), te su ujedno i vrlo dinamični ekosustavi jer su pod neprestanim utjecajem snažnih fluktuacija vodostaja (Gopala i sur., 2001).



Slika 1. Prikaz smještaja poplavnih područja (tzv. pulsirajućih ekosustava u odnosu na kopneni i vodeni ekosustav (slika preuzeta i prilagođena iz Junk, 1989)

To su područja na kojima se susreću voda i tlo te putem širokog dodirnog pojasa miješaju svoje karakteristike stvarajući sustav novih osobina. Prema "flood pulse concept-u" (FPC), matične rijeke i njihova poplavna područja su integrirane komponente jednog dinamičkog sustava, povezane snažnim interakcijama između hidroloških i ekoloških procesa (Junk i sur., 1989; Bayley, 1995). Poplave predstavljaju glavnu pokretačku snagu koja određuje raspored zajednica, određuju uvjete opstanka, brojnost jedinki u zajednici te potiču ili ograničavaju razvoj biljnog i životinjskog svijeta. Globalne klimatske promjene u Europi ukazuju na povećan rizik od poplava, te se predviđaju i izmjene ekstremno poplavnih i sušnih razdoblja. Promjene vodnog režima dunavskog sliva koje su se dogodile unazad nekoliko godina potvrđuju klimatske promjene. Tako su velike poplave bile u proljeće-ljeto 2005., 2009. i 2010. godine, a ekstremno sušno razdoblje obilježilo je gotovo cijelu 2003. i 2011. godinu. Za bolje razumijevanje ekologije poplavnih područja, potrebno je utvrditi na koji način populacije i vrste reagiraju na uobičajene fluktuacije vodostaja, te na ekstremne poplave i iznimno sušne uvjete. To je posebno bitno za upravljanje rijekama i poplavnim područjima koja su izložena utjecaju stresnih čimbenika. Razumijevanje hidroloških procesa i utjecaja na živi svijet najvažniji je izazov s kojim se suočavaju aktualna ekološka istraživanja poplavnih područja (Tockner i sur., 2010).

Istraživanja ekstremnih poplava provedena u poplavnom području rijeke Elbe (Njemačka) u 2002. godini pokazala su da su poplave imale različit utjecaj na floru i faunu poplavnih travnjaka (Ilg i sur., 2008). Istraživanje utjecaja hidroloških promjena na sastav predatorskih vrsta kornjaša (Dytiscidae) poplavnih područja srednje Švedske pokazalo je da njihov razvojni ciklus ovisi o hidrološkim promjenama i da im je najveća aktivnost povezana s proljetnim poplavama (Persson Vinnersten i sur. 2009). Dok, istraživanja vezana uz utjecaj vodnog režima na vodene kukce velikih europskih rijeka nisu zabilježena. Poplavna područja su odavno zanemarivana u istraživanjima vodenih kukaca, iako su oni jedan od glavnih skupina vodenih makrobeskralježnjaka u slatkovodnim staništima i močvarama. Dokazano je da su dobri bioindikator kvalitete staništa (Foster 1987) jer su osjetljivi na promjene okolišnih čimbenika (Fairchild sur., 2003), te se koriste u odabiru prioritetnih staništa za očuvanje i upravljanje vodenih ekosustava (Foster 1987; Sanches-Fernandez et al 2004, 2006). Rezultati prethodnih istraživanja na fitoplanktonu i bakterioplanktonu poplavnog područja Dunava ukazali su važnost utjecaja hidroloških procesa (Palijan i sur., 2007; Mihaljević i sur., 2009). Međutim, postoji nekoliko suprostavljenih hipoteza koje se bave utjecajem poplava u ekološkim sustavima rijeka-poplavno područje. Prema FPC-u, poplava se ne smatra disturbancijom, dok su druge teorije ("intermediate disturbance" hipoteza, Connell,

1978) pokazale da poplave mogu imati negativan utjecaj na beskralježnjake. U pravilu, različite skupine organizama reagiraju drukčije na uvjete plavljenja. Životinjske vrste poplavnih područja odgovaraju na uvjete periodičnih poplava razvojem kompleksnih strategija preživljavanja i prilagodbi: morfološke, anatomske, fiziološke, fenološke te formiraju karakteristične zajednice (Junk i sur., 1989; Adis i Junk, 2002; Turić i sur., 2012).

2. 3. Povijesni pregled istraživanja vodenih kukaca (Heteroptera, Coleoptera) na području Hrvatske

Fauna vodenih kukaca slabo je istražena na području Hrvatske. Može se reći da je fauna vodenih stjenica (Heteroptera) nešto više istražena nego fauna vodenih kornjaša (Coleoptera). Prvi podaci o fauni stjenica Hrvatske potječu s početka 19. stoljeća (Germar, 1817 u Nonveiller, 1984). Polovicom 19. stoljeća istraživanja se nastavljaju u Dalmaciji (Frauenfeld, 1856), dok se krajem 19. i početkom 20. stoljeća intenziviraju istraživanja te se pregled radova može pronaći u radovima Durbešić (1984) i Nonveiller (1989). Zatim se istraživanjima stjenica u Hrvatskoj počinje baviti P. Novak, koji počinje uzorkovati u Dalmaciji i okolnim područjima 1924. godine i nastavlja sve do 1954. godine (Novak & Wagner, 1951). Njegov materijal čini i glavninu do sada poznatih podataka o fauni stjenica u Hrvatskoj uopće, s 513 vrsta zabilježenih za Dalmaciju.

Početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća počinju s istraživanjem stjenica djelatnici Hrvatskog Prirodoslovnog muzeja u Zagrebu kao dio općenitih entomoloških istraživanja Hrvatske, i ta se istraživanja nastavljaju i danas. Istraživanjem vodenih vrsta stjenica Hrvatskog zagorja i gorske Hrvatske bavio se i Matoničkin sa suradnicima iz Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Matoničkin i sur., 1971; Matoničkin, 1987). Kontinuirana istraživanja vodenih stjenica započeta su tek nedavno (Strpić 1995a; 1995b; 1995c; 1995d; 1996, 1997) na području Kvarnera (otoci Krk, Prvić i Rab) u sjevernojadranskom primorju, otok Mljet, Turopolje i Hrvatsko Zagorje u središnjoj Hrvatskoj. Strpić je zaslužan i za pronalazak četiri vrste vodenih stjenica koje dotada nisu bile zabilježene na području Hrvatske, a to su: *Mesovelia furcata*, *Gerris asper*, *Gerris maculatus* i *Gerris odontogaster*. Nalaz vrste *Mesovelia furcata* predstavlja prvi podatak o porodici Mesovelidae i rodu *Mesovelia* za Hrvatsku, a preostale tri vrste iz roda *Gerris* su po prvi put zabilježene za Hrvatsku. Niti jedna od ovih vrsta nije rijetka, ali njihovi nalazi odražavaju nedovoljnu istraženost skupine i potrebu za daljnjim istraživanjem, u cilju proširenja poznavanja faune kao i areala vrsta (Strpić, 1997). Doprinos poznavanju faune stjenica Hrvatske dali su i ostali autori (Protić, 1989; Gogala i sur., 1990; Protić, 1990; Protić, 1991; Furlan i Gogala 1995; Polhelmus i sur., 1995; Andersen, 1995). Nešto novija istraživanja vodenih stjenica započela su 2005. godine (Merdić i sur. 2005, Turić, 2007) u kontinentalnom dijelu Hrvatske i to u Parku prirode Kopački rit. Nedavno je objavljen i aktualizirani popis vodenih stjenica (Nepomorpha) Hrvatske s dvije nove vrste za faunu

Hrvatske te četiri vrste koje već više desetljeća nisu zabilježene na području Hrvatske (Kment & Beran, 2011).

Što se tiče faune kornjaša, potrebno je znatno povećanje broja stručnjaka profesionalaca da bi se dobili suvremeni uvidi u ovu po vrstama najbrojniju skupinu kukaca. Popis kornjaša Hrvatske objavljen još 1877-1882. danas je sasvim nepouzdan i zastario iz više razloga. Njegova je podloga zbirka za koju je izgubljena temeljna dokumentacija, pa ne može služiti kao dokaz, te je i nomenklatura zastarjela. Stoga je neophodna redeterminacija i revizija zbirki, ali i sustavno prikupljanje novog materijala.

Prvi publicirani podaci o vodenim kornjašima datiraju iz 19. stoljeća (Küster, 1842), gdje se spominju vrste iz porodice Hydrophilidae s područja Dalmacije. Nadalje, Schlosser (1877) je u svojim istraživanjima kornjaša središnje Hrvatske, Slavonije i Dalmacije djelomično obuhvatio i vodene kornjaše te im je kao i drugim prikupljenim i zabilježenim predstavnicima pridružio hrvatska imena. Tako je prema današnjoj sistematici obradio sljedeće porodice: Dytiscidae (plovci), Haliplidae (plivači), Noteridae (vlagoljubi), Gyrinidae (vrtuljci), Hydrophilidae (povodnjaci), Hydraenidae (šavoljike), Hydrochidae (vodomili), Helophoridae (vorovci, micani, grbavci, rosani i trzini).

Početkom 20. stoljeća nadšumar iz Vinkovaca, Koča Gjuro, bavio se istraživanjem cjelokupne faune kornjaša. Na području Papuka i njegove okolice pronašao je nekoliko vrsta iz porodica Dytiscidae, Gyrinidae i Hydrophilidae (Koča, 1900). Nekoliko godina kasnije objavljuje popis tvrdokrilaca Vinkovačke okolice koji također obuhvaća nekoliko vrsta vodenih kornjaša iz porodica Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae i Hydrophilidae (Koča, 1906).

Od ostalih značajnijih stranih istraživača koji su na području Hrvatske skupljali vodene kornjaše potrebno je istaknuti sljedeća imena: Ganglbauer s rodом *Hydroporus* i *Riolus* (1892), Müller s Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Hydraenidae i Gyrinidae Dalmacije (1900, 1909, 1911), te Depoli s Hydradephaga Primorja (1913).

Nešto novija istraživanja ove skupine kukaca obuhvaćaju područje kvarnerskih otoka (Franciscolo 1972, 1978 i 1979), područje Dalmacije i dalmatinske otoke (Novak, 1952 i 1970), Istre, Velebita i područja oko Zagreba i Slavanskog Broda (Gueorguiev, 1965 i 1977). Prvim se sistematiziranim popisom vodenih kornjaša Hrvatske može smatrati onaj kojeg je Gueorguiev (1971) prikazao u svojem katalogu, gdje je detaljno popisano 350 vrsta unutar porodica: Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae i Hydrophilidae. Poznavanju faune vodenih kornjaša Slovenija i dijela Balkana, uključujući i područja Hrvatske, pridonio je i slovenski istraživač Alojz Kajzer (2001). On je popisao vrste iz porodica Hygrobiidae, Haliplidae, Gyrinidae i Dytiscidae koje je uzorkovao u razdoblju od 1935. do 1990. godine.

Od novijih istraživanja koji su doprinijeli poznavanju vodenih kornjaša Hrvatske, naročito Hydradephaga i porodice Hydrophilidae, u vodama stajaćicama svakako treba istaknuti radove sljedećih autora: Merdić i sur., (2005); Temunović i sur., (2007); Turić, (2007); Turić i sur., (2008), Turić i sur., (2011), Turić i sur., (2012). Do sada je najbolje istražen Park prirode Kopački rit, na čijem je području utvrđeno 46 vrsta vodenih kornjaša te se daljnjim kontinuiranim istraživanjima taj broj povećava (Merdić i sur., 2005; Turić, 2007; Turić i sur., 2008, Turić i sur., 2011, Turić i sur., 2012.). Tijekom 2005. godine uzorkovana je vrsta *Berosus geminus* (Coleoptera, Hydrophilidae) koja je na europskoj razini ugrožena vrsta, ali u Kopačkom ritu ima optimalno stanište te je i prvi puta zabilježena u fauni Hrvatske (Turić i sur., 2008). Vrsta *Enochrus affinis* (Coleoptera, Hydrophilidae), koja je također uzorkovana tijekom tog istraživanja, potvrda je nalaza za Hrvatsku. Raznolikost faune vodenih kornjaša istraživana je i u privremenim lokvama Parka prirode Lonjsko polje te je utvrđeno 29 vrsta (Temunović i sur., 2007). Krško područje Hrvatske obuhvaćeno je istraživanjima vodenih kornjaša lokvi Gorskog kotara (Turić i sur., 2011), te krških tekućica i izvora (Mičetić Stanković, 2012). Istraživanjem krških lokvi Gorskog kotara utvrđene su vrste *Anacena limbata* i *Anacena lutescens* iz porodice Hydrophilidae i vrsta *Hydroporus melenarius* iz porodice Dytiscidae koje su prvi put zabilježene za faunu Hrvatske (Turić i sur., 2011). Rezultati istraživanja krških tekućica i izvora pokazali su da je fauna vodenih kornjaša krškog područja jedinstvena te da vodeni kornjaši imaju značajan bioindikatorski potencijal za krška vodena staništa, uz uvjet zaštite vrsta i njihovih staništa (Mičetić Stanković, 2012).

2.4. Istraživana vrsta - *Graphoderus bilineatus* De Geer, 1775

2.4.1. Opis i biologija vrste

Red: Coleoptera (Insecta)

Podred: Adephaga

Porodica: Dytiscidae (kozaci)

Podporodica: Dytiscinae

Vrsta: *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774)

Graphoderus bilineatus je 14-16 mm veliki kozak. Tijelo je široko, ovalno i najšire u zadnjoj trećini. Gornja strana je žuto-crna, dok je donja žućkasta ili crvenkasta (Slika 2). Pronotum je žut i obrubljen s tankim tamnim rubovima na prednjoj i stražnjoj strani, dok je kod ostalih vrsta iz roda *Graphoderus* taj rub puni širi (Slika 3). U Europi rod *Graphoderus* ima četiri vrste, dok su u Hrvatskoj zabilježene tri vrste. Vrste koje su utvrđene na ovom području su *Graphoderus bilineatus*, *Graphoderus cinereus* (Linnaeus, 1758), *Graphoderus austriacus* (Sturm, 1834) dok vrsta *Graphoderus zonatus* (Hoppe, 1795) još uvijek nije zabilježena. Kod ove vrste kozaka prisutan je spolni dimorfizam. Mužjaci na prednjim nogama imaju prijanjalke kojima se prihvate za ženke tijekom parenja. Ova vrsta se lako može odrediti s nekoliko učestalo korištenih ključeva za determinaciju vodenih kornjaša Csabai (2000), Nilsson (1996), Klausnitzer (1996) i Drost i sur., (1992).

Ciklus im je vjerojatno jednogodišnji (Galewski, 1990; Nilsson i Holmen, 1995) s tim da odrasle jединke umiru nakon reprodukcije. Jaja polažu u rano proljeće (krajem travnja) u vodenu vegetaciju i nakon dvotjedne inkubacije izlaze ličinke koje se narednih 8-10 tjedana u tri stadija razvijaju u vodi. Ličinke zadnjeg stadija prelaze u kukuljicu čiji razvoj do odrasle jединke prolazi zakopana u tlu litoralne zone blizu vode. Najčešće su zakopane ispod mahovina, kamenja, lišća i grančica. Razvoj iz kukuljice do odrasle jединke traje oko 10 dana. Cjelokupan razvoj od jaja do odrasle jединke traje oko 2-2.5 mjeseca, ovisno o temperaturi vode, a odvija se od kraja travnja do početka listopada kada se mogu pronaći i odrasle jединke. Tijekom jedne sezone mogu se razviti i do dvije generacije (Helsdingen i sur., 1996). Još je uvijek nedovoljno poznata hibernacija ove vrste, moguće je da odrasli prezimljuju na kopnu (Hendrich i Balke, 2000) ili u vodi (Nilsson i Holmen, 1995). Odrasli su dobri letači, tako da usred nepovoljnih uvjeta mogu migrirati do drugih vodenih staništa. Vrsta

Graphoderus bilineatus je predatorska vrsta (ličinke i odrasle jedinke) koja se hrani ličinkama vodenih kukaca (Ephemeroptera, Chironomidae) i malim rakovima (Crustacea). Odrasle jedinke su odlični plivači. Opažena je i njihova povećana aktivnost u večernjim satima i noću (Hendrich i Balke, 2000). Ličinke se hrane planktonskim račićima. Nakon što uhvate plijen, probodu ga izduženim čeljustima i u njega ubace otrove i enzime koji omekšaju tkivo plijena i takvo omekšano tkivo usisaju.

Graphoderus bilineatus je stenovaletna vrsta jer je osjetljiva na kolebanja ekoloških čimbenika (Hendrich i Balke, 2000). Prema literaturi staništa ove vrste su gotovo uvijek veće trajne i nezasjenjene stajaće vode, obično plitka jezera i bare koje su uz rubove obrasle vodenom vegetacijom srednje gustoće (Foster, 1996; Helsdingen i sur., 1996; Hendrich i Balke, 2000; Cuppen i sur., 2006). Vrlo rijetko se pojavljuje u manjim povremenim lokvama koje inače predstavljaju glavno stanište većini vodenih kornjaša. Najveća brojnost jedinki je utvrđena u staništima kao što su uvale, rukavci i završetci kanala, gdje je gusta podvodna vegetacija koja je i sklonište od predatora (ribe). Živi u prirodnim i antropogenim staništima (npr. šljunčare). Voli čiste, prozirne i nezagađene vode, siromašne hranjivim tvarima. Općenito, još uvijek se nedovoljno zna o biologiji i ekološkim zahtjevima vrste (Hendrich i Balke, 2000), što je i preduvjet za učinkovito upravljanje i održavanje stabilnih populacija ove visoko ugrožene vrste.

Opće poznati razlozi ugroženosti ove vrste su gubitak i fragmentacija staništa koji su nastali uslijed promjena u vodnom režimu (odvodnjavanje, regulacija vodotoka, gradnja nasipa, akumulacija), te uslijed različitih fizičkih promjena pod utjecajem čovjeka npr. zatrpavanje ili zagađenje malih vodenih površina ili prirodno zaraštavanje, osobito manjih močvarnih staništa. Još jedan od važnijih razloga ugroženosti je i eutrofikacija, kao proces obogaćivanja vode nutrijentima uslijed čega se ubrzano razvijaju primarni producenti i takve vodene površine ubrzo zaraštavaju, te naposljetku presuše. Kao jedan od vrlo vjerojatnih razloga opadanja brojnosti ove vrste navedena je također prevelika gustoća riba koje se njome hrane, ali je moguć i utjecaj klimatskih promjena.



Slika 2. Habitus vrste *Graphoderus bilineatus* (fotografija: K. Mortensen)



Slika 3. Pronotum vrste *Graphoderus bilineatus* (fotografija: N. Turić)

2.4.2. Status zaštite

Prema IUCN-ovoj listi ova vrsta je u kategoriji pred izumiranjem, a u kategoriji ugroženosti je osjetljiva (VU) što znači da postoji visok rizik od izumiranja (Foster, 1996 u Van Helsdingen i sur., 1996), iako je status potrebno obnoviti (Foster, 1996). Osnovni podaci o ugroženosti vrste *Graphoderus bilineatus* prikazani su u tablici 1. Kao strogo zaštićena vrsta navedena je i u Dodatku II Bernske konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (NN Međunarodni ugovori, 6/2000). Osim toga, nalazi se i u Prilogu I i Prilogu IV Direktive 92/43/EEZ o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore. Vrsta je i u većini europskih država zaštićena zakonom, dok u Hrvatskoj još uvijek ne postoji crveni popis kornjaša (crveni popisi izrađeni su samo za porodicu Carabidae i za podzemnu faunu kornjaša). U važećem nacionalnom zakonodavstvu vrsta se nalaz u Prilogu II Pravilnika o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09), čime je svrstana u strane umjesto u zavičajne strogo zaštićene divlje svojte. Ovakav status svakako treba ispraviti u budućim izmjenama i dopunama Pravilnika.

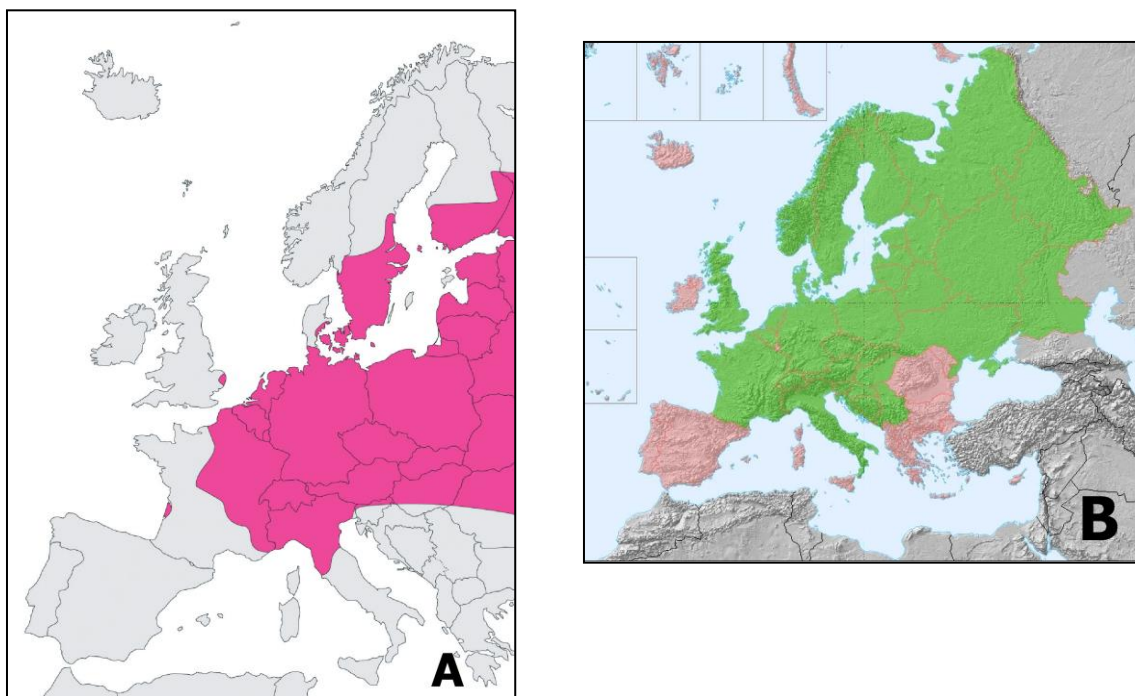
Tablica 1. Osnovni podaci o ugroženosti vrste *Graphoderus bilineatus*

OCJENA UGROŽENOSTI	
Kategorija crvene liste	VU B1+2ac
Godina utvrđenja ugroženosti	1996
Procjenitelj	Foster, G.
Povijest	1986-ugrožena (IUCN Conservation Monitoring Centre 1986)
	1988--ugrožena (IUCN Conservation Monitoring Centre 1988)
	1990-ugrožena (IUCN 1990)
Vodeni sustav	Slatkovodni

2.4.3. Rasprostranjenost vrste u Europi i dosadašnji nalazi u Hrvatskoj

Graphoderus bilineatus je palearktička vrsta, raširena u južnom dijelu Skandinavije, u srednjoj kao i u sjevernim dijelovima južne Europe (Portugal-vjerojatno izumro, Italija, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Srbija, Crna gora, Slovenija) (Helsdingen i sur., 1996;

www.faunaeur.org; Slika 4A, 4B). Nilsson i Holmen (1995) u areal rasprostranjenja uključili su i Španjolsku, ali za ovu vrstu nije provedeno ciljano istraživanje i u prošlosti nije utvrđena njena prisutnost (Ribera, 2006).

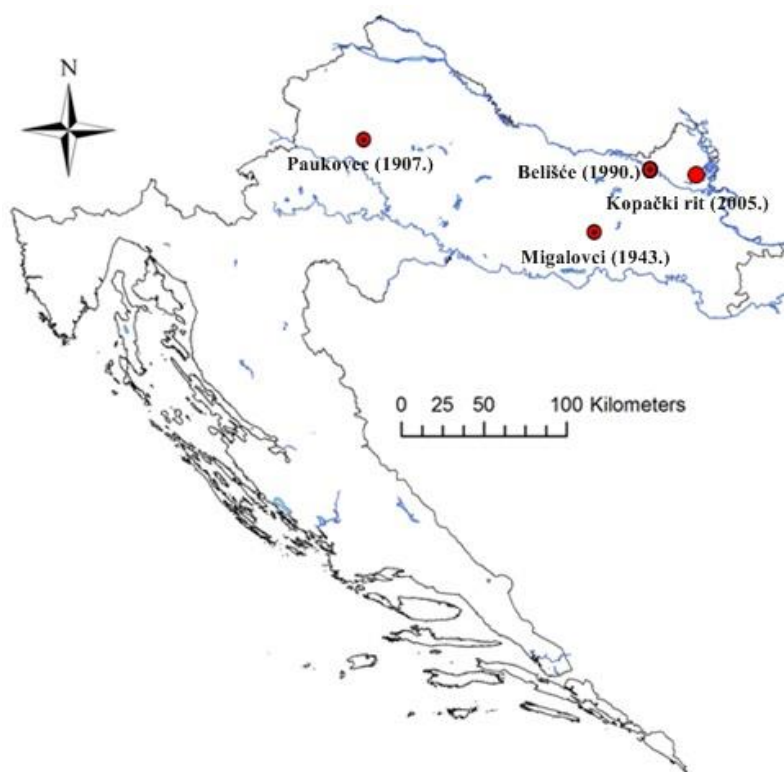


Slika 4. Areal rasprostranjenja vrste *Graphoderus bilineatus* (A-slika preuzeta iz Cuppen i sur., 2006, prilagođeno prema Helsdingen i sur., 1996; B- slika preuzeta s web stranice: www.faunaeur.org)

Ova vrsta je u potpunosti nestala ili je u značajnom opadanju brojnosti u većem dijelu svog europskog areala, jedino se u Finskoj, Švedskoj i Nizozemskoj, te nekim dijelovima bivšeg SSSR-a (Rusija, Bjelorusija i Ukrajina) smatrala široko rasprostranjenom i stabilnom (Holmen, 1993; Nilsson i Holmen, 1995; Helsdingen i sur., 1996). U Švedskoj nije zabilježena niti na jednom poznatom staništu od 2002. godine (Kálmán i sur., 2011). Od 1980. godine u Nizozemskoj je bila zabilježena na 15 lokaliteta, a istraživanjima od 2002. godine na brojnim lokalitetima nije pronađena, ali se pojavila na nekim novim lokalitetima (Huijbregts, 2004; Cuppen i sur., 2006; Koese & Cuppen, 2006). Zatim, prisutna je u nekim regijama Njemačke (Hendrich i Balke, 2000), Francuske (Baumel, 1994; Foster 1996), Belgije i Poljske (Dopagne, 1995). U Engleskoj vrsta nije zabilježena više od stoljeća, pa se može smatrati izumrlom (Foster 1996). Novija istraživanja prisutnosti i rasprostranjenja vrste u svrhu određivanja NATURA 2000 područja provedena su u većini europskih država,

međutim u nekim državama populacije ove vrste još uvijek nisu utvrđene (Cuppen i sur., 2006; Vrazec i sur., 2008; Hendrich i Balke, 2002, 2005; Kálmán i sur., 2011). Unatoč relativno širokoj distribuciji, na području srednje i južne Europe populacije ove vrste su u konstantnom opadanju i iznimno se rijetko pronalaze (Nilsson i Holmen 1995), a stanje u većini Europskih zemalja je ocjenjeno kao „nepovoljno“. Hrvatska se nalazi na južnoj granici areala ove vrste u Europi dok prema Fosteru (1996), Hrvatska nije niti uključena u areal rasprostranjena ove vrste (Slika 4A.)

Rasprostranjenost vrste u Hrvatskoj prije ovog istraživanja nije bila poznata. Prema literaturnim podacima vrsta *Graphoderus bilineatus* je bila zabilježena sporadično samo četiri puta. Najstariji nalaz je s područja Varaždina (lokalitet Paukovec) iz 1907. godine. Jedinka je mužjak i primjerak se nalazi u zbirci R. Koščec na Entomološkom odjelu Gradskog muzeja Varaždin (Šerić Jelaska i sur., 2008). Za Hrvatsku postoji još jedan stariji nalaz iz 1943. godine s područja Slavonije u Migalovcima kod Požege (Gueorguiev, 1965). Uzorkovana je samo jedna ženka, a primjerak ove vrste nalazi se u Nacionalnom muzeju u Pragu. Nešto noviji nalaz je također iz Slavonije, i to iz Belišća s područja rukavca Stare Drave iz 1990. godine (Kajzer, 2001), te recentniji nalaz iz 2005. godine u Parku prirode Kopački rit (Turić, 2007; Turić i sur., 2009, 2012). Svi lokaliteti nalaza prikazani su na Slici 5.



Slika 5. Prikaz nalaza vrste *Graphoderus bilineatus* od 1907. do 2005. godine na području kontinentalne Hrvatske

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

U ovom su istraživanju proučavani vodeni kukci (Heteroptera i Coleoptera) poplavnih područja i aluvijalne šume uz velike nizinske rijeke kontinentalne Hrvatske. Najveći dio istraživanja proveden je u Parku prirode Kopački rit, dok je istraživanje zaštićene vrste vodenog kornjaša *Graphoderus bilineatus* provedeno na širem području kontinentalne Hrvatske. Istraživanje vrste *Graphoderus bilineatus* provedeno je u Parku prirode Kopački rit, Parku prirode Lonjsko polje i Spačvanskom bazenu (Slika 6).



Slika 6. Istraživana područja: Park prirode Kopački rit, Park prirode Lonjsko polje i Spačvanski bazen

3.1. Kopački rit

Park prirode Kopački rit smješten je u sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske (45 °15' - 45 °53' zemljopisne širine i 16 °06' - 16 °41' zemljopisne dužine). Ukupna površina parka iznosi oko 23 km², a od toga 7 km² obuhvaća Poseban zoološki rezervat. Kopački rit je

poplavno područje rijeke Dunav, te je smješten u srednjem dijelu toka rijeke (1410. – 1383. r. km).

Područja u Kopačkom ritu, koja su trajno ispunjena vodom su tzv. jezera (najveće je Kopačko jezero, a najdublje Sakadaško jezero); povremeno plavljene udubine su tzv. bare; zatim udubljenja kojima struji voda su tzv. kanali; zatim linearna udubljenja tzv. fokovi koji su izravno povezani s Dravom i Dunavom i žile koje su također linearna udubljenja ali šira i plića, a njima voda iz fokova otječe u najniže dijelove Kopačkog rita (Mihaljević i sur., 1999). Međunarodno značenje Kopačkog rita potvrđeno je godine 1993. godine uvrštavanjem u Popis međunarodno značajnih močvara ("List of Wetlands of International Importance"), sukladno "Konvenciji o močvarama koje su od međunarodnog značenja, osobito kao prebivalište ptica močvarica", prihvaćenoj 1971. godine u Ramsaru (broj: 3HR002). Prema Ramsarskoj klasifikaciji dominantni tipovi staništa u Kopačkom ritu su trajno polavljene slatkovodne močvare i bare na organskim tlima s emergentnom vodenom vegetacijom tijekom većeg dijela vegetacijske sezone. Posebno značajni podsustavi hidrološkog sustava poplavnog područja su vodom trajno ispunjena plitka jezera i kanalska mreža kojom se odvija izmjena voda između poplavnog područja i korita rijeke Dunav.

Za održavanje čitavog poplavnog ekosustava vrlo je važna redovita pojava i trajanje poplava, kao i održavanje određene razine vode. Kopački rit je zapravo retencijski prostor za prihvrat izlivenih dunavskih voda, u kojem se određena količina vode zadrži, nakon što se poplavne vode povuku u korito matične rijeke. Najučestalije poplave pojavljuju se u kasno proljeće kada se počinju otapati velike količine snijega i leda u Alpama, pa vodostaj rijeka raste. Kako Drava ima kraći i ravniji tok, njezine nabujale vode prve stižu do ušća u Dunav, čije korito još može poprimiti nadošlu količinu vode. Dok tok Dunava više zavija po Srednjoj Europi i kad njegov vodni val stigne do ušća Drave nailazi na zapreku koju čine dravske vode s povišenim vodostajem i Aljmaška planina. Tada korito Dunava ne može primiti tu novu količinu vode, te ona počinje ulaziti sustavom kanala u Kopački rit uzrokujući poplave. Iako se Kopački rit opskrbljuje vodom na više načina, ipak je najveći udio u opskrbi, čak preko 90% dunavska voda, a glavno se punjenje i pražnjenje odvija Hulovskim kanalom koji je izravna veza s Dunavom (Bonacci i sur., 2002).

Poplavna nizina podijeljena je na sjeverni i južni dio koji su hidrološki odvojeni sustavi. Njihovo povezivanje putem Nadhat foka ostvaruje se samo pri visokim vodostajima Dunava ili pri vrlo visokim vodostajima kada se ta dva područja povežu u jednu cjelinu putem šireg područja Nadhat-a. U sjeverni dio voda ulazi putem Vemeljskog Dunavca, a u južni dio

putem Hulovskog kanala. Hulovski kanal ulijeva se u Kopačko jezero te kanalom Čonakut dolazi do jezera Sakadaš.

Hidrološki ciklus Kopačkog rita može se podijeliti na tri osnovna perioda (Palijan, 2010). Prvi je period izolacije poplavnog područja od rijeke Dunav kada su sva vodena staništa stajaćeg karaktera. Drugi je period izlivanja rijeke Dunav iz svog korita u kanalsku mrežu poplavnog područja, pri čemu se u kanalima posljedično pojavljuje protok, a razina vode kanala i jezera se povećava te pritome ne dolazi do njihovog izlivanja iz korita. Ovakav tip poplave se naziva protočni puls (Tockner i sur., 2000). Treći je period u kojem se razvija poplava u pravom smislu te riječi, odnosno kada se iz Dunava voda rasprostire po Kopačkom ritu puneći kanale i jezera, te poplavi kopneni dio poplavnog područja. Ovakav tip poplave se naziva poplavni puls (Junk i sur., 1989).

Mjerodavna vodomjerna stanica na Dunavu za područje rita je Apatin s tzv. "nultom" kotom vodomjera od 78,84 m nadmorske visine, smještena na 1401, 4 r. km. Stanica je udaljena 12,5 km od centra rita, pa se odgovarajuće kote u ritu dobiju preračunom (Majstorović i sur., 1998). Početak plavljenja Kopačkog rita je na +250 cm vodostaja Dunava mjerenog na vodomjernoj stanici Apatin (Đuroković & Brnić-Levada, 1999). Tada se visina vodostaja od +250 cm naziva "kritični vodostaj Dunava". Kada vodostaj dođe do +400 cm, voda u kanalima i jezerima se počinje prelijevati na okolno nizinsko područje Kopačkog rita. Poplava u južnom dijelu Kopačkog rita započinje u obliku protočnog pulsa kroz Hulovski kanal pri vodostaju od približno +85 cm na vodomjernoj postaji Apatin. U Sakadaškom jezeru taj se puls osjeti tek pri približno +167 cm, te traje do približno +250 cm kada započinje poplavni puls (Palijan, 2010).

Područje plavljenja definirano je nasipima izgrađenim sredinom prošlog stoljeća, a mehanizam punjenja i pražnjenja vrlo je složen i ovisan o razlikama količine vode u ritu i vodostaju Dunava. Prvo dolazi do plavljenja najdubljih terena, zatim se voda postupno širi kroz poplavno područje, ovisno o količini dunavske vode. Dakle, o vrlo promjenljivoj hidrologiji ovise hidrološka povezanost i hidroperiodi. Minimalni vodostaji u pravilu se javljaju početkom jeseni (rujan i listopad), nakon čega slijedi postupno povišenje vodostaja Dunava do njegovog maksimuma u travnju, te se poplave u prosjeku pojave 1-2 puta godišnje (Bonacci i sur., 2002). Postoje i razdoblja u nizu od godinu dana i više kada ne dolazi do plavljenja Kopačkog rita. Tijekom razdoblja niskih vodostaja stalne vodene površine rita su ili izolirane jedne od drugih ili čak i presuše, dok je za vrijeme ekstremnih poplava cijelo područje poplavljeno (Slika 7).

Dio područja Parka prirode nalazi se iza obrambenih nasipa i u tom području režim voda definiran je odvodnim i melioracijskim kanalima, te radom sedam crpnih stanica od kojih su najvažnije Zlatna Greda i Tikveš koje prebacuju vode u nebranjeni ili plavljeni dio rita.



Slika 7. Parka prirode Kopački rit za vrijeme različitih vodostaja (fotografije: N. Turić)

3.2. Lonjsko polje

Park prirode Lonjsko polje je smješten u središnjem dijelu kontinentalne Hrvatske (45 °15' - 45 °53' zemljopisne širine i 16 °06' - 16 °41' zemljopisne dužine) i to u području srednjeg toka rijeke Save s površinom od 506.5 km² (Klimo i sur., 2008). Većim dijelom se nalazi u Sisačko-moslavačkoj županiji, a manjim dijelom u Brodsko-posavskoj županiji. Cijelo područje Parka prirode izrazito je nizinski kraj nadmorske visine 90-110 m, a po svom karakteru je isključivo ruralno područje. Lonjsko polje, zajedno uz Mokro i Poganovo polje predstavljaju poplavne retencije rijeke Save koje imaju važnu ulogu u sustavu za obranu od

poplava. Većina poplavnih površina oko Parka prirode zaštićeni su u kategoriji značajnog krajobraza (Odransko i Sunjsko polje) te je na taj način osigurana prirodnost dinamike plavljenja.

Park prirode zajedno s ribnjacima Crna Mlaka, Lipovljani, Vrbovljani i Jelas polje i okolnim poplavnim površinama (Turopoljsko, Odransko i Ribarsko polje) smještenim uz rijeku Savu čine vrijedan močvarni ekosustav, koji je prepoznat kao važno područje gniježđenja mnogih vrsta ptica, te kao hranidbeno stanište i zimovalište ptica vodenih staništa. Lonjsko i Mokro polje su najveća prirodna mrijestilišta riba za cijelo područje dunavskog porječja, gdje za vrijeme poplava postoje idealni uvjeti za mrijest šarana, smuđa i soma. Isto tako veličina očuvanih poplavnih pašnjaka osigurava tradicionalno stočarstvo te uzgoj i očuvanje ugroženih autohtonih pasmina.

Zbog specifičnosti sliva rijeke Save, čije se vode slijevaju u prostore Lonjskog polja, klasični način obrane od poplava podizanjem obrambenih nasipa nije bio prihvatljiv. Zbog navedenog razloga, vodnim režim polja se regulira otvaranjem i zatvaranjem ustava. Retencija Lonjsko polje određena je retencijskim nasipima, te visokim terenom na sjeveru. Potpuni nadzor punjenja i pražnjenja retencije, te održavanje vode regulirano je ustavama Prevlaka, Trebež I i Trebež II (Gugić, 2008). Ustava Prevlaka je smještena oko 50 km nizvodno od Zagreba, te rasterećuje velike vode Save u kanal Lonja-Strug i dalje u retenciju Lonjsko polje. Ustave Trebež su smještene u donjem dijelu Save, te kada se vodostaj Save smanje omogućavaju pražnjenje retencije Lonjsko polje u Savu. Visina poplava, učestalost i trajanje poplava u Lonjskom polju se regulira od strane čovjeka, tako da ne postoji prirodni način plavljenja izlivanjem vode iz korita matične rijeke. Prikaz Lonjskog polja za vrijeme različitih vodostaja može se vidjeti na Slici 8.



Slika 8. Usporedni prikaz Lonjskog polja (postaja Čigoč) za vrijeme različitih vodostaja
(fotografije: M. Temunović)

3.3. Spačvanski bazen

Spačvanski bazen nalazi se u sjeveroistočnoj Hrvatskoj (44 °51' - 45 °09' zemljopisne širine i 18 °45' - 19 °10' zemljopisne dužine) i predstavlja složeni kompleks hrastove šume koja zauzima površinu od 400 km². Spačvanski bazen zaštićen je u kategoriji značajnog krajobraza te je cijeli kompleks nazvan po rijeci Spačvi. Ovaj krajobraz obuhvaća prostor dijela toka rijeke Spačve (obje obale) od granice s mjestima Županja, Bošnjaci odnosno kružnog opkopa iz turskih vremena zvanog „Optičar“, te do granice odjela 29 i 33 GJ Narača i Topolovac, kao i do lokaliteta Lučica kod Lipovca, gdje se rijeka Spačva ulijeva u Bosut. Hidrološki uvjeti bazena su uglavnom ovisni o podzemnim vodama na koje utječe vodni režim rijeke Save i pritoka Bosuta, Berave, Breznice, Spačve i Studve. Prirodna šumska vegetacija se sastoji uglavnom od hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), običnog graba (*Carpinus betulus* L.) te vrsta mekog drveta kao što su crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Geartn.), topola (*Populus* sp.) i vrbe (*Salix* sp.). Razvoj šume u povijesti je bio određen redovitim sezonskim promjenama podzemnih voda i povremenim poplavama.

Spačva je smještena na najnižim dijelovima Posavlja pa je dotok površinske i podzemne vode vrlo intenzivan, a to ujedno omogućuje razvoj bujne i bogate vegetacije. Nalazi se na 82 metra nadmorske visine. Srednja godišnja padalina je 804,9 mm, maksimalna temperatura zraka 37,5 C, a minimalna temperatura je -28,4 C. Tla se dijele u dvije skupine: automorfno tlo (nizinsko smeđe tlo i nizinski pseudoglej) i hidromorfno tlo (mineralno-močvarno).

Značajni krajobraz Virovi nalazi se na području Spačvanskog bazena. Virovi predstavljaju područje dijela vodotoka Virovi s lijeve i desne obale od mosta od šume Lože pa nizvodno do izlaska iz šume (GJ Slavir), u blizini rezervata Lože. Područje Virova ima karakteristike močvare, a samo u vrijeme velikih oborina, u proljeće i u jesen, proteku kao riječice do rijeke Spačve. Flora i fauna Virova slična je onoj iz Kopačkog rita.

Od potoka i rijeka, Virovi se razlikuju specifičnim hidrodinamičkim, geološkim, klimatskim, fizikalno-kemijskim i biološkim osobinama. Većim dijelom godine Virovi imaju odlike močvare što dokazuje i močvarna vegetacija priobalnog pojasa (Slika 9). Za vrijeme velike količine oborina, u proljeće i jesen, vodostaj se podigne. Tada Virovi uspostavljaju prirodnu vezu s rijekom Spačvom, a preko nje s Bosutom i Savom, ponašajući se kao sporotekuća riječica. Virovi skupljaju vodu iz šuma u području Bošnjaka i Otoka, te su dugi 18 380 m i široki oko 60 m te dubine 2-7 m, s tim da u biološki vrijednim zonama Ralje i Živačine širina im iznosi i preko 100 m. Voda je u Virovima bistra u površinskom sloju, dok su dublji slojevi

sivkastozeleni zbog otopljenih minerala i planktona i od jako izraženog procesa zarašćivanja ovog staništa makrofitnom vegetacijom.

Značajnu ulogu u vodostaju Virova imaju podzemne vode koje se kreću na dubini 1,75 - 2,75 m ispod površine zemljišta pa zato nikad ne presušuju. Dakle od prirodnog fenomena izvorišta - vira nastao je vjerojatno i naziv Virovi. Središnji, površinski dio Virova je bez vegetacije, u priobalnom području nalaze se raznovrsne flotantne biljke u izdvojenim asocijacijama: lopoč (*Nymphaea alba*), lokvanj (*Nuphar luteum*), mali lopoč (*Nymphoides peltata*), dvornik (*Polygonum amphibium*), vodena leća (*Lemna minor*), žabnjak ljutić (*Hydrocharis morsus ranae*) i rašac (*Trapa natans*). Čitave livade gradi voščika ili drezga, krocanj, žabnjak i mnoštvo zelenih končastih algi.

Dno Virova pokriveno je muljem koji omogućuje život raznim ličinkama prije svega mnogobrojnih kukaca. Miran vodeni tok omogućuje i planktonski način života. Trska (*Phragmites communis*), rogoz (*Typha latifolia*), šaš (*Carex sp.*) i šašina (*Scirpus sp.*) najbujnije su razvijeni u "oazi" Živačine gdje se nalazi šumska krčevina kružnog izgleda s površinom oko 3 km. Zbog obilja sunca i vlage trska ovdje premašuje visinu čovjeka pa u njoj nalaze sklonište brojne životinje. Zahvaljujući bujnoj vegetaciji u vodi Virova nalaze se raznovrsni kukci koji služe kao hrana brojnim ribama i drugim životinjama.



Slika 9. Istraživana postaja značajnog krajobraza Virovi tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci
(fotografije: N. Turić)

4. MATERIJAL I METODE

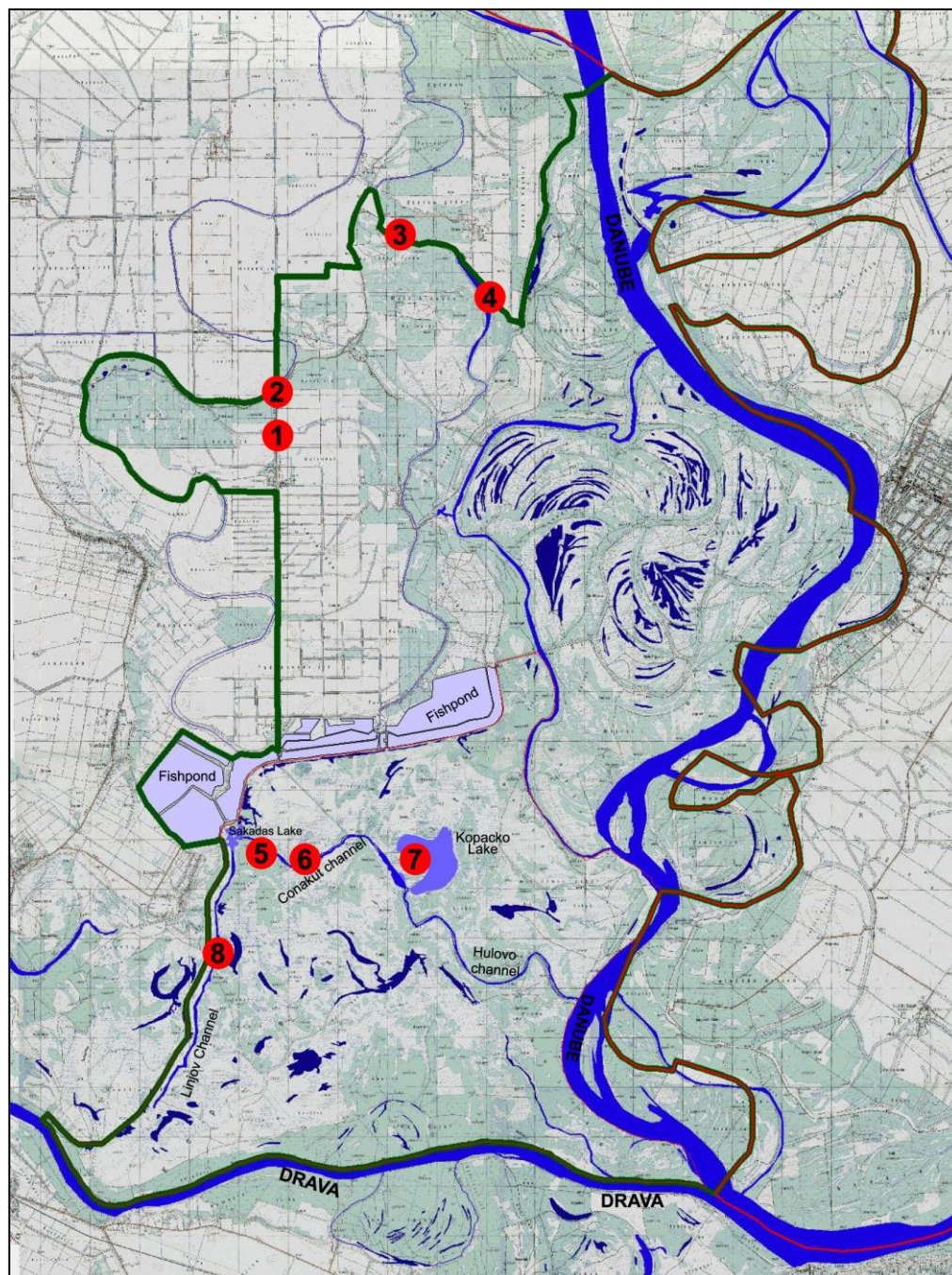
Doktorski rad izrađena je na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku gdje su obavljene pripreme za terenski dio rada, izolirani i obrađeni uzorci s terena i determinacija vodenih stjenica i kornjaša. Na Odjelu za biologiju i Odjelu za ekologiju i hidrobiologiju, Sveučilišta Janus Pannonius u Pečuhu odrađene su statističke analize, dok je pisanje doktorske disertacije odrađeno na Odjelu za biologiju uz mentorstvo izv. prof. dr. sc. Enriha Merdića.

Sustavno prikupljanje uzoraka u Parku prirode Kopački rit provedeno je u okviru terenskih istraživanja na znanstvenom projektu "Entomofauna Kopačkog rita" (285-1193080-2151) glavnog istraživača izv. prof. dr. sc. Enriha Merdića. Istraživanje i uzorkovanje provedeno je na osnovi dozvola Ministarstva kulture Republike Hrvatske (Ur. broj: 532-60-06-07-01; 532-60-10-09-02; 532-60-10-2010-04; 532-60-10-11-0). Prikupljanje uzoraka u svrhu istraživanja zaštićene vrste vodenog kornjaša (*Graphoderus bilineatus*) u kontinentalnoj Hrvatskoj za potrebe izrade prijedloga potencijalnih NATURA 2000 područja provedeno je u okviru suradnje Odjela za biologiju, Udruge za biološka istraživanja-BIOM i Državnog zavoda za zaštitu prirode, temeljem ugovora (Klasa: 612-07/10-27/32, Ur. broj: 366-07-8-10-1). Glavni istraživači na projektu su mr. sc. Nataša Turić i Martina Temunović, dipl.ing. bio.

4.1. Uzorkovanje vodenih stjenica i kornjaša u Parku prirode Kopački rit

Terensko istraživanje vodenih stjenica i kornjaša provedeno je u razdoblju od šest godina (2005. godina i od 2007. do 2011. godine), od travnja do kraja studenog u vremenskim intervalima od dva tjedna. Tijekom preliminarnih istraživanja koje je provedeno tijekom 2005. godine uzorkovalo se na dva različita tipa staništa: kanalima šireg područja Parka Prirode Kopački rit i poplavnom području Posebnog zoološkog rezervata (Slika 10). Uzorkovano je na osam postaja, četiri postaje na kanalima i četiri na poplavnom području na kojima se istraživanje nastavilo i u razdoblju od 2007. do 2011. godine. Kratak opis postaja prikazan je u tablici 2. Vodene stjenice i vodeni kornjaši su vrlo raznolika grupa kukaca obzirom na staništa, a posebno njihove sklonosti prema mikrostaništu, stoga je potrebno koristiti različite metode uzorkovanja. Dobro je poznato da najbolji rezultati faunističkih istraživanja čiji je cilj dokumentiranje bioraznolikosti se dobivaju kombinacijom nekoliko komplementarnih metoda. Osnovna oprema za uzorkovanje vodenih kukaca uključuje

različite oblike ručnih cjedila i mrežica s otvorom rupa od 1 mm do 80 μm pa i manje. Do sada se metoda poteza ručnom velikom mrežom promjera 60 cm pokazala kao najbolja metoda, jer se u vrlo kratkom vremenu može uzorkovati veliki broj jedinki i vrsta, kako u ličinačkom tako i u odraslom stadiju (Turić, 2007; Slika 11). Uzorci su se tijekom istraživanja prikupljali mrežom promjera 60 cm (promjer okna od 0,5 mm) i ručnim cjedilom (promjer okna od 80 μm). Na svakoj postaji uzorkovanje je trajalo 30 minuta, te su se uzorci prikupljali s površine od 3 m², s tim da područje uzorkovanja nije bilo ograđeno te su kukci mogli slobodno ulaziti i izlaziti iz tog područja. Pri svakom potezu mrežom obuhvatila se površina vode, vodena i podvodna vegetacija litoralne zone i dio dna, odnosno sva naseljena mikrostaništa. Uglavnom su uzorci prikupljeni u obalnom dijelu, jer i većina vrsta nastanjuje rubne dijelove s razvijenom vegetacijom (Nilsson, 1996; Csabai, 2000; Fairchild i sur., 2003). Uzorci skupljeni na terenu konzervirani su u 70%-tnoj otopini etanola. U laboratoriju se materijal obradio i determinirao. Za određivanje vodenih kukaca koristili su se ključevi: Macan (1976); Drost i sur. (1992); Nilsson (1996); Csabai (2000) i Csabai (2002). Za određivanje morfoloških karakteristika vrsta koristila se binokularna lupa LEICA MZ6 povećanja 6.2-40x i mikroskop ZEISS povećanja 32-100x kod vrsta za koje je bilo potrebno promatranje genitalnih organa.



Slika 10. Karta istraživanog područja Parka prirode Kopački rit; postaje su označene brojevima (1- Podunavlje I; 2- Podunavlje II; 3- Čarna I; 4- Čarna II; 5- Čonakut I; 6- Čonakut II; 7- Kopačko jezero i 8- Novi kanal)

Tablica 2. Opis odabranih postaja na kojima su uzorkovane vodene stjenice i kornjaši u Parku prirode Kopački rit s koordinatama prema Gaus-Krügeru, tipom staništa, vegetacijskim zajednicama i godinom istraživanja

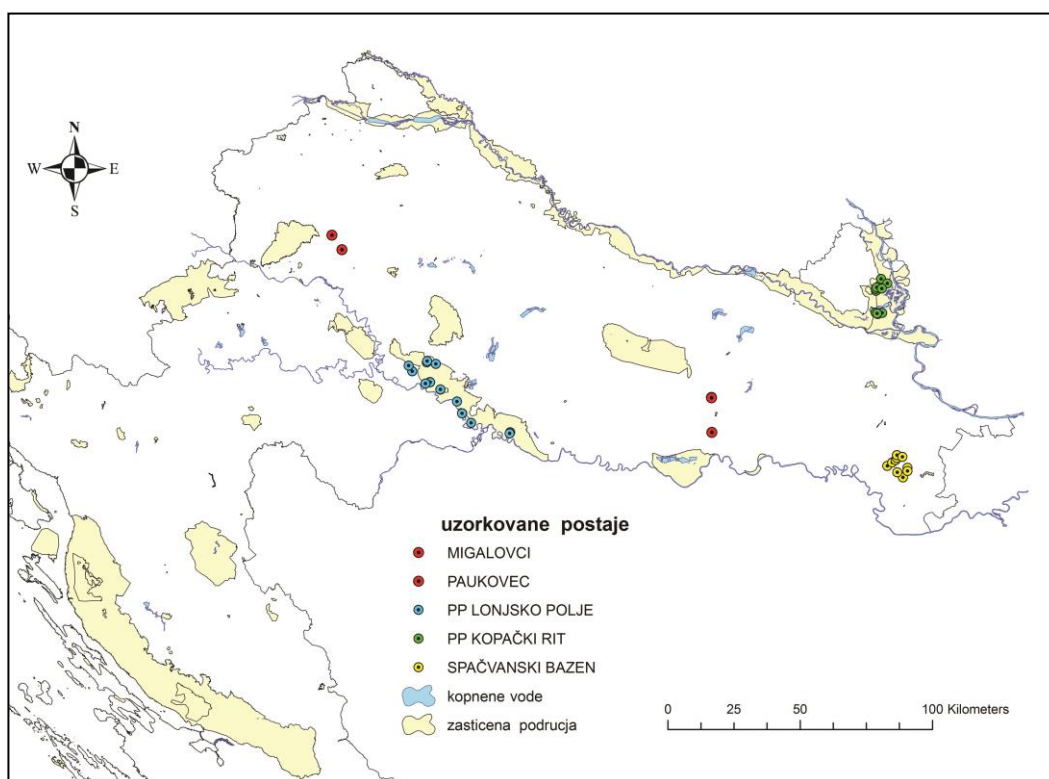
postaja	oznaka postaje	koordinate		tip staništa	vegetacijske zajednice	godina istraživanja
		x	y			
Podunavlje I	Ch 1	5797434	5066982	melioracijski kanal	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2005.
Podunavlje II	Ch 2	5797398	5067723	melioracijski kanal	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2005.
Čarna I	Ch 3	5799365	5071468	melioracijski kanal	<i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Scirpo-Phragmitetum</i>	2005.
Čarna II	Ch 4	5801744	5069788	melioracijski kanal	<i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Scirpo-Phragmitetum</i>	2005.
Čonakut I	Fl 1	5797305	5058746	poplavno područje	<i>Myriophyllo-Nupharetum Spirodelo-Salvinietum</i>	2005., 2007.-2011.
Čonakut II	Fl 2	5798090	5058226	poplavno područje	<i>Oenanthro-Rorippetum amphibiae</i>	2005., 2007.-2011.
Kopačko jezero	Fl 3	5799786	5058648	poplavno područje	<i>Scirpo-Phragmitetum</i>	2005., 2007.-2011.
Novi kanal	Fl 4	5797863	5058432	poplavno područje	<i>Oenanthro-Rorippetum amphibiae</i>	2005., 2007.-2011.
					<i>Nymphoidetum peltatae</i>	2005., 2007.-2011.



Slika 11. Uzorkovanje velikom mrežom na postaji Čarna II

4.3. Uzorkovanje vrste *Graphoderus bilineatus* na području kontinentalne Hrvatske

Terensko istraživanje utvrđivanja prisutnosti i stanišnih zahtjeva vrste *Graphoderus bilineatus* provedeno je u periodu od kraja travnja do kraja rujna 2010. godine kada su odrasle jedinke najaktivnije i to na postajama tri najveća poplavna područja kontinentalne Hrvatske, PP Kopački rit, PP Lonjsko polje i Spačvanski bazen (Slika 12). Uzorkovanje je obavljeno i na mjestima starih nalaza, Paukovec i Migalovci. Na području Paukovca i Migalovaca uzorkovano je na dvije postaje, budući da uslijed prirodne sukcesije i antropogenih čimbenika vodene površine su nestale ili su se održale s relativno smanjenom površinom. Prisutnost vrste *Graphoderus bilineatus* nije utvrđena, te je ujedno uzorkovano vrlo malo jedinki vodenih kornjaša, tako da rezultati istraživanja vodenih kornjaša na postajama starih nalaza nisu uključeni u analizu. Na ostala tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske uzorkovano je na deset stalnih postaja (ukupno 30 postaja) koje su obuhvatile više različitih tipova vodenih staništa i različite vegetacijske zajednice određene prema Nacionalnoj Klasifikaciji Staništa (NKS) (Topić i Vukelić, 2009; Tablica 3).



Slika 13. Karta istraživanog područja kontinentalne Hrvatske s označenim područjima i postajama uzorkovanja

Tablica 3. Opis odabranih postaja na područjima Parka Prirode Kopački rit, Parka Prirode Lonjsko polje i Spačvanskog bazena s određenim tipom staništa, koordinatama prema Gaus-Krügeru i vegetacijskim zajednicama određenim prema Nacionalnoj Klasifikaciji Staništa (NKS)

No.	Postaja	Oznaka postaje	Tip staništa	Koordinate		NKS (Nacionalna Klasifikacija Staništa)
				x	y	
1	Čonakut I	KP1	poplavno područje	5797305	5058746	A.4.1.2.6.; A.3.3.1.2.
2	Čonakut II	KP2	poplavno područje	5798090	5058226	A.4.1.1.1.; A.4.1.2.6.; A.3.3.1.2.
3	Kopačko jezero	KP3	poplavno jezero	5799786	5058648	A.4.1.4.1.
4	Novi kanal	KP4	poplavno područje	5797863	5058432	A.4.1.2.6.; A.3.3.1.2.
5	Podunavlje I	KP5	kanal	5797434	5066982	A.3.2.1.2.; A.3.2.1.3.; A.3.3.1.2.; A.4.1.1.9.
6	Podunavlje II	KP6	kanal	5797398	5067723	A.3.2.1.2.; A.3.2.1.3.; A.3.2.1.2.; A.3.3.3.1.; A.4.1.1.1.
7	Čarna I	KP7	kanal	5799365	5071468	A.3.3.3.5.; A.3.3.1.2.; A.4.1.1.1.
8	Čarna II	KP8	kanal	5801744	5069788	A.3.2.3.2.; A.4.1.1.1.
9	Tikveš	KP9	bara	5797719	5068264	A.3.3.3.6.
10	Batina	KP10	bara	5799670	5067832	A.3.2.1.2.
11	Tikar	SB1	privremena bara	5807685	4996530	A.3.2.1.4.
12	Kupina-Breznica	SB2	poplavni kanal/livada	5805534	4998407	A.3.2.1.4.; A.3.3.1.2.
13	Otočki virovi I	SB3	jezero	5801733	5000886	A.4.1.4.1.; A.4.1.1.1.; A.3.3.1.2.
14	Otočki virovi II	SB4	jezero	5803579	5002149	A.3.2.1.4.; A.4.1.1.1.
15	Canal I	SB5	melioracijski kanal	5804895	5003048	A.3.2.1.4.
16	Canal II	SB6	melioracijski kanal	5805360	5003843	A.3.2.1.4.
17	Bistra I	SB7	poplavno područje	5805354	5004895	A.3.3.3.5.; A.4.1.1.1.
18	Bistra II	SB8	privremena bara	5807486	5004286	A.3.2.1.4.; A.3.3.3.6.; A.3.2.1.4.; A.4.1.4.1.
19	Bistra III	SB9	poplavni kanal/livada	5809353	5000138	A.3.2.1.4.; A.4.1.1.1.
20	Breznica	SB10	rijeka	5809411	4998934	A.3.2.1.4.
21	Čigoč I	LP1	rukavac	5628910	5032554	A.3.2.1.2.; A.4.1.4.1.
22	Čigoč II	LP2	poplavno područje	5628958	5032481	A.3.3.3.1.; A.4.1.1.4.; A.4.1.1.6.
23	Pavlinov kljun I	LP3	rukavac	5632807	5029669	A.3.2.1.2.; A.3.3.1.2
24	Pavlinov kljun II	LP4	poplavno područje	5632858	5029774	A.4.2.
25	Poganovo I	LP5	rukavac	5659034	5013097	A.3.2.1.2.; A.3.2.2.1.; A.3.2.3.1.; A.3.3.3.1.; A.4.1.1.9.
26	Poganovo II	LP6	rukavac	5641087	5020689	A.3.2.1.2.; A.3.2.2.1.; A.3.3.3.1.; A.4.1.1.9.
27	Puska	LP7	rukavac	5641055	5020706	A.3. 3.1.2., A.3.3.3.1.; A.4.1.1.1.; A.4.1.1.6.
28	Svinjičko selo I	LP8	poplavni kanal/livada	5641055	5020706	A.3.2.1.2.
29	Svinjičko selo II	LP9	rukavac	5622195	5036625	A.3.2.1.2.
30	Trebež	LP10	bara	5620880	5038759	A.4.1.1.6.

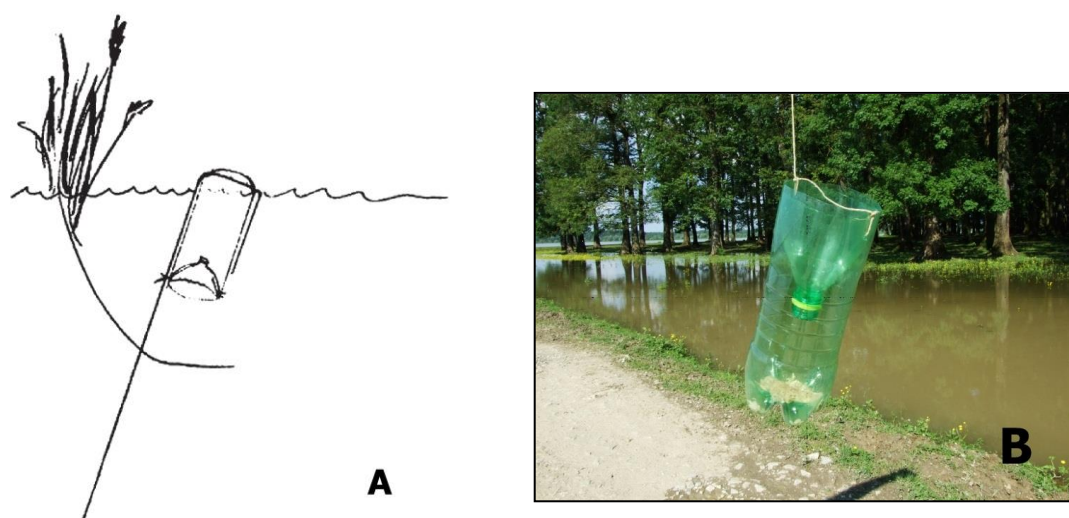
Legenda:

A.4.1.2.6. *Carex versicaria* (As. *Caricetum vesicaria*); **A.3. 3.1.2.** *Ceratophyllum demersum* (As. *Ceratophylletum demersi*); **A.4.1.1.1.** Tršćaci As. *Scirpo-Phragmitetum*; **A.4.1.4.1.** *Oenanthe aquatica* i *Rorippa amphibia* (As. *Oenanthe-Rorippetum amphibiae*); **A.3.2.1.2.** *Lemna minor* i *Spirodela polyrrhizae*; **A.3.2.1.3.** *Lemna trisulca*; **A.4.1.1.9.** As. *Glycerietum maximae*; **A.3.3.3.1.** *Nymphae alba* i *Numhar lutea* (As. *Nymphaetum albo-luteae*); **A.3.3.3.5.** *Nymphoides peltata* (As. *Nymphoidetum peltate*); **A.3.2.3.2.** *Hydrocharis morsus-ranae* (As. *Hydrocharitetum morsus-ranae*); **A.3.3.3.6.** *Hottonia palustris* (As. *Hottonietum palustris*); **A.3.2.1.4.** *Spirodela polyrrhizae* and *Salvinia natans* (As. *Spirodela-Salvinietum natantis*); **A.4.1.4.1.** *Oenanthe aquatica* i *Rorippa amphibia* (As. *Oenanthe-Rorippetum amphibiae*); **A.3.2.1.4.** *Spirodela polyrrhizae* i *Salvinia natans* (As. *Spirodela-Salvinietum natantis*); **A.4.1.1.4.** *Sparganium erectum* (As. *Sparganietum erecti*); **A.3.3.3.1.** *Nymphae alba* i *Nuphar lutea* (As. *Nymphaetum albo-luteae*); **A.4.1.1.6.** *Typha angustifolia* (As. *Typhetum angustifoliae*); **A.4.2.** amfibijske zajednice; **A.3.2.2.1** *Lemna minor*, *Lemna trisulca* i *Utricularia vulgaris* (As. *Lemno-Utricularietum vulgaris*); **A.3.2.3.1.** *Hydrocharis morsus-ranae* i *Stratiotes aloides* (As. *Hydrocharidi-Stratiotetum*)

Uzorkovanje vodenih kornjaša je obavljeno dvjema metodama, a započelo je 28. travnja 2010. godine i dinamikom od svaka četiri tjedna trajalo do 25. rujna 2010. godine. Na svakoj postaji uzorkovanje metodom poteza mrežom je trajalo jedan sat, uključujući potezanje mrežom i uklanjanje odraslih jedinki vodenih kornjaša iz mreže te spremanje materijala za daljnju obradu. Osim uzorkovanja mrežom, materijal se prikupljao i metodom lovni klopki budući da je vrsta *Graphoderus bilineatus* predatorska vrsta. Na svakoj postaji postavljane su po dvije lovne klopke (vrše od plastičnih boca; Koese i Cuppen, 2006) s mamcem (konzervirana tunjevina). Klopke su postavljene u popodnevnim satima i u sumrak, a skinute idući dan (jedna lovna noć). Klopke su uglavnom postavljane u plićoj obalnoj zoni s razvijenom vodenom vegetacijom ispod same površine vode i s razmakom od najmanje tri metra (Slika 14.) Prilikom svakog izlaska na teren postavljeno je 20 klopki na svakom području (po dvije klopke na svakoj od 10 postaja) što nam je omogućilo usporedbu brojnosti. Ukupno je postavljeno 300 klopki tijekom istraživanja na sva tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske (Tablica 4). Nakon djelomične obrade i pregleda materijala na terenu, te izolacije odraslih jedinki iz uzoraka, prikupljeni materijal je konzerviran u etanolu (70%), a u laboratoriju je provedena determinacija kornjaša.

Za svaku postaju ispunjen je terenski obrazac (posebno kreiran prema formularu DZZP-a, napravljen na osnovi obrazca za inventarizaciju vretenaca) kako bi se što detaljnije odredile karakteristike pojedinog staništa (Prilog 1). Na obrazac se unosi 11 ekoloških čimbenika koji su zabilježeni tijekom svakog izlaska na teren. Posebno se popisivala vodena i podvodna vegetacija. U obrazac su unešene sljedeće okolišne varijable: (Perm) trajnost vode - trajno ili privremeno; (Stagflow) stajaćica ili tekućica; (Veg) gustoća obalne vegetacije - četiri klase; (EFVEG) gustoća podvodne i plutajuće vegetacije određena kao postotak vodene površine pokrivene vodenom vegetacijom - četiri klase; (Shad) otvorenost/zasjenjenost okolnom vegetacijom određena kao postotak vodene površine pokrivene okolnom vegetacijom (drveće, grmlje) - četiri klase; (Submud) podloga- 5 klasa; (Subveg) prisutnost submerzne vegetacije- četiri klase; (SW) gustoća submerzne vegetacije - četiri klase; (sh-st) tip obale - dvije klase i (huimp) ljudski utjecaj - četiri klase. Putem vegetacijskih snimki procjenjena je pokrovnost zajednica na plohama jer je bilo nemoguće odvojeno promatrati jednu biljnu vrstu, a i zajednice su uglavnom zauzimale velike površine. Površine ploha varirale su ovisno o tipu vegetacije od 25 m² do 100 m². Na svih 30 postaja popisana je sva prisutna vodena vegetacija (hidrofiti i makrofiti) te je određen tip staništa do najniže moguće razine prema Nacionalnoj Klasifikaciji Staništa RH. Biljne vrste i staništa određeni su uz pomoć ključeva za determinaciju (Tutin i sur., 2001) i relevantne botaničke literature, te su određene kategorije

ugroženosti prema Nikolić i Topić (2005), a nomenklatura vrsta je usklađena prema Flora Croatica Database (Nikolić, 2001). Pri terenskom istraživanju sve su uzorkovane postaje geopozicionirane i fotografirane.



Slika 14. Prikaz lovne klopke (A-Shematski prikaz lovne klopke (Koese & Cuppen 2006); B-lovna klopka s mamcem korištena u istraživanju)

Tablica 4. Prikaz ukupnog broja postavljenih klopki na istraživanim područjima kontinentalne Hrvatske tijekom 2010. godine

Područje	Broj izlazaka na teren (broj lovnih noći)	Broj postaja na kojima su postavljene klopke	Broj postavljenih klopki na svakoj postaji	Ukupno postavljenih klopki tijekom istraživanja
Kopački rit	5	10	2	100
Spačva	5	10	2	100
Lonjsko polje	5	10	2	100

4.4. Statistička obrada podataka

Na osnovi podataka koji su dobiveni nakon cjelokupne obrade prikupljenog materijala, analiziran je sastav faune vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) kroz brojnost dominantnost, konstantnost i sezonsku dinamiku vrsta. Dominantnost vrsta je određena prema Bick (1989):

$$D (\%) = n / N \times 100$$

gdje je **D** dominantnost vrste, **n** broj jedinki vrste i **N** ukupan broj jedinki svih vrsta na određenoj postaji. Prema dobivenim vrijednostima vrste se dijele na sljedeće kategorije dominantnosti:

Eudominantne vrste	$D > 10\%$
Dominantne vrste	$D = 5-10\%$
Subdominantne vrste	$D = 2-5\%$
Recedentne vrste	$D = 1-2\%$
Subrecedentne vrste	$D < 1\%$

Konstantnost vrsta je određena prema Tischler (1949):

$$K (\%) = c / C \times 100$$

gdje je **K** konstantnost vrste, **c** broj uzoraka u kojima se pojavljuje vrsta na jednoj postaji, **C** ukupan broj prikupljenih uzoraka na jednoj postaji. Prema dobivenim vrijednostima vrste se dijele na sljedeće kategorije konstantnosti:

Eukonstantne vrste	$C = 75-100\%$
Konstantne vrste	$C = 50-75\%$
Akcesorne vrste	$C = 25-50\%$
Akcidentalne vrste	$C = 0-25\%$

Na podacima faune vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) u svrhu testiranja normalnosti distribucije podataka upotrijebljen je Kolmogorov-Smirnov test normalnosti podataka. Za varijable koje nisu normalno distribuirane primjenjena je transformacija.

Raznolikost vrsta vodenih kukaca može se definirati brojem različitih vrsta, brojnošću i strukturom, a sve te komponente uključene su u indekse raznolikosti. Indeksi raznolikosti upotrebljeni su kako bi se definirale karakteristike faune vodenih kukaca. Prilikom utvrđivanja raznolikosti faune na istraživanom području Parka prirode Kopački rit određeni su Shannon-Weaver (H') indeks raznolikosti (Shannon, 1948), Simpson ($1-\lambda$) indeks raznolikosti (Simpson, 1949), Pielou-ov indeks ujednačenosti (J') te Margalef-ov indeks gustoće

populacije (Dytham, 2003). Shannon-Weaverov indeks je osjetljiviji na brojnost rijetkih vrsta, dok je Simpsonov indeks osjetljiviji na brojnost dominantnih vrsta.

Identifikacija karakterističnih vrsta za dva vodena stanišna tipa, kanala i poplavnog područja Parka prirode Kopački rit određena je IndVal analizom (Dufréne & Legendre, 1997). Ova analiza mjeri IndVal vrijednosti na temelju relativne brojnosti i učestalosti pojave svake vrste u svakom od dva prethodno već opisana stanišna tipa. Za svaku vrstu i te stanišni tip j , IndVal vrijednost izračunava se množenjem specifičnosti vrste (A_{ij}) i pojavnosti vrste (B_{ij}). A_{ij} je prosječna brojnost vrste i u stanišnom tipu j ako se uspoređuju različita staništa. B_{ij} je relativna učestalost pojavljivanja vrste i u stanišnom tipu j kako slijedi prema formuli:

$$\text{IndVal}_{ij} = A_{ij} \times (B_{ij}) \times 100$$

gdje je $A_{ij} = (N_{ij} / N_i)$; N_{ij} je broj jedinki određene vrste, a N_i je ukupan broj vrsta. Dok je $B_{ij} = (N_{ij} / N_j)$; N_{ij} je broj staništa na kojima je određena vrsta uzorkovana, a N_j je ukupan broj staništa. Najveću IndVal vrijednost imati će one vrste čije se sve jedinke pojavljuju u samo jednom stanišnom tipu i to na svim postajama unutar tog staništa. Vrste s visokom vrijednosti A_{ij} i B_{ij} imati će i veću IndVal vrijednost, pa se tada te vrste smatraju karakterističnim ili vrstama određenog staništa..

Za određivanje utjecaja vodnog režima na faunu vodenih kukaca poplavnog područja Parka prirode Kopački rit primjenjen je Rényi-ev jednoparametarski indeks raznolikosti porodica (Tóthmérész, 1998), koji uključuje usporedbu raznolikosti sastava. Stupanj sličnosti izračunat je pomoću Bray-Curtisovog indeksa. Neki od najčešće upotrebljavanih indeksa raznolikosti su osjetljivi samo na rijetke vrste (Shannon-Weaver indeks) ili samo na dominantne vrste (Berger-Parker indeks). U slučaju Rényi-evog indeksa, promjenom razmjera parametara mijenja se osjetljivost indeksa prema rijetkim i dominantnim vrstama. Promjena osjetljivosti može se onda prikazati grafički pomoću krivulje koje označavaju raznolikost sastava. Ako se dvije krivulje koje označavaju profile raznolikosti sijeku, onda se to ne može jednoznačno odrediti, jer je tada jedan sastav raznolikiji s rijetkim vrstama, a drugi s dominantnim vrstama. Rényi indeks, $HR(\alpha)$ definiran je kao:

$$HR(\alpha) = \frac{1}{1-\alpha} \left(\log \sum_{i=1}^S p_i^\alpha \right)$$

gdje je p_i relativna frekvencija i -vrste, S je ukupan broj vrsta, a α je parameter skale ($\alpha \geq 0$, $\alpha \neq 1$). Parametar skale automatski uzima svoje vrijednosti duž x-osi. Rényi indeks ima više mogućnosti od drugih indeksa. Prvo, kada je vrijednost $\alpha=0$, tada je rezultat indeksa logaritam broja vrsta te je tada metoda izuzetno osjetljiva na doprinos rijetkih vrsta na raznolikost

strukture faune. Drugo, kada je $\alpha=1$, tada je vrijednost Rényievog indeksa identična vrijednosti Shannon-Weaverovog indeksa. Treće, kada je $\alpha=2$, na vrijednost indeksa utječu više dominantne vrste nego rijetke vrste. Konačno, kada α ima veću vrijednost, rezultat Rényievog indeksa poklapa se s rezultatom Berger-Parkerovog indeksa koji u obzir uzima samo dominantne vrste.

Procjena ukupnog broja vrsta u Parku Prirode Kopački rit napravljena je pomoću učestalo korištenih estimatora (procjenitelja). Nedavne procjene su dokazale da su neparametrijski procjenitelji bolji od nekih drugih sličnih metoda (Krebs 1998; Walther & Martin 2001). Budući da još uvijek nisu poznati procjenitelji koji će najbolje opisati raznolikost vrsta vodenih populacija kukaca, tri procjenitelja koji su u literaturi preporučeni izabrani su za evaluaciju: Jackknife-1, Jackknife-2 i Bootstrap.

Razlike u strukturi faune unutar istraživanog razdoblja analizirane su ordinacijskom metodom nemetrijskog višedimenzijskog grupiranja (engl. "non-metric Multidimensional Scaling", nMDS). Pri transformaciji podataka utvrđen je i najmanji "stress". "Stress" predstavlja vjerojatnost pravilne ordinacije i interpretacije podataka (Clarke i Warwick, 2001). Mjera za uspješnost ove metode je koeficijent stresa, pri čemu vrijednost koeficijenta manja od 0,05 odgovara odličnoj ordunaciji podataka bez ikakvih mogućnosti njihove pogrešne interpretacije. Vrijednost koeficijenta stresa manja od 0,1 značajka je dobro ordiniranih podataka bez realnih mogućnosti pogrešne interpretacije, dok razina stresa manja od 0,2 odgovara potencijalnom korisnom dvodimenzionalnom prikazu podataka. Ukoliko je dobivena razina stresa veća od 0,3 metoda nije uspješna.

Hijerarhijska klaster analiza (Meachler i sur., 2005) korištena je radi utvrđivanja sličnosti između postaja, godina i mjeseci uzorkovanja, te je prikazana dendogramima koji grupiraju slične skupove podataka. Euklidska udaljenost ili Bray-Curtis matrični koeficijent korišten je kao mjera sličnosti, a prosječna veza unutar grupa bio je izbor pri određivanju metode povezivanja. Kako bi svaka vrsta mogla ravnopravno doprinijeti rezultatima analize, odnosno da bi se otklonila mogućnost utjecaja ekstremnih vrijednosti u obliku vrlo rijetkih ili čestih vrsta na rezultat analize, ulazni su podaci transformirani prema preporukama Clarke i Warwick (2001).

Analizom sličnosti (ANOSIM) utvrdila se značajnost razlika između grupiranih podataka. Usporedbom R vrijednosti utvrdile su se statistički značajne razlike. Vrijednosti R bliže 1 ukazuju na velike različitosti među skupinama, a vrijednosti R bliže 0 na male različitosti među istima (Clarke i Warwick, 2001).

Za utvrđivanje vrsta koje primarno doprinose uočenoj strukturalnoj različitosti između promatranih parametara, korištena je mjera postotne sličnosti (SIMPER). Analizom ovog modela izdvajaju se vrste koje su važne za istraživanu skupinu u smislu pravilnosti pojavljivanja u konstantnom broju kod većine uzoraka u odnosu na postotni doprinos svake vrste prosječnoj različitosti između dviju promatranih grupa. Ove vrste, nazvane određujućim, često prave razliku između promatranih skupina (Clarke i Warwick, 2001).

Razlike između tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske temeljene na varijablama: struktura vrsta, okolišni čimbenici, vodena vegetacija i kombinacije okolišnih čimbenika i vodene vegetacije te utjecaja na rasprostranjenost i prisutnost vrste *Graphoderus bilineatus* određena je metodama: ADONIS (multivarijantna ANOVA na temelju različitosti) i LDA (linearna diskriminacijska analiza) i parcijalnom kanoničkom analizom korespondencije (pCCoA).

Da bi se odredilo nastanjuje li vrsta *Graphoderus bilineatus* staništa koja imaju veliku raznolikost vodenih kornjaša upotrebljena je Mann–Whitney U testa za dva nezavisna uzorka, te obična linearna regresija koja se koristi ako imamo samo jednu nezavisnu varijablu (broj vrsta). Sve varijable su smatrane značajnim kada je $p = < 0,05$. Povezanost ostalih vrsta s vrstom *Graphoderus bilineatus* prikazana je analizom koegzistencije ili analizom povezanosti (Schmera i sur., 2007). Izračun analize prikazan je sljedećom formulom:

$$CI_{ij} = \sum_{a=1}^N x_{ai}x_{aj}$$

gdje je CI_{ij} indeks povezanosti (stupanj povezanosti) između vrste i i j , dok je x_{ai} relativna brojnost vrste i u uzorku a , a x_{aj} je relativna brojnost vrste j u uzorku a , dok je N ukupan broj uzoraka. Vrijednost indeksa povezanosti može biti od 0 do 1. Ako je vrijednost bliže 1, povezanost između vrsta je veća i pozitivna.

Obrada svih podataka napravljena je u programima R (R-Development Core Team 2009) i PRIMER v5 (Primer-E Ltd., 2002).

5. REZULTATI

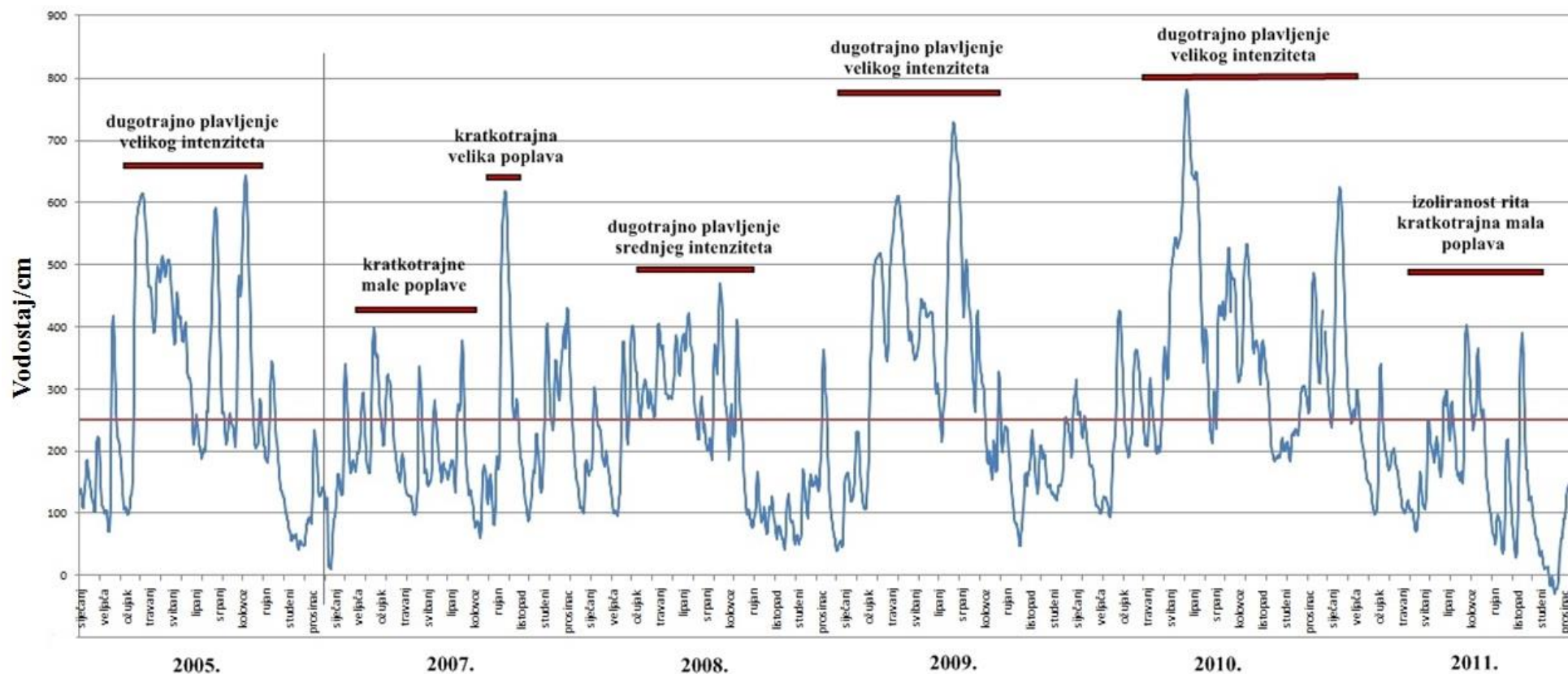
5. 1. Promjene vodostaja Dunava tijekom istraživnog razdoblja

Promjene vodostaja Dunava za istraživno razdoblje od 2005. i 2007. do 2011. godine prikazane su nivogramom na slici 15. Na nivogramu je prikazana i kritična granica vodostaja od +250 cm koja predstavlja početak plavljenja poplavnog područja Parka prirode Kopački rit. Za vremenski period istraživanja (od početka travnja do kraja studenog) ujedno je označena duljina i intenzitet poplava tijekom svih šest godina istraživanja.

Ranoproljetna plavljenja započela su uobičajeno tijekom travnja ili svibnja, jedino je tijekom 2011. godine plavljenje potpuno izostalo. Međutim, početkom travnja 2005., 2009. i 2010. godine utvrđene su ekstremne i velike poplave koje su trajale tijekom cijelog proljetnog i ljetnog razdoblja. Tako su tijekom 2005. godine zabilježene tri vršne vrijednosti vodostaja Dunava, prva početkom travnja (+612 cm), druga u srpnju (+598 cm) i treća u rujnu (+643 cm). Tijekom istraživnog razdoblja 2009. godine također su zabilježene tri vršne vrijednosti vodostaja Dunava, prva u ožujku (+517 cm), zatim u travnju (+608 cm) i u srpnju (+728 cm), dok su tijekom 2010. godine povišeni vodostaji zabilježeni tijekom svibnja (+542 cm), lipnja (+780 cm), srpnja (+560 cm) i kolovoza (+526 cm). Kao posljedica dugotrajnog visokog vodostaja tijekom 2005., 2009. i 2010. godine, cijelo poplavno područje je bilo pod vodom, pa se prema tome te godine mogu opisati kao ekstremno poplavne godine.

U 2007., 2008. i 2011. godini utvrđene su manje-više uobičajene fluktuacije suhih i poplavnih razdoblja s iznimkom neočekivane velike poplave u rujnu 2007. godine, kada je i zabilježen maksimalni vodostaj Dunava od +618 cm. Nakon proljetnog plavljenja u 2007. godini vodostaj Dunava ostao je ispod +250 cm, izuzev tijekom nekoliko dana u svibnju i srpnju kada su utvrđene vrijednosti bile u rasponu od +253 cm do +377 cm, te su za vrijeme istraživačkog razdoblja utvrđene kratkotrajne i poplave manjeg intenziteta. U 2008. godini zabilježeno je produljeno proljetno plavljenje koje je trajalo do sredine lipnja te kratkotrajno plavljenje krajem srpnja odnosno početkom kolovoza, te se razdoblje istraživanja može opisati kao dugotrajno plavljenje s poplavama srednjeg intenziteta. U 2011. godini izostale su proljetne poplave jer se vodostaj kretao od +70 cm do +204 cm odnosno nije prešao graničnu vrijednost vodostaja, tek je nekoliko dana krajem lipnja i početkom srpnja narastao iznad +250 cm i početkom kolovoza kada je i zabilježen najveći vodostaj od +364 cm. Upravo se

zbog dužeg izostanka proljetnog plavljenja i ljetnog plavljenja s manjim intenzitetom ova godina može smatrati ekstremno sušnom godinom.



Slika 15. Promjene dnevnih vrijednosti vodostaja kod vodomjerne stanice Apatin na 1401,4 r. km tijekom 2005. godine i 2007. do 2011. godine

5.2. Rezultati istraživanja vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera)

Parka prirode Kopački rit

5.2.1. Rezultati istraživanja vodenih kukaca kanala i poplavnog područja tijekom 2005. godine

5.2.1.1. Sistematski popis vrsta

Tijekom provedenog istraživanja u razdoblju od travnja do kraja studenog 2005. godine na dva različita vodena staništa Parka prirode Kopački rit ukupno je prikupljeno i obrađeno 3279 jedinki vodenih stjenica i kornjaša (Heteroptera: Nepomorpha i Gerromorpha; Coleoptera: Hydradephaga i Hydrophilidae) unutar kojih je određeno 72 vrste. Vodene stjenice zastupljene su s 20 vrsta koje su raspoređene u 11 rodova i 9 porodica, dok su vodeni kornjaši zastupljeni s 52 vrste svrstane u 29 rodova i 6 porodica. Sistematski popis vrsta usklađen je prema Csabai (2000), Csabai (2003) i Lobl i Smetana (2003, 2004, 2006).

Red Hemiptera

Podred Heteroptera

NEPOMORPHA Popov, 1968

Superporodica Nepoidea Latreille, 1802

Porodica Nepidae Latreille, 1802

Podporodica Nepinae Latreille, 1802

Pleme Nepini Latreille, 1802

Rod *Nepa* Linnaeus, 1758

Nepa cinerea Linnaeus, 1758

Podporodica Ranatrinae Douglas & Scott, 1865

Pleme Ranatrini Douglas & Scott, 1865

Rod *Ranatra* Fabricius, 1790

Ranatra linearis Linnaeus, 1758

Superporodica Corixioidea Leach, 1815

Porodica Corixidae Leach, 1815

Podporodica Corixinae, Leach, 1815

-
- Pleme Corixini Leach, 1815
Rod **Corixa** Geoffroy, 1762
 Corixa punctata Illiger, 1807
Rod **Sigara** Fabricius, 1775
Podrod **Pseudovermicorixa** Jaczewski, 1962
 Sigara nigrolineata Fieber, 1848
Podrod **Sigara** Fabricius, 1775
 Sigara striata Linnaeus, 1758
Podrod **Subsigara** Stichel, 1935
 Sigara falleni Fieber, 1848
Podporodica Cymatiinae Walton, 1940
Rod **Cymatia** Flor, 1860
 Cymatia coleoptrata Fabricius, 1777
Superporodica Naucoroidea Leach, 1815
Porodica Naucoridae Leach, 1815
Podporodica Naucorinae Leach, 1815
Rod **Ilyocoris** Stal, 1861
 Ilyocoris cimicoides Linnaeus, 1758
Superporodica Notonectoidea Latreille, 1802
Porodica Notonectidae Latreille, 1802
Podporodica Notonectinae Latreille, 1802
Pleme Notonectini Latreille, 1802
Rod Notonecta Linnaeus, 1758
 Notonecta viridis Delcourt, 1909
 Notonecta maculata Fabricius, 1794
 Notonecta glauca Linnaeus, 1758
 Notonecta obliqua Gallén in Thunberg, 1787
Superporodica Pleoidea Fieber, 1851
Porodica Pleidae Fieber, 1851
Rod **Plea** Leach, 1817
 Plea minutissima Leach, 1817
GERROMORPHA Popov, 1971
Superporodica Mesoveloidea Douglas & Scott, 1867
Porodica Mesoveliidae Douglas & Scott, 1867
-

Podporodica Mesoveliinae Douglas & Scott, 1867

Rod **Mesovelgia** Mulsant & Rey, 1852

Mesovelgia furcata Mulsant & Rey, 1852

Superporodica Hydrometroidea Billberg, 1820

Porodica Hydrometridae Billberg, 1820

Podporodica Hydrometrinae Billberg, 1820

Rod **Hydrometra** Latreille, 1796

Hydrometra stagnorum Linnaeus, 1758

Superporodica Gerroidea Leach, 1815

Porodica Gerridae Leach, 1815

Podporodica Gerrinae Leach, 1815

Pleme Gerrini Leach, 1815

Rod **Aquarius** Schellenberg, 1800

Aquarius paludum Fabricius, 1794

Rod **Gerris** Fabricius, 1794

Podrod **Gerris** Fabricius, 1794

Gerris lacustris Linné, 1758

Gerris odontogaster Zetterstedt, 1828

Podrod **Gerriselloides** Hungerford & Matsuda, 1958

Gerris asper Fieber, 1860

Porodica Veliidae Brullé, 1836

Podporodica Microveliinae China & Usinger, 1949

Pleme Microveliini China & Usinger, 1949

Rod **Microvelia** Westwood, 1834

Microvelia reticulata Burmeister, 1835

Red Coleoptera

Podred Adephaga

Porodica Haliplidae Brullé, 1835

Rod **Haliplus** Latreille, 1802

Podrod **Haliplus** Latreille, 1802

Haliplus fluviatilis Aubé, 1836

Haliplus immaculatus Gerhardt, 1877

- Haliphus ruficollis* De Geer, 1774
Podrod **Liaphlus** Guignot, 1928
Haliphus variegatus Strum, 1834
Rod **Peltodytes** Régimbart, 1878
Podrod **Peltodytes** Régimbart, 1878
Peltodytes caesus Duftschmid, 1805
Porodica Dytiscidae Leach, 1815
Podporodica Hydroporinae Aubé, 1836
Pleme Bidessini Sharp, 1882
Rod **Hydroglyphus** Motschulsky, 1853
Hydroglyphus geminus Fabricius, 1792
Pleme Hydroporini Aubé, 1836
Rod **Hydroporus** Clairville, 1806
Hydroporus angustatus Sturm, 1835
Hydroporus ferrugineus Stephens, 1829
Rod **Porhydrus** Guignot, 1945
Porhydrus lineatus Fabricius, 1775
Pleme Hygrotini Potrevin, 1929
Rod **Hygrotus** Stephens, 1828
Podrod **Hygrotus** Stephens, 1828
Hygrotus inaequalis Fabricius, 1776
Hygrotus versicolor Schaller, 1783
Podrod **Coelambus** Thoppson, 1860
Hygrotus impressopunctatus Schaller, 1783
Hygrotus parallellogrammus Ahrens, 1812
Pleme Hyphydrini Sharp, 1882
Rod **Hyphydrus** Illiger, 1802
Hyphydrus anatolicus Guignot, 1957
Podporodica Laccophilinae Gistel, 1856
Pleme Laccophilini Gistel, 1856
Rod **Laccophilus** Leach, 1815
Laccophilus minutus Linnaeus, 1758
Laccophilus poecilus Klug, 1834
Podporodica Colymbetinae Erichson, 1837

Pleme Agabini Thomson, 1867

Rod **Agabus** Leach, 1817

Podrod **Agabus** Leach, 1817

Agabus undulatus Schrank, 1776

Rod **Ilybius** Erichson, 1832

Podrod **Ilybius** Erichson, 1832

Ilybius fenestratus Fabricius, 1781

Pleme Colymbetini Erichson, 1837

Rod **Colymbetes** Clairville, 1806

Colymbetes fuscus Linnaeus, 1758

Rod **Rhantus** Dejean, 1833

Podrod **Rhantus** Dejean, 1833

Rhantus exsoletus Forster, 1771

Rhantus latitans Sharp, 1882

Rhantus suturalis Macleay, 1825

Podporodica Dytiscinae Leach, 1815

Pleme Aciliini Thomson, 1867

Rod **Graphoderus** Dejean, 1833

Graphoderus austriacus Strum, 1834

Graphoderus bilineatus De Geer, 1774

Pleme Cybistrini Sharp, 1882

Rod **Cybister** Curtis, 1827

Podrod **Scaphinectes** Adam, 1993

Cybister lateralimarginalis De Geer, 1774

Pleme Dytiscini Leach, 1815

Rod **Dytiscus** Linnaeus, 1758

Dytiscus dimidiatus Bergsträsser, 1778

Pleme Hydaticini Sharp, 1882

Rod **Hydaticus** Leach, 1817

Podrod **Hydaticus** Leach, 1817

Hydaticus transversalis Pontoppidan, 1763

Porodica Noteridae Thomson, 1860

Podporodica Noterinae Thomson 1860

Pleme Noterini Thomson 1860

Rod **Noterus** Clairville, 1806

Noterus clavicornis De Geer, 1774

Noterus crassicornis O.F. Müller, 1776

Podred Polyphaga

Nadporodica Hydrophiloidea

Porodica Spercheidae Erichson, 1837

Rod **Spercheus** Kugelann, 1798

Spercheus emarginatus Schaller, 1783

Porodica Hydrochidae Thomson, 1859

Rod **Hydrochus** Leach, 1817

Hydrochus flavipennis Küster, 1852

Porodica Hydrophilidae Latreille, 1802

Podporodica Hydrophilinae Latreille, 1802

Pleme Anacaenini Hansen, 1991

Rod *Anacaena* Thomson, 1859

Anacaena limbata (Fabricius, 1792)

Pleme Laccobiini Bertrand, 1967

Rod **Laccobius** Erichson, 1837

Podrod **Dimorpholaccobius** Zaitzev, 1938

Laccobius bipunctatus Fabricius, 1775

Podrod **Laccobius** Erichson, 1837

Laccobius minutus Linnaeus, 1758

Pleme Hydrophilini Latreille, 1802

Rod **Cymbiodyta** Bedel, 1881

Cymbiodyta marginela Fabricius, 1792

Rod **Enochrus** Thomson, 1859

Podrod **Enochrus** Thomson, 1859

Enochrus melanocephalus Olivier, 1792

Podrod **Lumetus** Zaitzev, 1908

Enochrus bicolor Fabricius, 1792

Enochrus fuscipennis Thomson, 1884

Enochrus ochropterus Marsham, 1802

Enochrus quadripunctatus Herbst, 1797

Enochrus testaceus Fabricius, 1801

Podrod **Methydrus** Rey, 1885

Enochrus affinis Thunberg, 1794

Rod **Helochaeres** Mulsant, 1844

Helochaeres obscurus O.F. Müller, 1776

Rod **Hydrobius** Leach, 1815

Hydrobius fuscipes Linnaeus, 1758

Rod **Hydrochara** Berthold, 1827

Hydrochara caraboides Linnaeus, 1758

Rod **Hydrophilus** Geoffroy, 1762

Hydrophilus aterrimus Eschscholtz, 1822

Hydrophilus piceus Linnaeus, 1792

Rod **Limnoxenus** Motschulsky, 1853

Limnoxenus niger Zschach, 1788

Pleme Berosini Mulsant, 1844

Rod **Berosus** Leach, 1817

Podrod **Berosus** Leach, 1817

Berosus geminus Reiche & Saulcy, 1856

Berosus luridus Linnaeus, 1761

Berosus signaticolis Charpentier, 1825

Podrod **Enoplurus** Hope, 1838

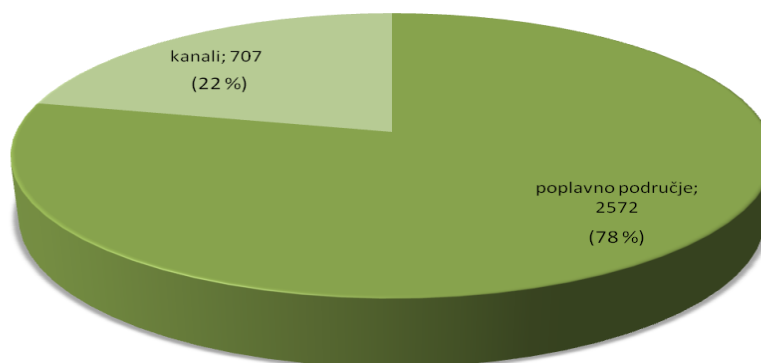
Berosus frontifoveatus Kuwert, 1888

5.2.1.2. Brojnost i sastav porodica

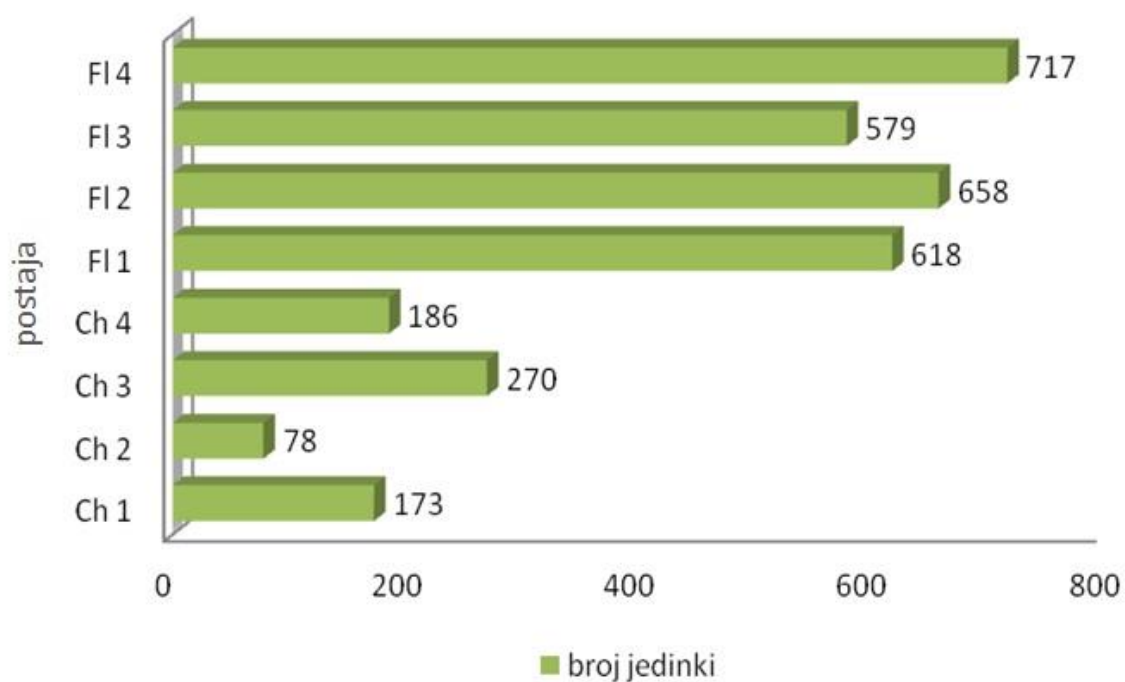
Od ukupno određene 72 vrste vodenih stjenica i kornjaša, na kanalima je određeno 40 vrsta dok je na poplavnom području utvrđeno 64 vrste. Od ukupno 3279 uzorkovane odrasle jedinke vodenih stjenica i kornjaša, na postajama poplavnog područja prikupljeno je 2572 (78.45 %) jedinke, dok je na kanalima prikupljeno 707 (21.55%) jedinki (Slika 16). Brojnost i raznolikost jedinki i vrsta vodenih stjenica i kornjaša veća je na postajama poplavnog područja. Na navedenim postajama broj uzorkovanih jedinki tijekom istraživanja bio je na tri postaje veći od 600 jedinki, dok je ta vrijednost na postajama kanala bila puno manja. Jedino je postaja na kanalu Čarna (Ch 3) prešla vrijednost od 200 uzorkovanih jedinki, dok je na ostalim postajama broj uzorkovanih jedinki manji a najmanje jedinki prikupljeno je na postaji Podunavlje II (Ch 2) i to samo 78 jedinki (Slika 17).

Na postajama kanala šireg područja Parka prirode Kopački rit utvrđeno je sedam porodica vodenih stjenica i četiri porodice vodenih kornjaša. Kvantitativni sastav vodenih stjenica i kornjaša prikazan je pomoću brojnosti jedinki određenih vrsta unutar porodice. U kvantitativnom sastavu vodenih stjenica najzastupljenije su porodice Pleidae (34%), Naucoridae (30%) i Gerridae (27%) i zajedno čine više od 90% ukupnog broja stjenica, dok su ostale porodice zastupljene sa svega 9 %. Od četiri porodice vodenih kornjaša najzastupljenija je porodica Dytiscidae koja u pravilu i čini oko 50 % ukupnog broja vrsta, te porodica Hydrophilidae s 43 % (Slika 18 i 19).

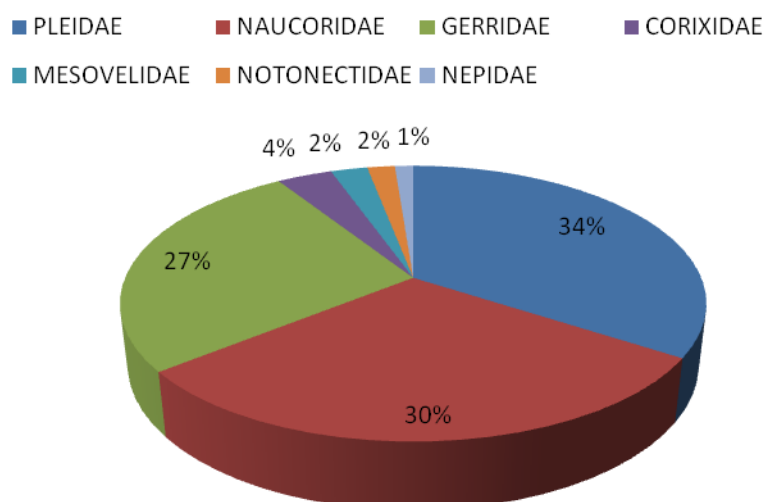
Postaje poplavnog područja imaju i veću brojnost i raznolikost vodenih stjenica i kornjaša, pa je upravo zbog toga utvrđeno i više porodica kukaca. Unutar vodenih stjenica određeno je devet porodica, a unutar vodenih kornjaša šest porodica. U kvantitativnom sastavu vodenih stjenica najzastupljenija je porodica Corixidae i to s oko 70%, zatim porodice Naucoridae i Gerridae s 11 %, dok su ostale porodice zastupljene s puno manjim udjelom. Od utvrđenih šest porodica vodenih kornjaša, porodica Hydrophilidae je najzastupljenija i to s oko 70%, zatim porodica Dytiscidae s 18 %, dok su sve ostale porodice zastupljene s puno manjim udjelom (Slika 20 i 21).



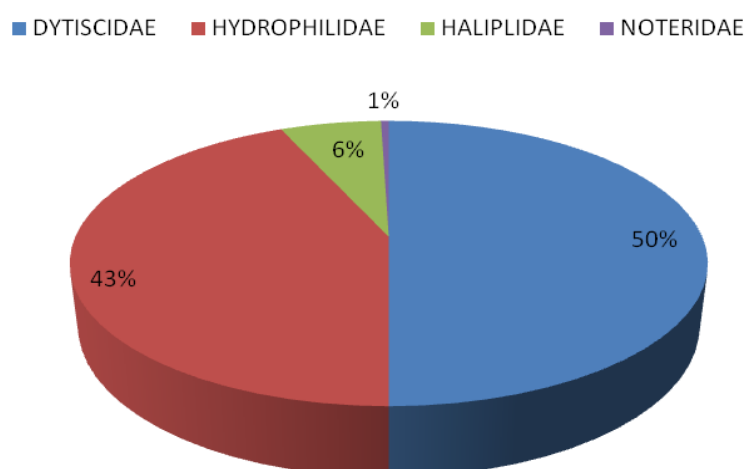
Slika 16. Broj uzorkovanih jedinki vodenih stjenica i kornjaša kanala i poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine



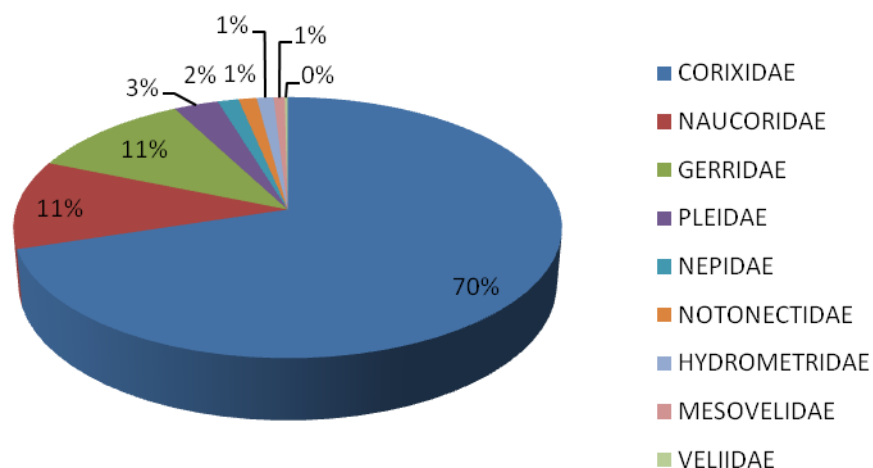
Slika 17. Broj jedinki vodenih stjenica i kornjaša na istraživanim postajama Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine



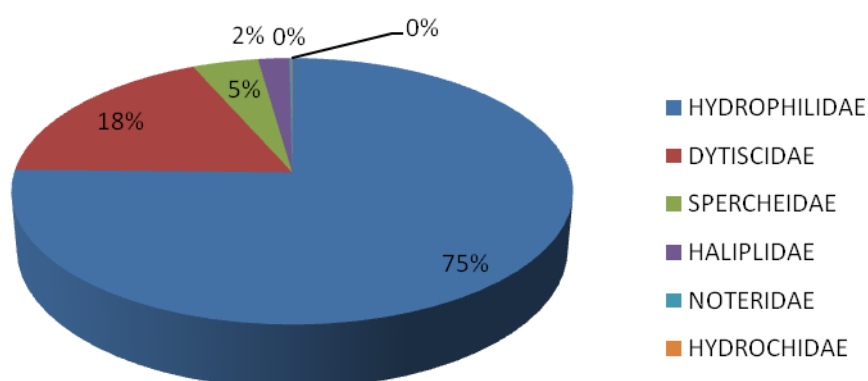
Slika 18. Kvantitativni sastav vodenih stjenica (Heteroptera) na postajama kanala Parka prirode Kopački rit tijekom 2005.godine



Slika 19. Kvantitativni sastav vodenih kornjaša (Coleoptera) na postajama kanala Parka prirode Kopački rit tijekom 2005.godine



Slika 20. Kvantitativni sastav vodenih stjenica (Heteroptera) na postajama poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005.godine



Slika 21. Kvantitativni sastav vodenih kornjaša (Coleoptera) na postajama poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005.godine

5.2.1.3. Dominantnost i konstantnost vrsta

Analizom dominantnosti vrsta vodenih stjenica i kornjaša u kanalima i poplavnom području Parka prirode Kopački rit utvrđeno je ukupno osam eudominantnih vrsta, i to pet edudominantnih vrsta vodenih stjenica i tri eudominantne vrste vodenih kornjaša. Eudominantne vrste vodenih stjenica su *Plea minutissima*, *Ilyocoris cimicoides*, *Sigara nigrolineata*, *Gerris lacustris* i *Gerris odontogaster*. U kategoriji dominantnih vrsta određeno je šest vrsta, dok sve ostale vrste pripadaju nižim kategorijama. Vrsta *Plea minutissima* je eudominantna vrsta na svim postajama kanala, dok je na poplavnom području u svim nižim kategorijama. Vrsta *Ilyocoris cimicoides* je eudominantna i dominantna također na svim postajama kanala, dok je eudominantna i na jednoj postaji poplavnog područja (Čonakut I). Dvije vrste gazivoda, *Gerris lacustris* i *Gerris odontogaster* eudominantne su na postajama kanala. Potpunu eudominantnost na postajama poplavnog područja ima vrsta *Sigara nigrolineata*, koja je na kanalima subdominantna. Eudominantnost vrsta vodenih kornjaša prevladavala je na postajama poplavnog područja. Vrste *Berosus signaticollis* i *Helochares obscurus* su eudominantne na tri postaje poplavnog područja, dok je vrsta *Helochares obscurus* eudominantna i na jednoj postaji kanala (Čarna II). Vrsta *Laccophilus poecilus* eudominantna je na samo jednoj postaji poplavnog područja (Čonakut I), dok je na ostale tri postaje subdominantna (Tablica 5).

Analizom konstantnosti vrsta na osam postaja Parka prirode Kopački rit utvrđeno je šest eukonstantnih vrsta, i to tri eukonstantne vrste vodenih stjenica (*Ilyocoris cimicoides*, *Sigara nigrolineata*, *Sigara striata*) i tri eukonstantne vrste vodenih kornjaša (*Spercheus emarginatus*, *Berosus signaticollis*, *Helochares obscurus*). Na postajama kanala jedino je vrsta *Ilyocoris cimicoides* eukonstantna na dvije postaje, te na jednoj postaji poplavnog područja (Novi kanal). Ostalih pet vrsta (*Sigara nigrolineata*, *Sigara striata*, *Spercheus emarginatus*, *Berosus signaticollis*, *Helochares obscurus*) su eukonstantne na samo jednoj od četiri postaje poplavnog područja, dok su na ostalim postajama najčešće bile konstantne (Tablica 6).

Tablica 5. Dominantnost vrsta vodenih stjenica i kornjaša na postajama Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine

red/vrste	postaje							
	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Fl 4
Hemiptera: HETEROPTERA								
<i>Plea minutissima</i> (PLEIDAE)	EUD	EUD	EUD	EUD	SUD	RCD	SRC	SRC
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (NAUCORIDAE)	EUD	DOM	EUD	EUD	EUD	SUD	RCD	SUD
<i>Ranatra linearis</i> (NEPIDAE)	SRC		RCD		SRC	SRC	SRC	SRC
<i>Nepa cinerea</i>				RCD		SRC		
<i>Corixa punctata</i> (CORIXIDAE)						SRC		
<i>Sigara nigrolineata</i>	SUD		SUD	SUD	SUD	EUD	EUD	EUD
<i>Sigara striata</i>					DOM	DOM	SUD	SUD
<i>Sigara falleni</i>							SRC	
<i>Cymatia coleoptrata</i>	SRC		SRC		SRC			
<i>Notonecta viridis</i> (NOTONECTIDAE)			SRC		SRC		SRC	
<i>Notonecta maculata</i>		SUD	SRC	SRC	SRC	SRC		
<i>Notonecta glauca</i>		RCD	SRC	SRC	SRC			SRC
<i>Notonecta oblique</i>								SRC
<i>Aquarius najas</i> (GERRIDAE)			SRC				SRC	
<i>Aquarius paludum</i>	SUD		RCD	RCD	RCD	SUD	SRC	RCD
<i>Gerris lacustris</i>	EUD	SUD	DOM	DOM	SUD	RCD	RCD	SRC
<i>Gerris odontogaster</i>	EUD	RCD	DOM	EUD	SRC		SRC	SRC
<i>Gerris asper</i>						SRC	SRC	SRC
<i>Mesovelia furcata</i> (MESOVELIDAE)	SUD		SRC	SUD	SRC	SRC	SRC	
<i>Hydrometra stagnorum</i> (HYDROMETRIDAE)					SRC	SRC	SRC	SRC
<i>Microvelia reticulata</i> (VELIIDAE)					SRC			SRC
COLEOPTERA								
<i>Haliphus ruficollis</i> (HALIPLIDAE)		DOM	SRC	SRC	SRC	SRC	SRC	SRC
<i>Haliphus fluviatilis</i>			SRC		SRC	SRC	SRC	SRC
<i>Haliphus variegates</i>					SRC			
<i>Pelodytes caesus</i>	SRC	SUD			SRC		SRC	SRC

Legenda: EUD-eudominantne; DOM-dominantne; SUD-subdominantne; RCD-recedentne; SRC-subrecedentne

Tablica 5. Nastavak

red/vrste	postaje							
	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Fl 4
COLEOPTERA								
<i>Noterus crassicornis</i> (NOTERIDAE)			SRC					
<i>Noterus clavicornis</i>						SRC	SRC	
<i>Porhydrus lineatus</i> (DYTISCIDAE)		RCD						
<i>Hydroporus angustatus</i>								SRC
<i>Hydroporus ferugineus</i>								SRC
<i>Laccophilus poecilus</i>	RCD	DOM	RCD	DOM	EUD	SUD	SUD	SUD
<i>Laccophilus minutus</i>	SRC	RCD		SUD	SRC		SRC	RCD
<i>Hygrotus impressopunctatus</i>	RCD	RCD	SRC		SRC			SRC
<i>Hygrotus inaequalis</i>				RCD	SRC			
<i>Hygrotus versicolor</i>			SRC		SRC		SRC	SRC
<i>Hygrotus parallelogrammus</i>				SUD				
<i>Hyphyrus anatolicus</i>					SRC			
<i>Colymbetes fuscus</i>								SRC
<i>Rhantus exoletus</i>							SRC	
<i>Rhantus latitans</i>					SUD		RCD	SUD
<i>Rhantus suturalis</i>					SRC			
<i>Agabus undulatus</i>								SRC
<i>Ilybius fenestratus</i>	SRC		RCD	DOM				
<i>Acilius sulcatus</i>								
<i>Hydaticus transversalis</i>			SRC		RCD		SRC	
<i>Graphoderus austriacus</i>					SRC			
<i>Graphoderus bilineatus</i>					SRC			
<i>Dytiscus dimidiatus</i>	SRC			SRC	SRC			
<i>Cybister lateralimarginalis</i>	SUD			SUD	SRC	RCD	SRC	SRC

Legenda: EUD-eudominantne; DOM-dominantne; SUD-subdominantne; RCD-recedentne; SRC-subrecedentne

Tablica 5. Nastavak

red/vrste	postaje							
	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Fl 4
COLEOPTERA								
<i>Spercheus emarginatus</i> (SPERCHEIDAE)						RCD	DOM	RCD
<i>Hydrochus brevis</i> (HYDROCHIDAE)								SRC
<i>Anacaenae limbata</i> (HYDROPHILIDAE)					SUD	RCD	SUD	RCD
<i>Cymbiodyta marginella</i>					SRC	SRC		SRC
<i>Berosus signaticollis</i>	SRC	SUD	SUD	RCD	EUD	SUD	EUD	EUD
<i>Berosus frontifoveatus</i>						SRC		SRC
<i>Berosus luridus</i>							SRC	
<i>Berosus geminus</i>					RCD	SRC		SRC
<i>Laccobius minutus</i>					SRC			SRC
<i>Laccobius bipunctatus</i>								SRC
<i>Coelostoma orbiculare</i>	SRC							
<i>Hydrochara caraboides</i>			SRC	SRC		SRC		SRC
<i>Hydrobius fuscipes</i>			RCD	RCD	SRC	SRC		SRC
<i>Limnoxenus niger</i>				SUD	RCD	SRC	RCD	SRC
<i>Helochaeres obscurus</i>	RCD	DOM	DOM	EUD	EUD	EUD	DOM	EUD
<i>Enochrus ochropterus</i>				SRC				
<i>Enochrus quadripunctatus</i>		RCD	RCD	SRC	SRC	SRC	DOM	SUD
<i>Enochrus melanocephalus</i>		DOM	SRC		SRC	SRC		SRC
<i>Enochrus affinis</i>								SRC
<i>Enochrus fuscipennis</i>								SRC
<i>Enochrus testaceus</i>					RCD	RCD	SRC	SRC
<i>Enochrus bicolor</i>	RCD				SRC			
<i>Hydrophilus piceus</i>			RCD	SRC				SRC
<i>Hydrophilus aterrimus</i>	SUD		SRC					

Legenda: EUD-eudominantne; DOM-dominantne; SUD-subdominantne; RCD-recedentne; SRC-subrecedentne

Tablica 6. Konstantnost vrsta vodenih stjenica i kornjaša na postajama Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine

red/vrste	postaje							
	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Fl 4
Hemiptera: HETEROPTERA								
<i>Plea minutissima</i> (PLEIDAE)	AKS	AKS	KON	KON	KON	AKD	AKD	AKD
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (NAUCORIDAE)	EUK	AKS	KON	EUK	KON	KON	AKS	EUK
<i>Ranatra linearis</i> (NEPIDAE)	AKD				AKD	AKS	AKS	AKD
<i>Nepa cinerea</i>				AKD		AKD		
<i>Corixa punctata</i> (CORIXIDAE)						AKD		
<i>Sigara nigrolineata</i>	KON		AKS	AKD	KON	KON		EUK
<i>Sigara striata</i>					KON	KON	EUK	AKS
<i>Sigara falleni</i>							AKD	
<i>Cymatia coleoptrata</i>	AKD		AKD		AKD			
<i>Notonecta viridis</i> (NOTONECTIDAE)			AKD		AKD		AKD	
<i>Notonecta maculata</i>		AKD	AKD	AKD	AKD	AKD		
<i>Notonecta glauca</i>		AKD	AKD	AKD	AKD			AKD
<i>Notonecta oblique</i>								AKD
<i>Aquarius najas</i> (GERRIDAE)			AKD				AKD	
<i>Aquarius paludum</i>	AKD		AKD	AKD	AKS	AKS	AKS	KON
<i>Gerris lacustris</i>	KON	AKD	KON	KON	AKS	KON	KON	AKS
<i>Gerris odontogaster</i>	KON	AKD	AKS	KON	AKD		AKS	AKD
<i>Gerris asper</i>					AKS	AKD	AKD	KON
<i>Mesovelia furcata</i> (MESOVELIDAE)	AKS		AKD	AKD	AKD	AKD	AKD	
<i>Hydrometra stagnorum</i> (HYDROMETRIDAE)					AKD	AKS	AKD	AKD
<i>Microvelia reticulata</i> (VELIIDAE)					AKD			AKD
COLEOPTERA								
<i>Haliphus ruficollis</i> (HALIPLIDAE)		AKD	AKD	AKD	AKS	AKD	AKD	AKD
<i>Haliphus fluviatilis</i>			AKD		AKS	AKD	AKD	AKD
<i>Haliphus variegates</i>					AKD		AKD	
<i>Pelodytes caesus</i>	AKD	AKD			AKD			AKD

Legenda: EUK-eukonstantne; KON-konstantne; AKS-akcesorne; AKD-akcidentalne

Tablica 6. Nastavak

red/vrste	postaje							
	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Fl 4
COLEOPTERA								
<i>Noterus crassicornis</i> (NOTERIDAE)			AKD					
<i>Noterus clavicornis</i>						AKD	AKD	
<i>Porhydrus lineatus</i> (DYTISCIDAE)		AKD						
<i>Hydroporus angustatus</i>								AKD
<i>Hydroporus ferugineus</i>								AKD
<i>Laccophilus poecilus</i>	AKS	AKS	AKS	AKS	AKS	AKS	AKS	KON
<i>Laccophilus minutus</i>	AKD	AKD		AKS	AKD		AKD	AKS
<i>Hygrotus impressopunctatus</i>			AKD		AKS			AKS
<i>Hygrotus inaequalis</i>	AKD	AKD		AKD	AKD			
<i>Hygrotus versicolor</i>			AKD		AKD		AKD	AKD
<i>Hygrotus parallelogrammus</i>				AKD				
<i>Hyphydrus anatolicus</i>					AKD			
<i>Colymbetes fuscus</i>								AKD
<i>Rhantus exoletus</i>							AKD	
<i>Rhantus latitans</i>					AKS	AKS	AKS	KON
<i>Rhantus suturalis</i>					AKD			
<i>Agabus undulatus</i>								AKD
<i>Ilybius fenestratus</i>	AKD		KON	KON				
<i>Acilius sulcatus</i>								
<i>Hydaticus transversalis</i>			AKD		AKS		AKD	
<i>Graphoderus austriacus</i>					AKD			
<i>Graphoderus bilineatus</i>					AKD			
<i>Dytiscus dimidiatus</i>	AKD				AKD			
<i>Cybister lateralimarginalis</i>	AKS		AKS	AKD	AKD	AKD	AKD	AKD

Legenda: EUK-eukonstantne; KON-konstantne; AKS-akcesorne; AKD-akcidentalne

Tablica 6. Nastavak

red/vrste	postaje							
	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Fl 4
COLEOPTERA								
<i>Spercheus emarginatus</i> (SPERCHEIDAE)					KON	AKS	EUK	AKS
<i>Hydrochus brevis</i> (HYDROCHIDAE)								AKD
<i>Anacaenae limbata</i> (HYDROPHILIDAE)					AKD	AKD	AKD	AKD
<i>Cymbiodyta marginella</i>					AKD	AKD		AKD
<i>Berosus signaticollis</i>	AKD	AKD	AKS	AKD	KON	KON	KON	EUK
<i>Berosus frontifoveatus</i>						AKD		AKD
<i>Berosus luridus</i>							AKD	
<i>Berosus geminus</i>					AKS	AKS		AKD
<i>Laccobius minutus</i>								AKD
<i>Laccobius bipunctatus</i>								AKD
<i>Coelostoma orbiculare</i>	AKD							
<i>Hydrochara caraboides</i>	AKD		AKD	AKD		AKD	AKD	AKD
<i>Hydrobius fuscipes</i>			AKD	AKD	AKD	AKD		AKS
<i>Limnoxenus niger</i>				AKS	AKS	AKD	AKS	AKS
<i>Helochares obscurus</i>	AKD	AKS	AKS	KON	KON	KON	KON	EUK
<i>Enochrus ochropterus</i>				AKD				
<i>Enochrus quadripunctatus</i>		AKD	AKD	AKD	AKD	AKD	AKD	KON
<i>Enochrus melanocephalus</i>		AKD	AKD		AKD	AKD		AKS
<i>Enochrus affinis</i>								AKD
<i>Enochrus fuscipennis</i>								AKD
<i>Enochrus testaceus</i>					AKS	KON	AKD	AKS
<i>Enochrus bicolor</i>	AKS				AKD			
<i>Hydrophilus piceus</i>			AKD	AKD				AKD
<i>Hydrophilus aterrimus</i>	AKD		AKD	AKD				

Legenda: EUK-eukonstantne; KON-konstantne; AKS-akcesorne; AKD-akcidentalne

5.2.1.3. Statistička analiza podataka

5.2.1.3.1. Analiza značajnih vrsta

IndVal analizom određene su značajne karakteristične vrste kanala i poplavnog područja Parka prirode Kopački rit, odnosno vrste koje su jedinstvene za svaki od ova dva vodena staništa. Provedbom IndVal analize, utvrđene su dvije značajne karakteristične vrste na kanalima i devet značajnih karakterističnih vrsta poplavnog područja, iako bi još osam vrsta moglo biti značajnih za poplavno područje (neke od vrsta su uzorkovane samo na tom staništu) ali je mali broj jedinki bio u uzorcima te nije bio dovoljan da se analizom dobije značajna IndVal vrijednost (Tablica 7). Unutar tablice izdvojen je broj jedinki i broj uzoraka u kojima je utvrđena vrsta (brojčana vrijednost unutar stupca kanali i poplavno prikazana razlomkom gdje je prvi broj broj jedinki, a drugi je broj uzoraka). Najveću IndVal vrijednost na kanalima imaju dvije predatorske vrste vodenih kornjaša iz porodice Dytiscidae, *Ilybius fenestratus* (86.77) i *Cybister lateralimarginalis* (66.67). Na poplavnom području utvrđen je i veći broj značajnih karakterističnih vrsta. Najveću IndVal vrijednost imaju vrste *Sigara nigrolineata* (Heteroptera) i *Berosus signaticollis* (Coleoptera) (Tablica 7).

Tablica 7. Značajne karakteristične vrste kanala i poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine

	IndVal	značajnost	kanali	poplavno
KANALI				
<i>Ilybius fenestratus</i>	86.77	**	41/8	1/1
<i>Cybister lateralimarginalis</i>	66.67	**	14/6	0/0
POPLAVNO				
<i>Sigara nigrolineata</i>	86.88	**	11/5	475/8
<i>Berosus signaticollis</i>	85.90	**	7/3	201/8
<i>Laccophilus poecilus</i>	79.61	**	12/4	103/8
<i>Spercheus emarginatus</i>	79.53	**	4/1	34/8
<i>Enochrus quadripunctatus</i>	79.28	**	4/1	33/8
<i>Sigara striata</i>	77.78	**	0/0	92/7
<i>Enochrus testaceus</i>	77.78	**	0/0	19/7
<i>Aquarius paludum</i>	69.73	**	6/2	52/7
<i>Rhantus latitans</i>	55.56	**	0/0	11/5
<i>Haliplus fluviatilis</i>	51.28	*	1/1	12/5
<i>Limnoxenus niger</i>	47.62	*	2/2	12/5
<i>Hydrometra stagnorum</i>	44.44	*	0/0	15/4
<i>Haliplus ruficollis</i>	44.44	*	0/0	11/4
<i>Gerris asper</i>	44.44	*	0/0	10/4
<i>Enochrus melanocephalus</i>	44.44	*	0/0	5/4
<i>Notonecta viridis</i>	33.33	*	0/0	6/3
<i>Hygrotus versicolor</i>	33.33	*	0/0	5/3

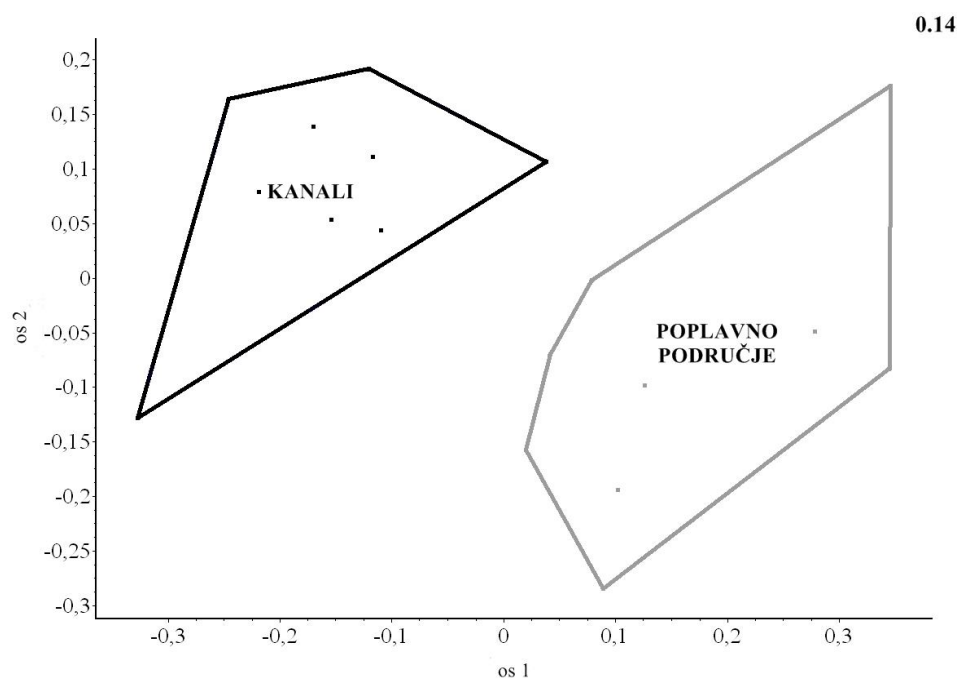
** : značajne karakteristične vrste, * : značajne vrste, s manjim brojem uzorkovanih jedinki

5.2.1.3.2. Usporedba sastava i raznolikosti faune

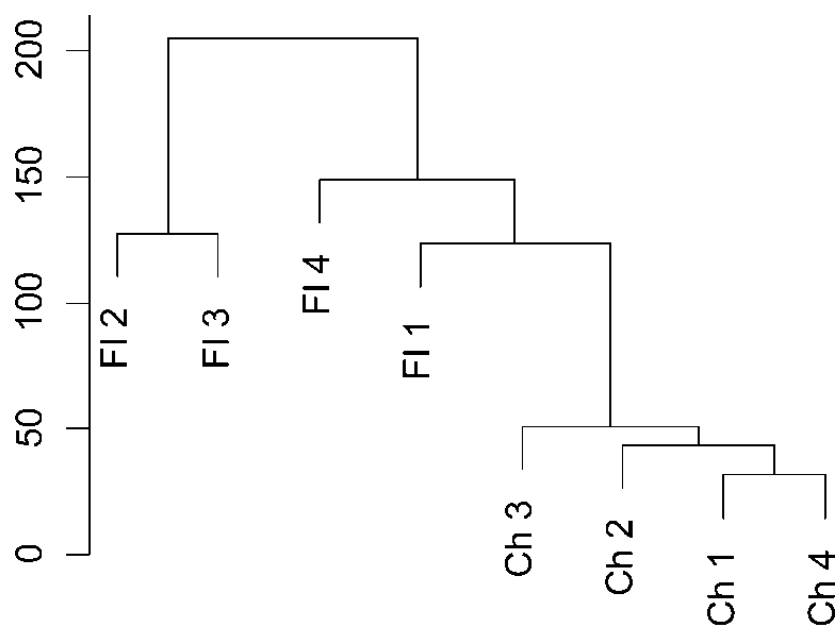
Analizom nemetrijskog višedimenzijskog grupiranja (nMDS) prikazane su razlike u strukturi faune istraživanih staništa Parka prirode Kopački rit, te su hijerarhijskom klaster analizom prikazane sličnosti između postaja na kanalima i na poplavnom području. Obzirom da ove dvije analize ukazuju na sličnosti i razlike između sastava faune vodenih stjenica i vodenih kornjaša istraživanog područja, rezultati analiza biti će razmatrani zajedno.

Analizom nemetrijskog višedimenzijskog grupiranja (nMDS) i odvajanjem podataka u dvije potpuno odvojene grupacije na temelju sastava faune vodenih stjenica i kornjaša prikazanih na slici 22. potvrđene su razlike između istraživanih vodenih staništa. Konveksni mnogokuti prikazani na slici apsolutno su odvojeni jedan od drugoga i konačni stres je prihvatljiv (0.14).

Prema klaster analizi jasno su odvojene postaje kanala od postaja poplavnog područja (Slika 23). Na klaster dendogramu vidljivo je grupiranje postaja u šest klastera. Postaje kanala grupirane su u tri klastera: klaster I: Ch 1- Ch 4; klaster II: Ch 2; klaster III: Ch 3, s tim da je sličnost između sva tri klastera velika. Postaje poplavnog područja grupirane su u tri klastera, klaster I: Fl 1; klaster II: Fl 4; klaster III: Fl 2- Fl 3. Postaje Fl 2 i Fl 3 su se najviše odvojile od ostalih postaja, te ujedno imaju i najveću sličnost u sastavu faune vodenih stjenica i kornjaša.

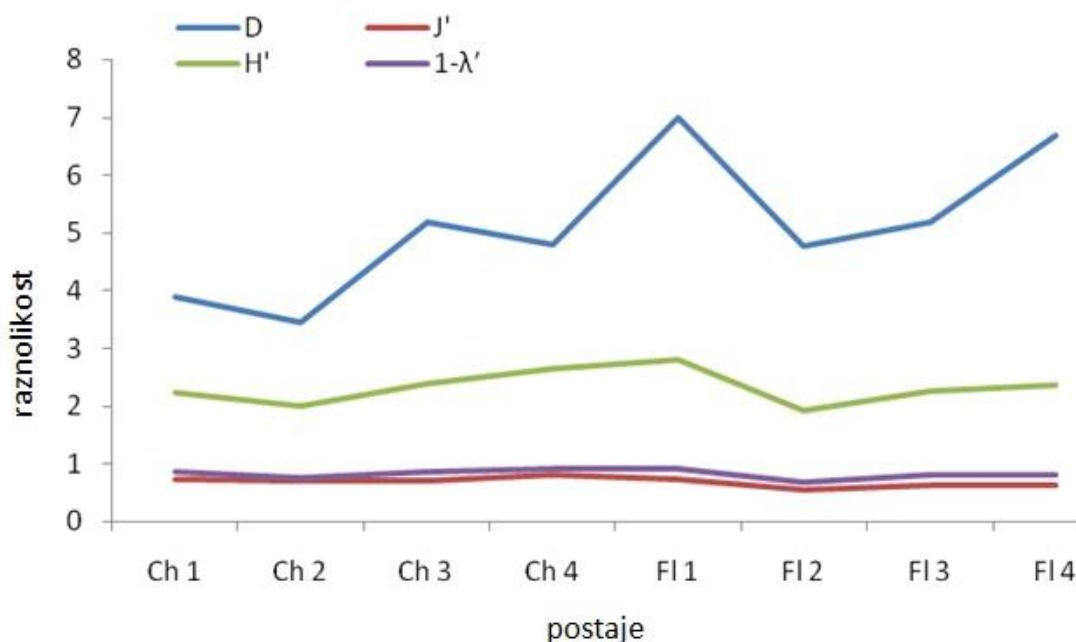


Slika 22. Multivarijantna analiza (nMDS) sličnosti na temelju sastava faune vodenih stjenica i kornjaša istraživnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine



Slika 23. Klaster analiza sličnosti istraživanih postaja Parka prirode Kopački rit prema sastavu faune vodenih stjenica i kornjaša tijekom 2005. godine

Za utvrđivanje raznolikosti između postaja kanala i poplavnog područja Parka prirode Kopački rit prema fauni vodenih stjenica i kornjaša korišteni su Shannon-Weaver-ov indeks raznolikosti (H'), Simpson-ov indeks raznolikosti ($1-\lambda'$), Pielou-ov indeks ujednačenosti (J') te Margalef-ov indeks gustoće populacije (D) (Slika 24). Tako je najveća vrijednost Simpson-ovog indeksa određena na postaji kanala (Ch 4; 0,9064), a najmanja na postaji poplavnog područja (Fl 2; 0,6828), gdje je ujedno i zabilježena najmanja vrijednost Shannon-Weaver-ovog indeksa (1,922), s tim da je i najveća vrijednost zabilježena na postaji poplavnog područja Fl 1 (2,809). Vrijednosti Pielou—ovog indeksa su se kretale od 0,5547 na postaji Fl 2 do 0,8105 na postaji Ch 4. Najmanja vrijednost Margalef-ovog indeksa utvrđena je na kanalima i to na postaji Ch 2 (3,443) gdje je uzorkovan i najmanji broj vrsta, dok je najveća vrijednost bila na poplavnom području, odnosno na postaji Fl 1 (7,002) gdje je utvrđen najveći broj vrsta.

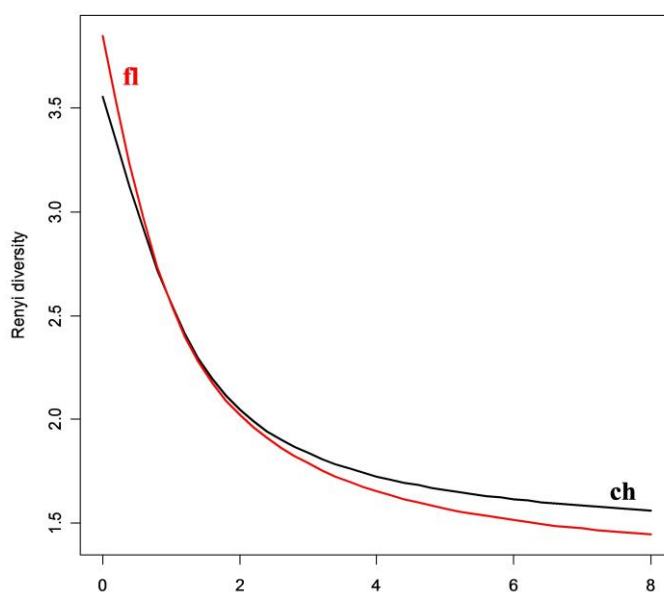


Slika 24. Raznolikost faune vodenih stjenica i kornjaša na istraživanim postajama Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine (D-Margalef-ov indeks, H' - Shannon-Weaver-ov indeks raznolikosti, J' - Pielou-ov indeks ujednačenosti, $1-\lambda'$ - Simpson-ov indeks raznolikosti)

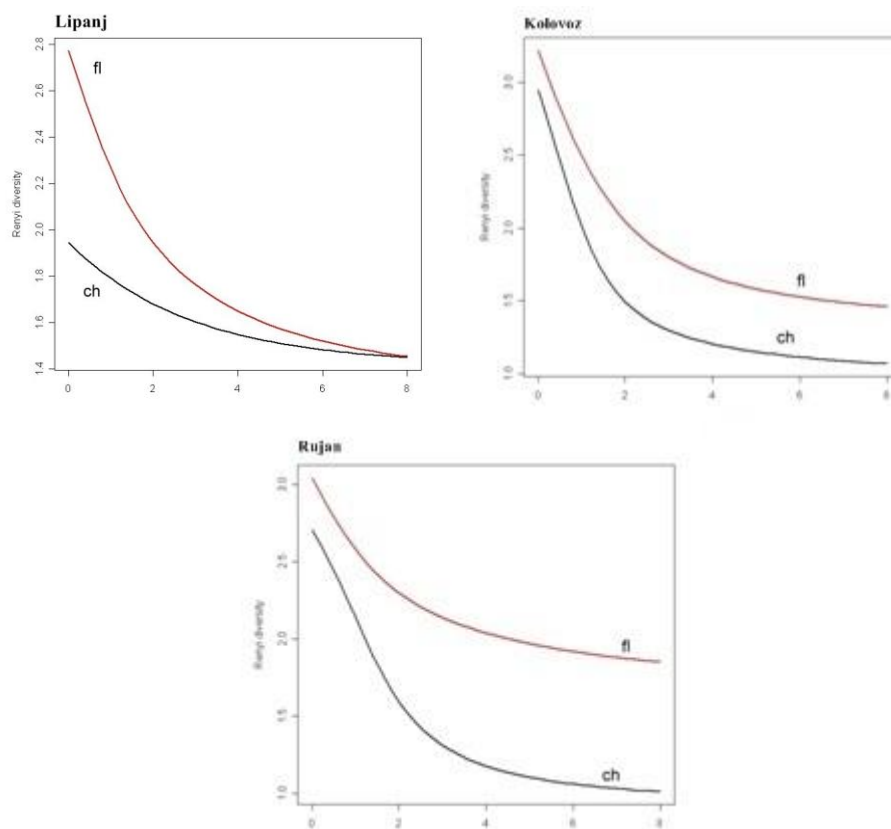
5.2.1.3.3. Rényi-evi profili raznolikosti

Profili raznolikosti sastava faune vodenih stjenica i kornjaša kanala i poplavnog područja prikazani su Rényi-evim jednoparametarskim indeksom raznolikosti porodica. Analizom su obuhvaćeni sveukupni podatci brojnosti, odnosno brojnost jedinki i vrsta kroz sve mjesece uzorkovanja za dva različita vodena staništa Parka prirode Kopački rit, te su analizirani profili raznolikosti odvojeno za svaki datum uzorkovanja.

Rényi-ev profil raznolikosti ukupne brojnosti jedinki za sve mjesece uzorkovanja nije utvrdio da postoji razlika u raznolikosti sastava kanala i poplavnog područja jer se krivulje profila međusobno sijeku (Slika 25). Dok analize profila raznolikosti prema datumima i mjesecima uzorkovanja ukazuju na velike razlike između sastava faune vodenih stjenica i kornjaša kanala i poplavnog područja. Sastav faune poplavnog područja ima veću raznolikost početkom lipnja, početkom kolovoza i osobito početkom rujna (Slika 26), jer se krivulje međusobno ne preklapaju.



Slika 25. Rényi-ev profil raznolikosti sastava faune vodenih stjenica i kornjaša prema ukupnoj brojnosti jedinki za sve mjesece uzorkovanja u Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. godine (ch-postaje kanala; fl-postaje poplavnog područja)



Slika 26. Rényi-ev profil raznolikosti sastava faune vodenih stjenica i kornjaša odvojeni prema mjesecima uzorkovanja u Parku prirode Kopački rit tijekom 2005. godine (ch-postaje kanala; fl-postaje poplavnog područja)

5.2.2. Rezultati istraživanja vodenih kukaca poplavnog područja tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine

5.2.2.1. Sistematski popis vrsta

Tijekom provedenog istraživanja koje je trajalo tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine, te u razdoblju od travnja do kraja studenog na poplavnom području Parka prirode Kopački rit ukupno je prikupljeno i obrađeno 5148 jedinki vodenih stjenica i kornjaša (Heteroptera: Nepomorpha i Gerromorpha, te Coleoptera: Hydradephaga i Hydrophilidae) unutar kojih je određena 91 vrsta. Vodene stjenice zastupljene su s 26 vrsta koje su raspoređene u 14 rodova i 9 porodica, dok su vodeni kornjaši zastupljeni sa 65 vrsta svrstanih u 33 roda i 8 porodica. Jedino su neke jedinke roda *Helophorus* označene s *Helophorus sp.* budući da determinacija do nivoa vrste nije bila moguća. Sistematski popis vrsta koji je obuhvatio 2005. godinu nadopunjen je vrstama koje su određene za razdoblje od 2007. do 2011. godine i prikazana je razlika od 19 vrsta. Sistematski popis usklađen je prema Csabai (2000), Csabai (2003) i Lobl & Smetana (2003, 2004, 2006).

Red Hemiptera

Podred Heteroptera

Superporodica Corixioidea Leach, 1815

Porodica Corixidae Leach, 1815

Podporodica Corixinae, Leach, 1815

Pleme Corixini Leach, 1815

Rod *Hesperocorixa* Kirkaldy, 1908

Hesperocorixa linnaei Fieber, 1848

Rod ***Sigara*** Fabricius, 1775

Podrod ***Helicorixa*** Walton in Hutchinson, 1940

Sigara stagnalis Leach, 1817

Podrod ***Sigara*** Fabricius, 1775

Sigara dorsalis Leach, 1817

Sigara semistriata Linnaeus, 1758

Superporodica Notonectoidea Latreille, 1802

Porodica Notonectidae Latreille, 1802

Podporodica Notonectinae Latreille, 1802

Pleme Notonectini Latreille, 1802

Rod Notonecta Linnaeus, 1758

Notonecta meridionalis Poisson, 1926

GERROMORPHA Popov, 1971

Superporodica Gerroidea Leach, 1815

Porodica Gerridae Leach, 1815

Podporodica Gerrinae Leach, 1815

Pleme Gerrini Leach, 1815

Rod **Gerris** Fabricius, 1794

Podrod **Gerris** Fabricius, 1794

Gerris thoracicus Schummel, 1832

Red Coleoptera

Podred Adephaga

Porodica Haliplidae Brullé, 1835

Rod **Haliplus** Latreille, 1802

Podrod **Liaphlus** Guignot, 1928

Haliplus flavicollis Strum, 1834

Porodica Dytiscidae Leach, 1815

Podporodica Hydroporinae Aubé, 1836

Pleme Bidessini Sharp, 1882

Rod **Bidessus** Sharp, 1882

Bidessus unistriatus Goeze, 1777

Pleme Hyphydrini Sharp, 1882

Rod **Hyphydrus** Illiger, 1802

Hyphydrus ovatus Linnaeus, 1761

Podporodica Dytiscinae Leach, 1815

Pleme Aciliini Thomson, 1867

Rod **Graphoderus** Dejean, 1833

Graphoderus cinereus Linnaeus, 1758

Porodica Gyrinidae Thomson, 1860

Podporodica Gyrininae Regimbart, 1882

Pleme Girini Regimbart, 1882

Rod **Gyrinus** Müller, 1764

Podrod **Gyrinus** Müller, 1764

Gyrinus distinctus Aubé, 1836

Gyrinus substriatus Stephens, 1829

Podred Polyphaga

Nadporodica Hydrophiloidea

Porodica Hydrochidae Thomson, 1859

Rod **Hydrochus** Leach, 1817

Hydrochus elongatus Schaller, 1783

Porodica Helophoridae Thomson, 1859

Rod **Helophorus** Fabricius, 1775

Helophorus brevipalpis

Helophorus aquaticus

Helophorus sp

Porodica Hydrophilidae Latreille, 1802

Podporodica Sphaeridiinae Latreille, 1802

Pleme Megasternini Mulsant, 1844

Rod **Cercyon** Leach, 1817

Podrod **Cercyon** Leach, 1817

Cercyon bifenestratus Küster, 1798

Cercyon pygmaeus Illiger, 1801

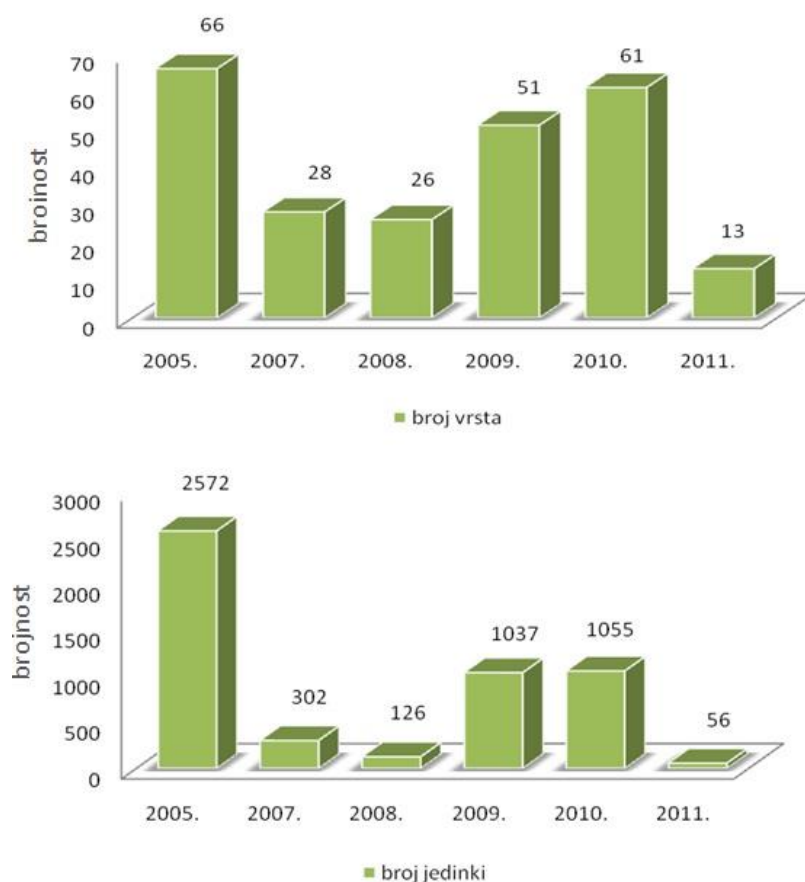
Rod **Enochrus** Thomson, 1859

Podrod **Methydrus** Rey, 1885

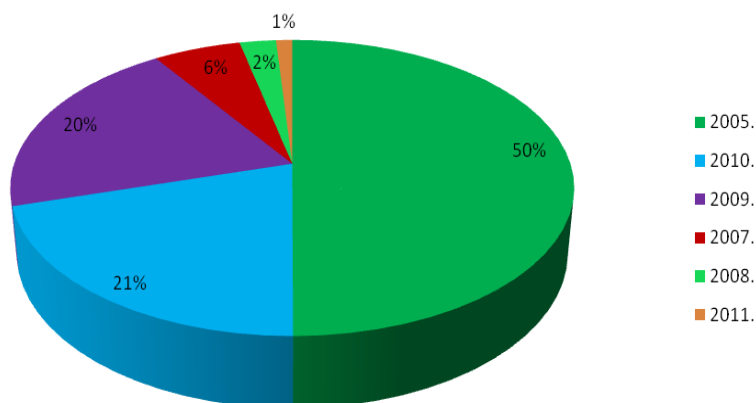
Enochrus nigritus Sharp, 1872

5.2.2.2. Brojnost i sastav porodica

Od ukupno određene 91 vrste vodenih stjenica i kornjaša na poplavnom području Parka prirode Kopački rit, tijekom 2005. određeno je najviše vrsta i to 66, zatim 61 vrsta tijekom 2010. i 51 vrsta tijekom 2009. godine, dok je manje vrsta određeno 2007. i 2008. godine (28 i 26 vrsta). Najmanji broj vrsta određen je sušne 2011. godine i to samo 13 vrsta (Slika 27). U razdoblju od 2005. do 2011. godine ukupno je uzorkovano 5148 jedinki vodenih stjenica i kornjaša. Najveći broj jedinki uzorkovan je 2005. godine. Tijekom 2005. godine uzorkovano je 2572 jedinke, što čini oko 50 % od ukupne brojnosti. Dvije godine kasnije, odnosno tijekom 2007. godine uzorkovan je dosta manji broj jedinki i to svega 302 jedinke, odnosno samo 6% od ukupnog broja. Dok je još manje jedinki uzorkovano 2008. godine i to samo 126 jedinke (2%). Zatim je tijekom 2009. i 2010. godine uzorkovan veći broj jedinki i to 1037 odnosno 1055 jedinki, što čini oko 20% za svaku od navedenih godina. Najmanja brojnost jedinki utvrđena je tijekom 2011. godine i to samo 56 jedinki (1%) (Slika 27 i 28).



Slika 27. Broj određenih vrsta i uzorkovanih jedinki vodenih stjenica i kornjaša tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit

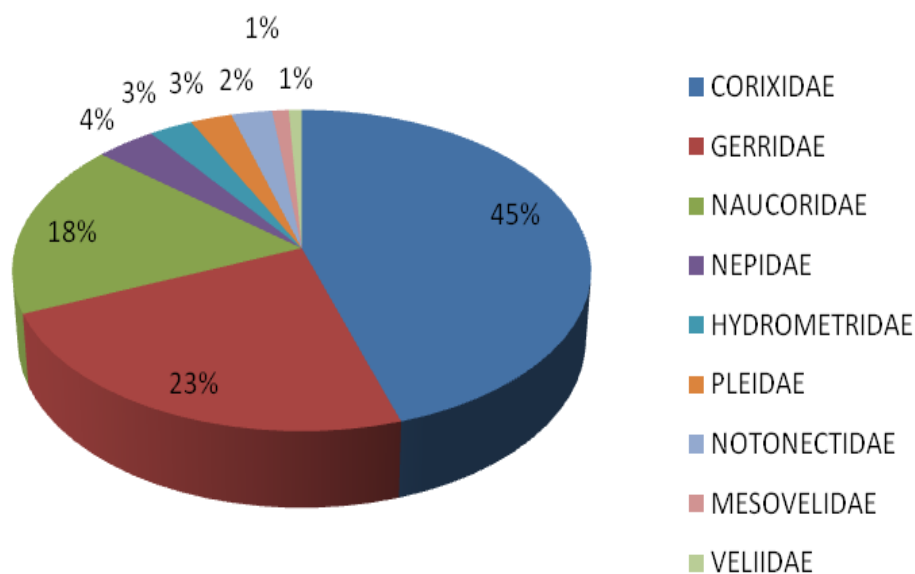


Slika 28. Postotna zastupljenost broja uzorkovanih jedinki vodenih stjenica i kornjaša tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit

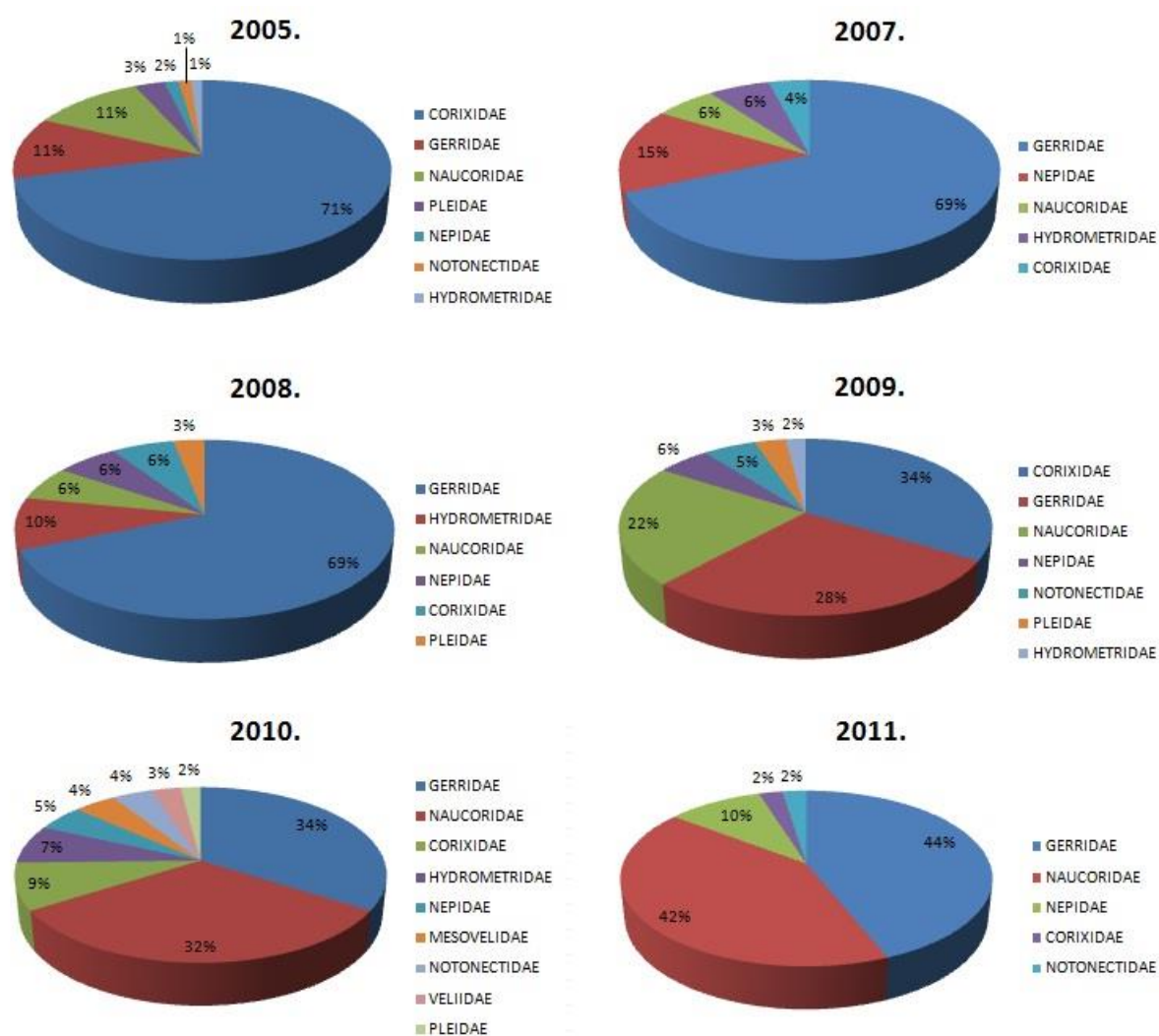
U kvantitativnom sastavu vodenih stjenica tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine najzastupljenije su porodice Corixidae (45%), Gerridae (23%) i Naucoridae (18%), dok su sve ostale porodice zastupljene s puno manjim udjelom (od 1% do 4%) (Slika 29). Porodica Corixidae ima najveću zastupljenost tijekom 2005. godine (71%) i tijekom 2009. godine (34%), dok je tijekom 2010. godine zastupljena s 9% s tim da je tijekom te godine utvrđen i najveći broj porodica. Vrste iz ove porodice su zastupljenije u ekstremno poplavnim godinama, dok su tijekom uobičajeno plavljenih godina i tijekom sušne 2011. godine zastupljene s izuzetno malim brojem. Upravo u godinama uobičajenih plavljenja i sušnoj 2011. godini najzastupljenija je porodica gazivoda (Gerridae) čije vrste obitavaju uglavnom na površini vode. Tijekom 2007. i 2008. godine porodica Gerridae čini 69% od ukupne brojnosti svih vodenih stjenica, dok je tijekom sušne 2011. godine zastupljena s 44% (Slika 30).

Analiza kvantitativnog sastava vodenih stjenica i kornjaša prikazana je brojnošću jedinki određenih vrsta unutar porodice. U kvantitativnom sastavu vodenih kornjaša tijekom istraživnog razdoblja najzastupljenije su porodice Hydrophilidae (64%), Dytiscidae (27%) i Spercheidae (7%) dok je ostalih pet porodica zastupljeno i s manjim udjelima od 2% (Slika 31). Porodica Hydrophilidae ima najveću zastupljenost tijekom svih šest godina istraživanja i zastupljena je od 43% tijekom 2007. godine do 76% tijekom 2005. godine (Slika 32). To su godine koje su okarakterizirane kao ekstremno poplavne godine ili godine uobičajenog

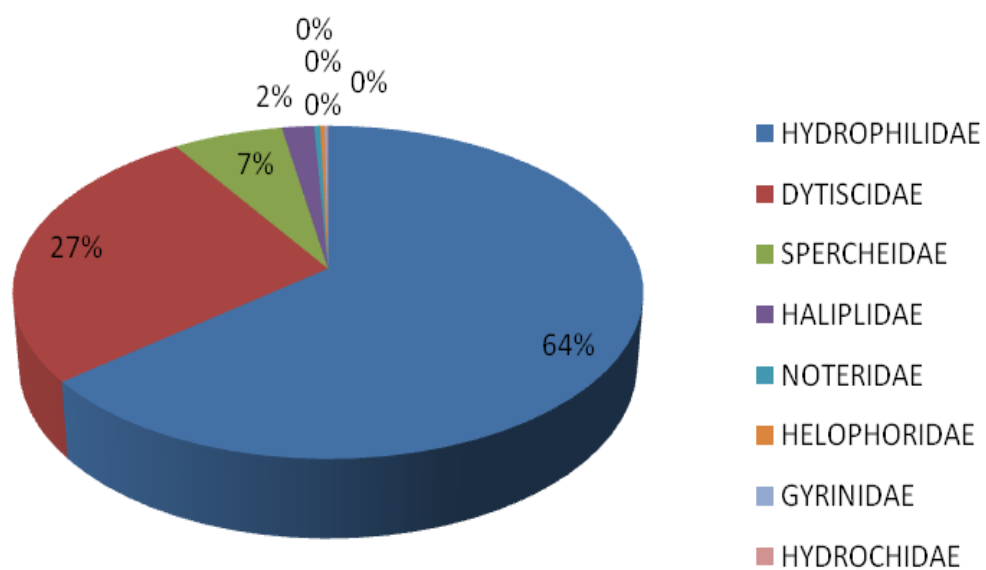
plavljenja, dok je tijekom sušne godine zastupljena s manjim udjelom (27%). Najzastupljenija porodica tijekom ekstremno sušne 2011. godine je porodica Dytiscidae (73%). Tijekom ostalih godina istraživanja porodica Dytiscidae je zastupljena od 18% (2005. godina) do 43% (2009. godina). Porodica Spercheidae s jednom vrstom, *Spercheus emarginatus*, nije uzorkovana tijekom 2007. i 2011. godine. Postotni udio ove porodice kretao se od 4% (2005. godine) do 21% (2008. godine). Ostale porodice zastupljene su s manjim brojem, kao što je porodica Haliplidae koja je zastupljena od 1% (2009. i 2010. godina) do 6% (2008. godina), dok su ostale porodice zastupljene sa samo 1%, Noteridae (2009. godine) i Helophoridae (2010. godine). Porodice Gyrinidae i Hydrochidae nisu obuhvaćene analizom jer su uzorkovane s vrlo malim brojem jedinki tijekom svih šest godina istraživanja.



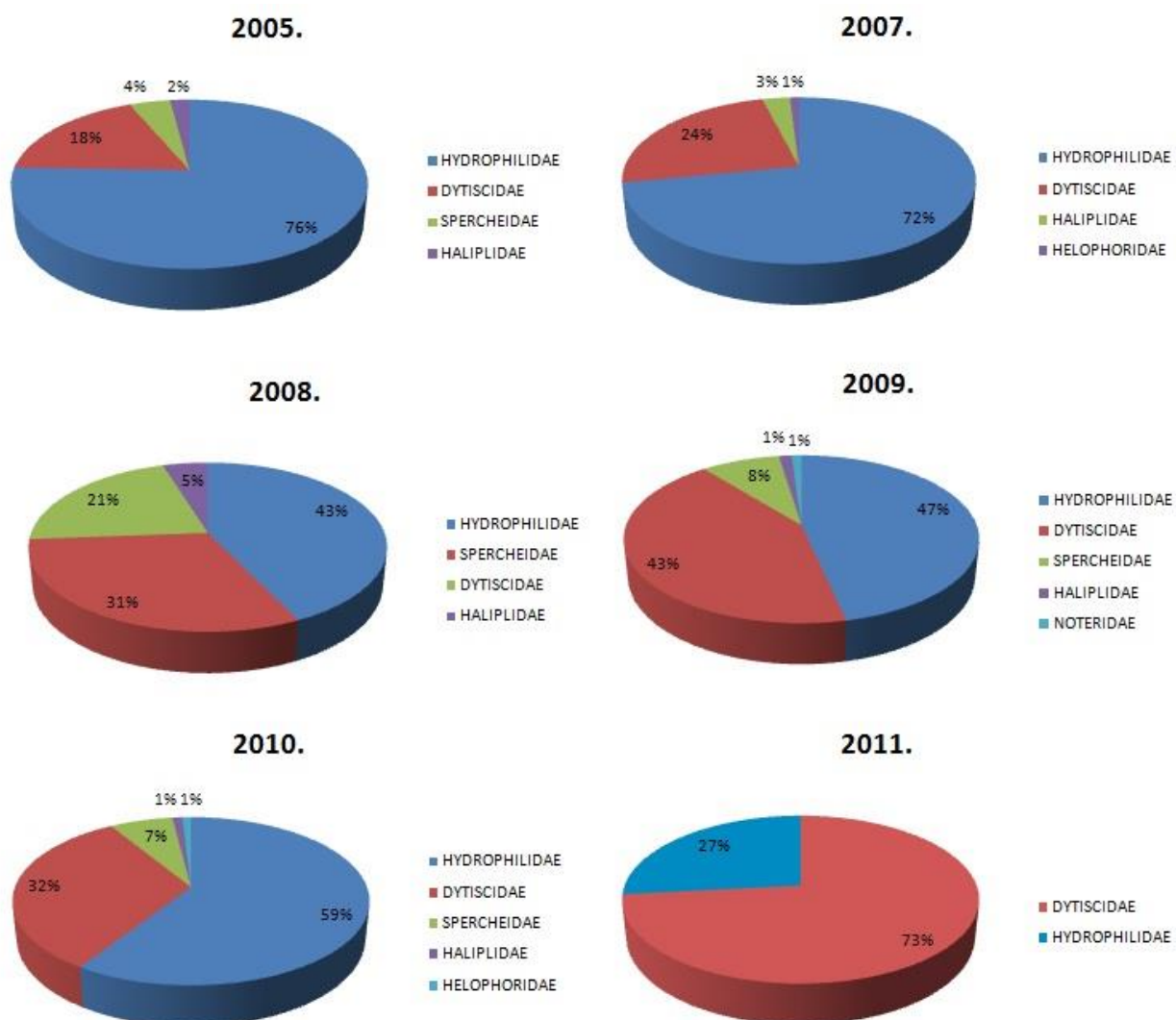
Slika 29. Kvantitativni sastav vodenih stjenica (Heteroptera) tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit



Slika 30. Kvantitativni sastav vodenih stjenica (Heteroptera) prikazan odvojeno za svaku godinu istraživanja na poplavnom području Parka prirode Kopački rit



Slika 31. Kvantitativni sastav vodenih kornjaša (Coleoptera) tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit



Slika 32. Kvantitativni sastav vodenih kornjaša (Coleoptera) prikazan odvojeno za svaku godinu istraživanja na poplavnom području Parka prirode Kopački rit

5.2.2.3. Dominantnost i konstantnost vrsta

Analizom dominantnosti vrsta vodenih stjenica i kornjaša na poplavnom području Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine određeno je devet eudominantnih vrsta, deset dominantnih vrste, te su ostale vrste koje su zastupljene s manjom brojnošću svrstane u ostale kategorije dominantnosti (Tablica 8).

Vodene stjenice zastupljene su s pet eudominantnih vrsta (*Ilyocoris cimicoides*, *Sigara nigrolineata*, *Notonecta maculata*, *Aquarius paludum* i *Gerris lacustris*), a vodeni kornjaši s četiri vrste (*Laccophilus poecilus*, *Spercheus emarginatus*, *Berosus signaticollis* i *Helochares obscurus*). Tijekom poplavne 2005. godine tri vrste su eudominantne (*Sigara nigrolineata*, *Berosus signaticollis* i *Helochares obscurus*), jedna vrsta je dominantna (*Laccophilus poecilus*), šest vrsta je subdominantno i ostale vrste koje su zastupljene s manjim brojem su recedentne ili subrecedentne (Tablica 8). Tijekom 2009. godine također su utvrđene tri eudominantne vrste (*Notonecta maculata*, *Laccophilus poecilus* i *Helochares obscurus*). Najveći broj eudominantnih vrsta utvrđen je u 2010. godini i to pet vrsta (*Ilyocoris cimicoides*, *Gerris lacustris*, *Laccophilus poecilus*, *Berosus signaticollis*, *Helochares obscurus*). Od eudominantnih vrsta posebno se ističe vrsta *Berosus signaticollis* koja eudominantna tijekom dvije ekstremno poplavne godine, 2005. i 2010. godine, dok je u 2009. godini dominantna. Godine uobičajenih poplava, 2007. i 2008. tijekom kojih je uzorkovan manji broj jedinki i vrsta imaju dvije eudominantne vrste. U 2007. godini eudominantne vrste su *Aquarius paludum* i *Helochares obscurus*, dok su u 2008. godini eudominantne *Laccophilus poecilus* i *Spercheus emarginatus*. Ekstremno sušna 2011. godina tijekom koje je uzorkovan vrlo mali broj jedinki, te utvrđeno samo 13 vrsta ima tri eudominantne vrste vodenih stjenica: *Ilyocoris cimicoides*, *Aquarius paludum* i *Gerris lacustris* (Tablica 8).

Analizom konstantnosti vrsta vodenih stjenica i kornjaša u 16 uzoraka po svakoj godini uzorkovanja određeno je sedam eukonstantnih vrsta: *Ilyocoris cimicoides*, *Sigara nigrolineata*, *Sigara striata*, *Laccophilus poecilus*, *Spercheus emarginatus*, *Helochares obscurus* i *Enochrus quadripunctatus* (Tablica 8). Tijekom 2005. utvrđeno je sedam eukonstantnih vrsta, tijekom 2010. dvije i jedna eukonstantna vrsta tijekom 2009. Godine uobičajenih plavljenja (2007. i 2008.), te sušna 2011. godina nisu imale niti jednu eukonstantnu vrstu (Tablica 8).

Tablica 8. Dominantnosti i konstantnost vrsta vodenih stjenica i kornjaša na poplavnom području Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine

red/vrste	godine											
	2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.
Hemiptera: HETEROPTERA												
<i>Plea minutissima</i> (PLEIDAE)	RCD		RCD	RCD	SRC		AKS		AKD	AKS	AKS	
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (NAUCORIDAE)	SUD	RCD	RCD	DOM	EUD	EUD	EUK	AKD	AKD	KON	EUK	AKS
<i>Ranatra linearis</i> (NEPIDAE)	SRC	SUD	RCD	SUD	SRC	DOM	AKS	KON	AKD	KON	AKS	AKS
<i>Nepa cinerea</i>	SRC	SRC			RCD		AKD	AKD			AKS	
<i>Corixa punctata</i> (CORIXIDAE)	SRC						AKD					
<i>Sigara nigrolineata</i>	EUD	SRC		SUD	SRC		EUK	AKD		KON	AKS	
<i>Sigara semistriata</i>				SRC								
<i>Sigara striata</i>	SUD	SRC	RCD	DOM	SRC	SUD	EUK	AKD	AKD	KON	AKD	AKD
<i>Sigara dorsalis</i>					RCD						AKD	
<i>Sigara falleni</i>	SRC				SRC		AKD				AKD	
<i>Sigara stagnalis</i>				RCD						AKS		
<i>Hesperocorixa linnaei</i>					SRC						AKD	
<i>Cymatia coleoptrata</i>	SRC			SRC			AKD			AKD		
<i>Notonecta viridis</i> (NOTONECTIDAE)	SRC			SRC	SRC		AKD			AKD	AKD	
<i>Notonecta maculata</i>	SRC			EUD	SRC	SUD	AKD			AKD	AKD	AKD
<i>Notonecta glauca</i>	SRC			RCD	SRC		AKD			AKD	AKD	
<i>Notonecta oblique</i>	SRC						AKD					
<i>Notonecta meridionalis</i>				SRC						AKD		
<i>Aquarius paludum</i>	RCD	SUD	DOM	RCD	SRC	EUD	KON	AKS	AKS	AKS	AKD	AKD
<i>Gerris lacustris</i>	RCD	EUD	DOM	DOM	EUD	EUD	KON	KON	AKS	KON	KON	AKS
<i>Gerris odontogaster</i>	SRC	SUD	SRC	RCD	RCD		AKS	AKS	AKD	AKD	AKD	
<i>Gerris asper</i>	SRC						KON					
<i>Gerris thoracicus</i>				SRC						AKD		
<i>Mesovelgia furcata</i> (MESOVELIDAE)	SRC			SRC	RCD		AKS			AKD	AKD	
<i>Hydrometra stagnorum</i> (HYDROMETRIDAE)	SRC	RCD	SUD	SRC	SUD		AKS	AKD	AKD	AKS	AKS	
<i>Microvelia reticulata</i> (VELIIDAE)	SRC			SRC	RCD		AKD			AKS	AKS	

Legenda: EUD-eudominantne; DOM-dominantne; SUD-subdominantne; RCD-recedentne; SRC-subrecedentne; EUK-eukonstantne; KON-konstantne; AKS-akcesorne; AKD-akcidentalne

Tablica 8. Nastavak

red/vrste	godine												
	2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.		2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.
COLEOPTERA													
<i>Haliphus ruficollis</i> (HALIPLIDAE)	SRC	SRC						AKS	AKD				
<i>Haliphus fluviatilis</i>	SRC	SRC	RCD	SRC	SRC			AKS	AKD	AKD	AKD	AKD	
<i>Haliphus variegates</i>	SRC				SRC			AKD				AKD	
<i>Haliphus immaculatus</i>	SRC							AKD					
<i>Haliphus flavicollis</i>			SRC	SRC						AKD	AKD		
<i>Pelodytes caesus</i>	SRC	SRC	SUD	SRC	SRC			AKS	AKD	AKD	AKD	AKD	
<i>Noterus crassicornis</i> (NOTERIDAE)				SRC	SRC						AKD	AKD	
<i>Noterus clavicornis</i>	SRC			SRC	SRC			AKD			AKD	AKD	
<i>Porhydrus lineatus</i> (DYTISCIDAE)					SRC							AKD	
<i>Bidessus unistriatus</i>				SRC	SRC						AKD	AKD	
<i>Hydroporus angustatus</i>	SRC							AKD					
<i>Hydroporus ferugineus</i>	SRC							AKD					
<i>Laccophilus poecilus</i>	DOM	AKS	EUD	EUD	EUD	DOM		EUK	KON	AKS	KON	EUK	AKD
<i>Laccophilus minutus</i>	SRC	SRC	RCD	SRC				AKS	AKD	AKD	AKS		
<i>Hygrotus impressopunctatus</i>	SRC				SRC			AKS				AKD	
<i>Hygrotus inaequalis</i>	SRC							AKD					
<i>Hygrotus versicolor</i>	SRC				SRC			AKS				AKD	
<i>Hygrotus parallelogrammus</i>				SRC							AKD		
<i>Hydroglyphus geminus</i>	SRC			SRC				AKD			AKD	AKD	
<i>Hyphydrus anatolicus</i>	SRC		SRC		SRC			AKD		AKD		AKD	
<i>Hyphydrus ovatus</i>					SRC							AKS	
<i>Colymbetes fuscus</i>	SRC							AKD					
<i>Rhantus exoletus</i>	SRC		SRC	SRC				AKD		AKD	AKD		
<i>Rhantus latitans</i>	SUD	SRC		SRC	SRC			KON	AKD		AKD	AKD	
<i>Rhantus suturalis</i>	SRC							AKD					
<i>Agabus undulatus</i>	SRC							AKD					
<i>Ilybius fenestratus</i>					SRC							AKD	
<i>Acilius sulcatus</i>		SRC							AKD				
<i>Hydaticus transversalis</i>	SRC				SRC			AKD				AKD	
<i>Graphoderus austriacus</i>	SRC				SRC			AKD				AKD	
<i>Graphoderus bilineatus</i>	SRC			SRC	SRC	SRC		AKD			AKD	AKS	AKD
<i>Graphoderus cinereus</i>				SRC							AKD		
<i>Dytiscus dimidiatus</i>	SRC							AKD					

Legenda: EUD-eudominantne; DOM-dominantne; SUD-subdominantne; RCD-recedentne; SRC-subrecedentne; EUK-eukonstantne; KON-konstantne; AKS-akcesorne; AKD-akcidentalne

Tablica 8. Nastavak

red/vrste	godine												
	2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.		2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.
COLEOPTERA													
<i>Cybister lateralmarginalis</i>	SRC	SRC	SRC	RCD	SRC	SRC		AKS	AKD	AKD	AKS	AKD	AKD
<i>Gyrinus substriatus</i> (GYRINIDAE)			SRC							AKD			
<i>Gyrinus distinctus</i>				SRC	SRC						AKD	AKD	
<i>Spercheus emarginatus</i> (SPERCHEIDAE)	SUD	SRC	EUD	SUD	SUD			EUK	AKD	AKD	KON	AKS	
<i>Hydrochus brevis</i> (HYDROCHIDAE)	SRC							AKD					
<i>Hydrochus elongatus</i>					SRC							AKD	
<i>Hydrochus aquaticus</i>					SRC							AKD	
<i>Helophorus brevipalpis</i> (HELOPHORIDAE)		SRC							AKD				
<i>Helophorus</i> sp.					SRC							AKD	
<i>Anacaenae limbata</i> (HYDROPHILIDAE)	SUD			SRC	SUD			AKD			AKD	AKD	
<i>Cymbiodyta marginella</i>	SRC							AKD					
<i>Berosus signaticollis</i>	EUD	SRC	SUD	DOM	EUD	SUD		KON	AKD	AKD	AKS	AKD	AKD
<i>Berosus frontifoveatus</i>	SRC			SRC	SRC			AKD			AKD	AKD	
<i>Berosus luridus</i>	SRC							AKD					
<i>Berosus geminus</i>	SRC	SRC	RCD	SRC	RCD			AKS	AKD	AKD	AKD	AKS	
<i>Laccobius minutus</i>	SRC		SRC	SRC	SRC			AKD		AKD	AKD	AKD	
<i>Laccobius bipunctatus</i>	SRC							AKD					
<i>Cercyon bifeneistratus</i>					SRC							AKD	
<i>Cercyon pygmaeus</i>					SRC							AKD	
<i>Hydrochara caraboides</i>	SRC			SRC	SRC	SUD		AKD			AKD	AKD	AKD
<i>Hydrobius fuscipes</i>	SRC	SRC			SRC			AKD	AKD			AKD	
<i>Limnoxenus niger</i>	SRC		RCD	SRC	SRC	SUD		KON		AKD	AKD	AKD	AKD
<i>Helochaes obscurus</i>	EUD	EUD	SUD	EUD	EUD	SUD		EUK	AKS	AKD	EUK	KON	AKD
<i>Enochrus ochropterus</i>					SRC							AKD	
<i>Enochrus quadripunctatus</i>	SUD	RCD	SUD	RCD	RCD			EUK	AKD	AKD	AKS	AKS	
<i>Enochrus melanocephalus</i>	SRC	SUD	SRC	RCD	RCD			AKS	AKS	AKD	AKD	AKS	
<i>Enochrus affinis</i>	SRC			SRC				AKD			AKD		
<i>Enochrus fuscipennis</i>	SRC	SRC		RCD	SRC			AKD	AKD		AKS	AKD	
<i>Enochrus testaceus</i>	RCD	DOM		SRC	SRC			KON	AKD		AKD	AKD	
<i>Enochrus bicolor</i>	SRC	DOM	SRC	RCD	SRC			AKD	AKS	AKD	AKS	AKD	
<i>Enochrus nigrinus</i>				SRC	SRC						AKD	AKD	
<i>Hydrophilus piceus</i>	SRC			SRC	SRC			AKD			AKD	AKD	
<i>Hydrophilus aterrimus</i>					SRC							AKD	

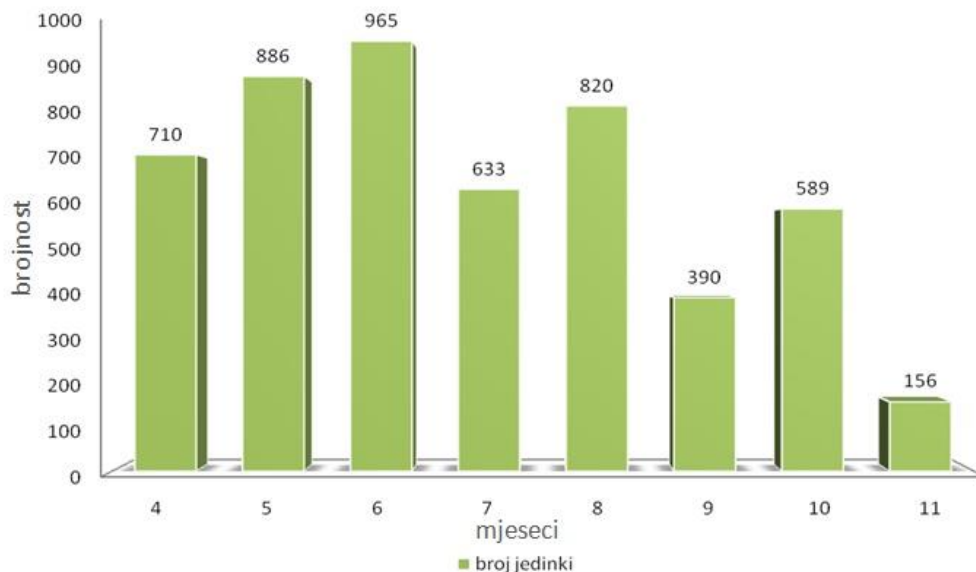
Legenda: EUD-eudominantne; DOM-dominantne; SUD-subdominantne; RCD-recedentne; SRC-subrecedentne; EUK-eukonstantne; KON-konstantne; AKS-akcesorne; AKD-akcidentalne

5.2.2.4. Sezonska dinamika

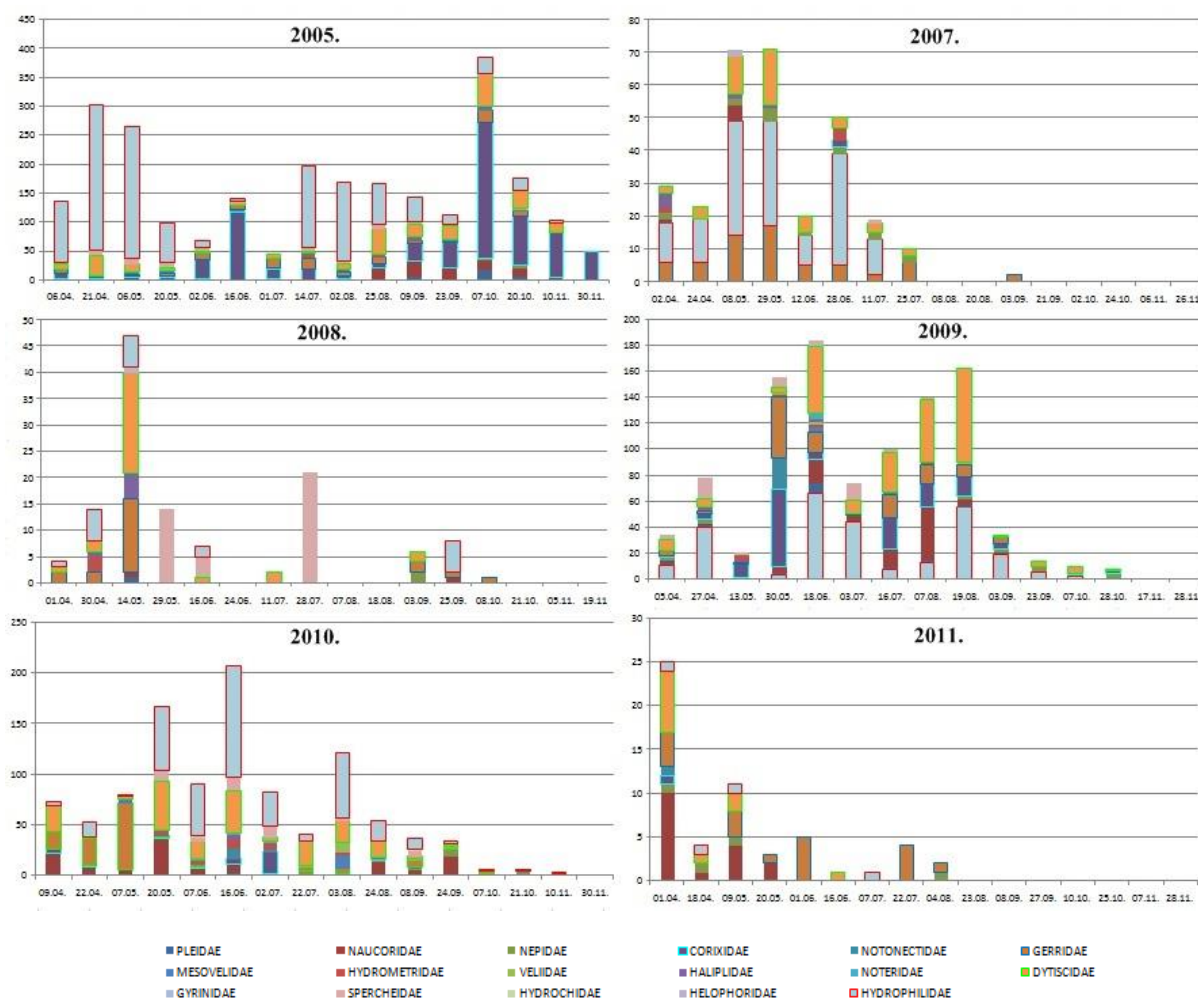
U razdoblju od travnja do kraja studenog na ukupnom broju uzorkovanih jedinki vodenih stjenica i kornjaša tijekom svih šest godina istraživanja prikazana je njihova sezonska dinamika, te je ujedno prikazana i sezonska dinamika porodica zasebno za svaku godinu istraživanja.

Na slici 33. prikazano je kretanje brojnosti jedinki vodenih stjenica i kornjaša tijekom svih šest godina istraživanja. Tijekom travnja uzorkovan je veći broj jedinki i brojnost jedinki postepeno raste do lipnja kada je utvrđena i najveća brojnost jedinki. Zatim ponovo brojnost opada u srpnju, raste u kolovozu te je ujedno rast zabilježen i u listopadu. Prema visokim vrijednostima koje su zabilježene tijekom svih mjeseci i trima vršnim vrijednostima utvrđenim u lipnju, kolovozu i listopadu vidljivo je da vodene stjenice i kornjaši mogu reproducirati nove potomke kroz više generacija, ali ujedno ovisno i o nizu okolišnih čimbenika.

Zbog različitog vodnog režima tijekom istraživanih godina uočena je velika razlika u brojnosti uzorkovanih jedinki vodenih stjenica i kornjaša te u njihovoj sezonskoj dinamici. Na prikazu sezonske dinamike porodica vodenih stjenica i kornjaša svih godina istraživanja vidljivo je da godine koje su obilježene dugotrajnim plavljenjem imaju veću brojnost, veći broj porodica i više generacija (Slika 34). Tijekom 2005. godine najveću brojnost imaju porodice Hydrophilidae (Coleoptera, Polyphaga) te porodica Corixidae (Heteroptera), koje se pojavljuju već u travnju. Porodica Hydrophilidae dostiže najveću brojnost tijekom proljetnih mjeseci, te ponovo sredinom srpnja i u kolovozu, dok je kod porodice Corixidae utvrđena povećana brojnost sredinom lipnja i najveća brojnost početkom listopada. Tijekom 2009. i 2010. godine najveću zastupljenost imaju porodice Hydrophilidae i Dytiscidae (Coleoptera, Adephega). Za porodicu Hydrophilidae utvrđene su tri vršne vrijednosti tijekom ovih godina, prva polovicom travnja, druga sredinom lipnja i treća sredinom kolovoza. Porodica Dytiscidae prisutna je od travnja, te ima povećanu brojnost tijekom svibnja, lipnja i kolovoza. Ostale porodice vodenih stjenica i kornjaša zastupljene su s manjom brojnošću, te se ujedno i najveći broj različitih porodica pojavljuje tijekom lipnja. Godine uobičajenih plavljenja, 2007. i 2008. godina imaju puno kraći period pojavljivanja vrsta i razvoja jedinki vodenih stjenica i kornjaša. Povećana brojnost jedinki zabilježena je samo u svibnju, te je vrlo mali broj jedinki uzorkovan tijekom sljedećih nekoliko mjeseci. Tijekom ekstremno sušne 2011. godine, povećana brojnost utvrđena je samo početkom travnja kada je nazastupljenija bila porodica Dytiscidae i Naucoridae.



Slika 33. Ukupna brojnost vodenih stjenica i kornjaša po mjesecima istraživanja tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit



Slika 34. Sezonska dinamika porodica vodenih stjenica i kornjaša tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit

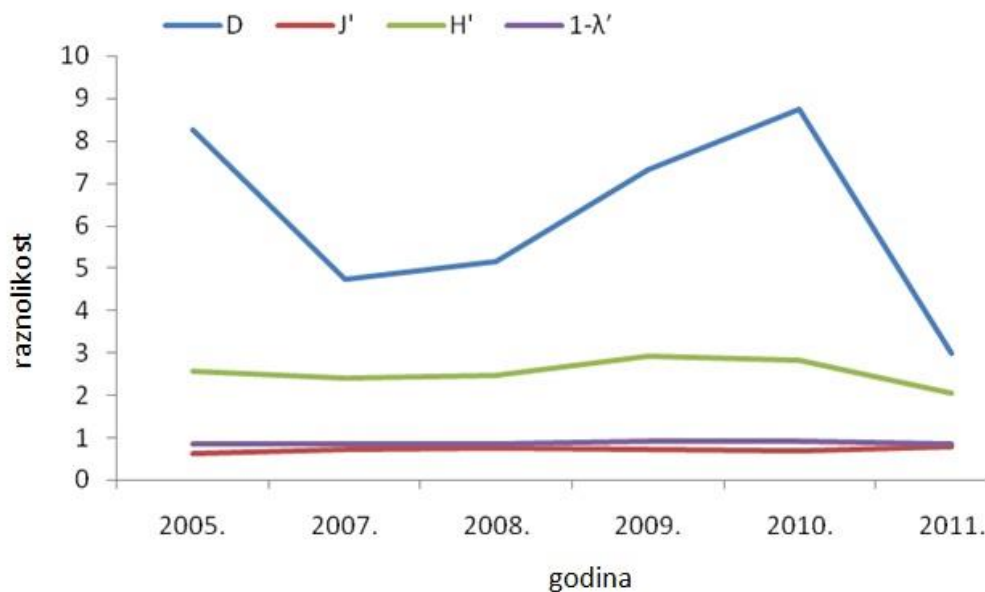
5.2.2.5. Statistička analiza podataka

5.2.2.5.1. Procjena ukupnog broja vrsta

Neparametrijski procijenitelji korišteni su kako bi se procijenio konačan broj vrsta vodenih stjenica i kornjaša u Parku prirode Kopački rit. Rezultati ove analize pokazuju da je procijenjen broj vrsta između 83 (Bootstrap), 96 (Jackknife-1) i 111 vrsta (Jackknife-2), dok je tijekom istraživanog razdoblja od 2005. do 2011. godine ukupno određeno 92 vrste.

5.2.2.5.2. Usporedba raznolikosti i sastava faune vodenih stjenica i kornjaša istraživanih godina

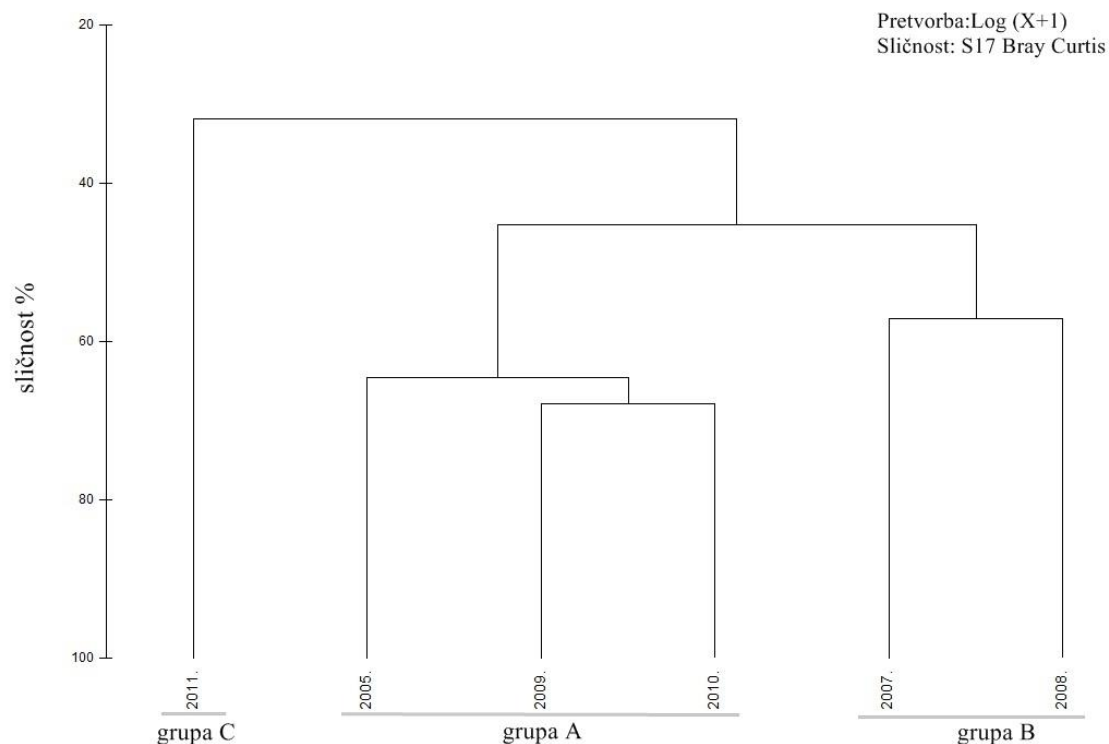
Za utvrđivanje raznolikosti između svih godina uzorkovanja na poplavnom području Parka prirode Kopački rit prema fauni vodenih stjenica i kornjaša određeni su Shannon-Weaver-ov indeks raznolikosti (H'), Simpson-ov indeks raznolikosti ($1-\lambda'$), Pielou-ov indeks ujednačenosti (J') te Margalef-ov indeks gustoće populacije (D) (Slika 35). Najveći broj prisutnih vrsta u odnosu na ukupan broj jedinki (Margalef-ovog indeks) utvrđena je tijekom 2010. godine (8,762736), dok je najmanji broj utvrđena tijekom 2011. godine (2,981106). Tako je najveća vrijednost Simpson-ovog i Shannon-Weaver-ovog indeksa određena za 2009. godinu, a najmanja vrijednost za 2011. godinu. Vrijednosti Pielou-ovog indeksa kretale su se od 0,613086 tijekom 2005. godine do 0,803524 tijekom 2011. godine.



Slika 35. Promjene indeksa raznolikost tijekom istraživanih razdoblja od 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit (D-Margalef-ov indeks, H'-Shannon-Weaver-ov indeks raznolikosti, J'-Pielou-ov indeks ujednačenosti, 1-λ'-Simpson-ov indeks raznolikosti)

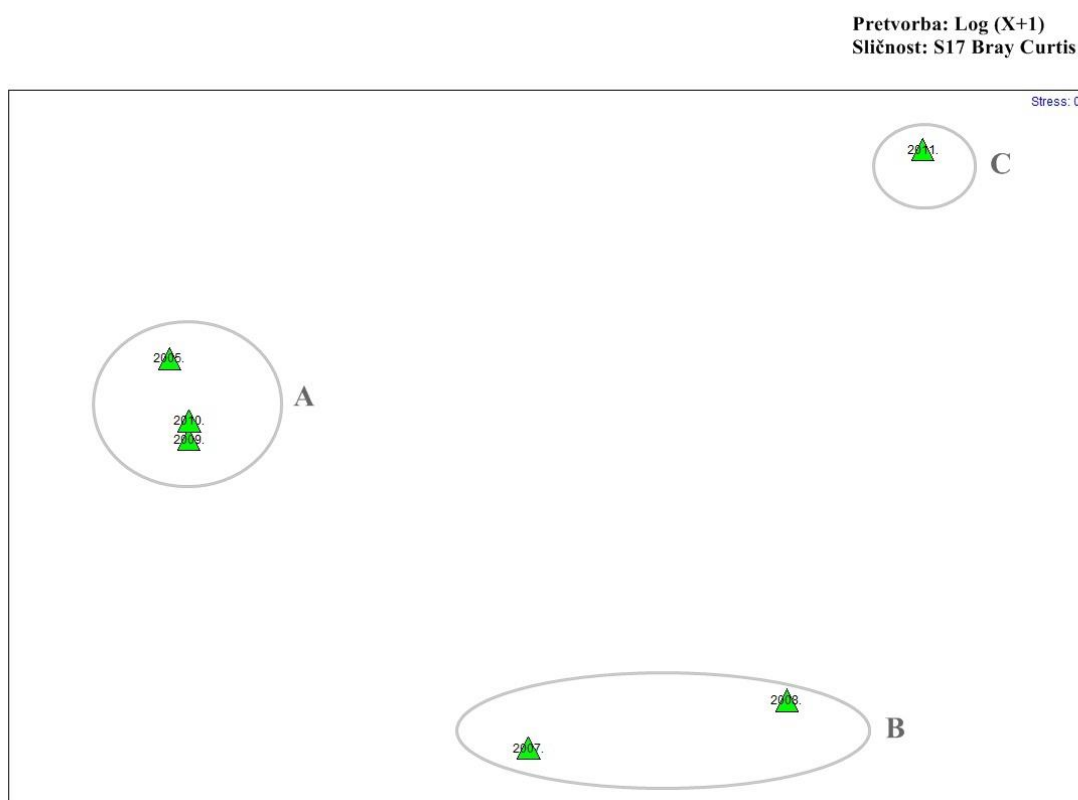
Na veliku razliku u sastavu faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom šest godina istraživanja koje se razlikuju prvenstveno u vodnom režimu koji se mijenjao tijekom godina istraživanja ukazuje već i sama brojnost jedinki i vrsta. Takve velike razlike između istraživanih godina potvrdili su rezultati klaster analize (Slika 36) i nMDS analize (Slika 37) na temelju sastava faune.

Prema klaster analizi istraživanih godina poplavnog područja Parka prirode Kopački rit, godine dugotrajnih plavljenja s velikim intenzitetom poplava (2005., 2009. i 2010.) posebno su se grupirale, te su se odvojile od uobičajeno plavljenih godina koje su se također grupirale zajedno (2007. i 2008.) i od ekstremno sušne 2011. godine koja se odvojila u zasebnu grupu (Slika 36).



Slika 36. Klaster analiza sličnosti istraživanih godina prema sastavu faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja Parka prirode Kopački rit

U nMDS analizi sličnosti istraživanih godina prema fauni vodenih stjenica i kornjaša jasno se uočava grupiranje te se izdvajaju dugotrajno plavljene godine (2005., 2009 i 2010.), godine uobičajenih plavljenja (2007. i 2008.) i posebno se odvaja ekstremno sušna 2011. godina (Slika 37). Rezultati statističke analize značajnosti razlika (ANOSIM) između istraživanih godina prema utvrđenoj fauni vodenih stjenica i kornjaša pokazali su da postoji velika statistički značajna razlika među istraživanim godinama s obzirom na sastav faune vodenih stjenica i kornjaša ($R > 0.75$).



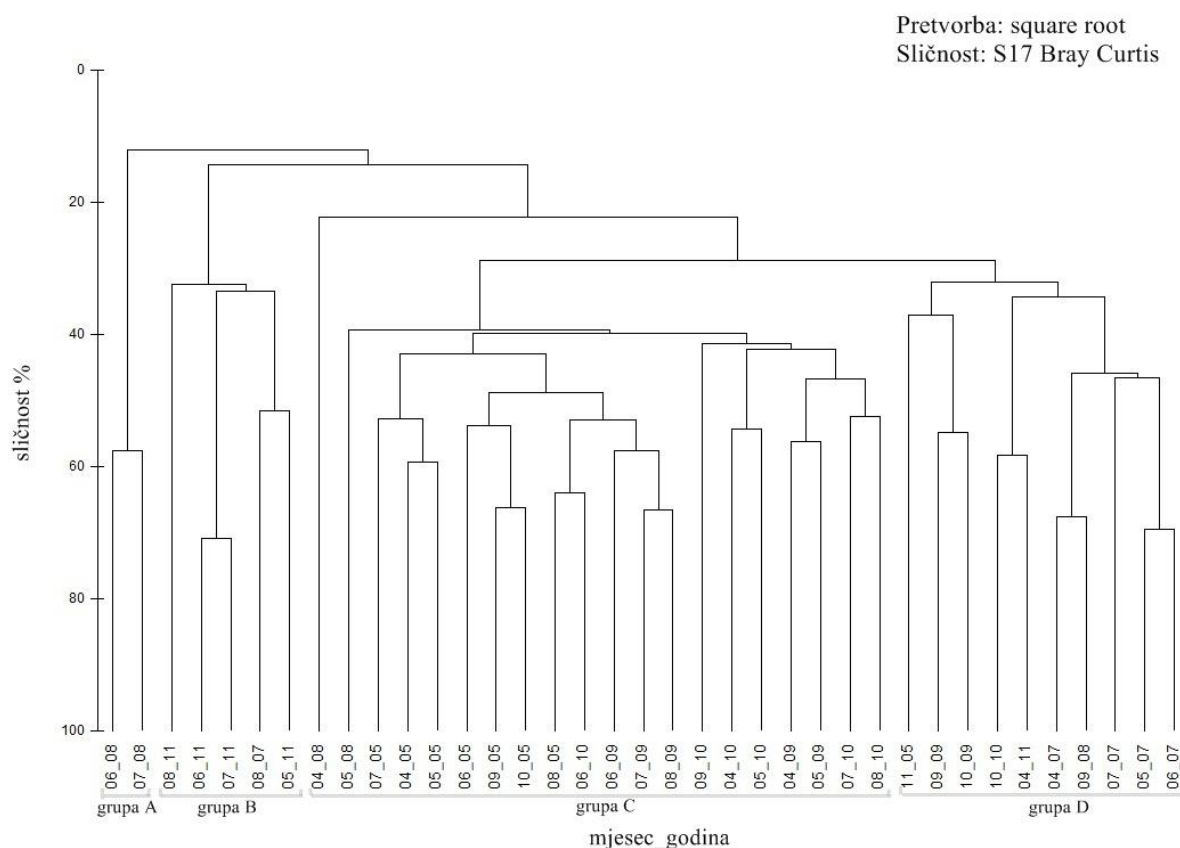
Slika 37. Multivarijantna analiza (nMDS) sličnosti istraživanih godina prema sastavu faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja Parka prirode Kopački rit

5.2.2.5.3. Usporedbe sastava i raznolikost faune prema mjesecima istraživanja

Rezultati usporedbe sastava i raznolikosti faune prema mjesecima istraživanja napravljeni su za sve mjesece istraživanja kada je u uzorcima bilo jedinki, tako da se broj uzoraka tijekom godina mijenjao. U analizu je uključeno osam mjeseci uzorkovanja iz 2005. godine, sedam mjeseci iz 2009. i 2010. godine te po pet mjeseci iz 2007., 2008. i 2011. godine.

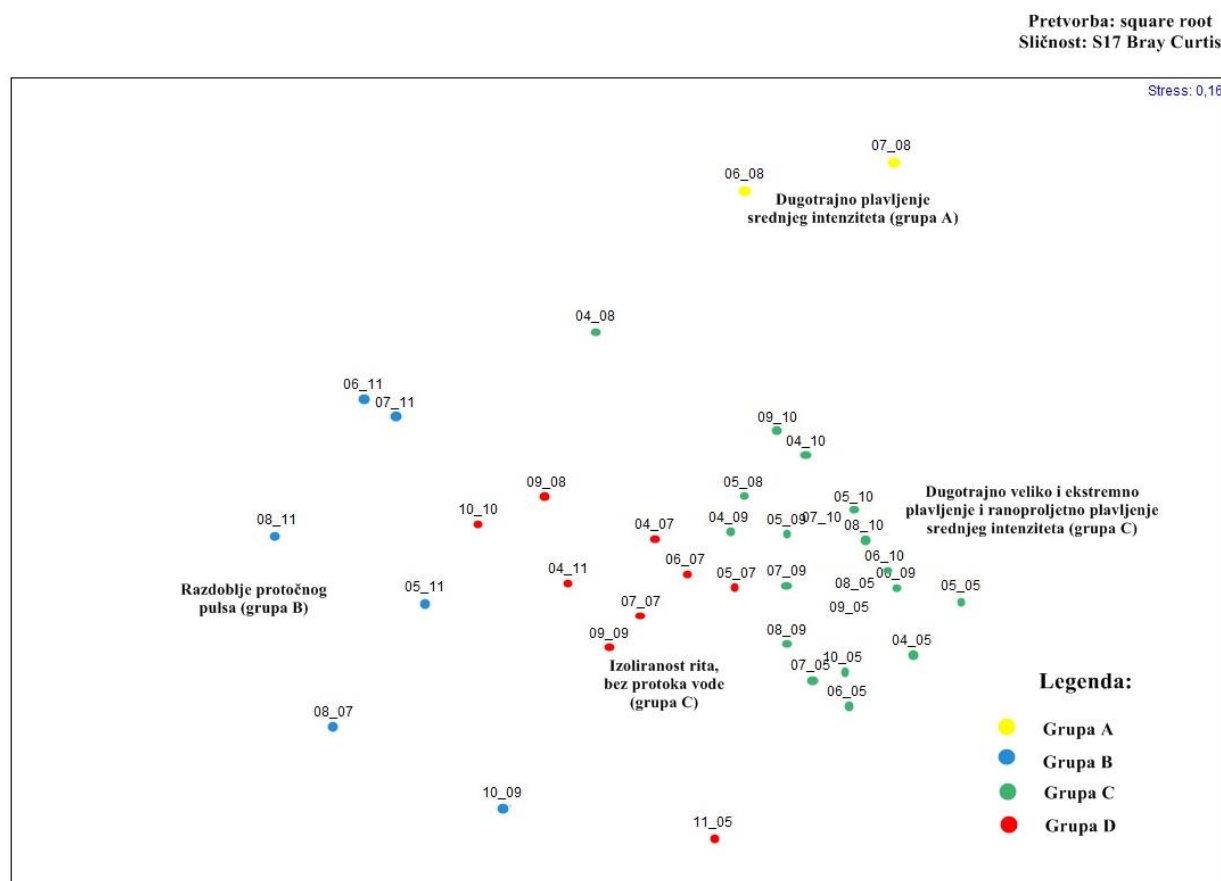
Prema klaster dendogramu i nMDS grafu je vidljivo grupiranje podataka u četiri glavne grupe koje su označene slovima A, B, C i D (Slika 38 i Slika 39). Glavni čimbenik za razdvajanje grupa bio je vodni režim. Tako su se međusobno grupirala razdoblja kada je poplavno područje Parka prirode Kopački rit bilo izloženo različitim hidrološkim uvjetima: grupa A –

razdoblje dugotrajnog plavljenja srednjeg intenziteta (ljetno 2008. godine); grupa B – razdoblje protočnog pulsa (proljeće i ljetno 2011. godine i kraj ljeta 2007. godine); grupa C – razdoblje dugotrajnih velikih i ekstremnih poplava u 2005., 2009. i 2010. godini i ranoproljetno plavljenje srednjeg intenziteta (proljeće 2008. godine); grupa D – razdoblje izoliranosti rita od matične rijeke (proljeće i ljetno 2007. godine, proljeće 2011. godine te jesen 2005., 2009. i 2010. godine)



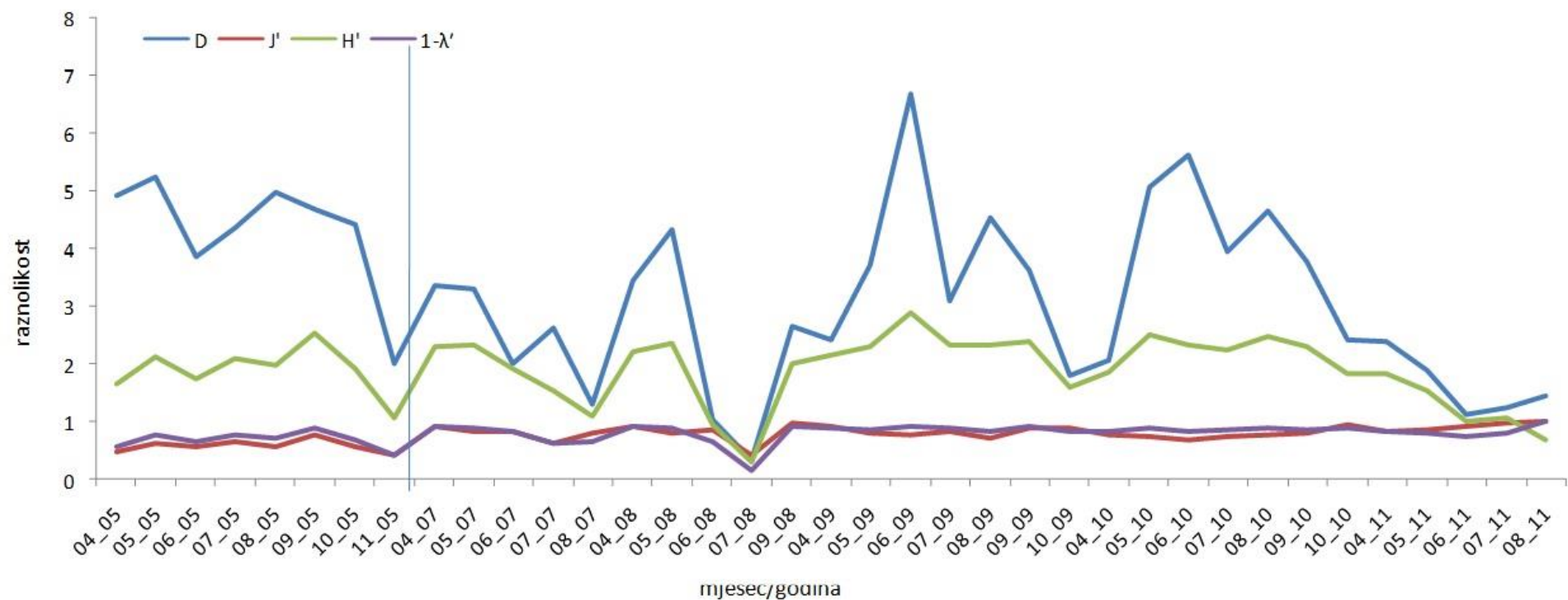
Slika 38. Klaster analiza sličnosti sastava faune vodenih stjenica i kornjaša između mjeseci istraživanja tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit

ANOSIM analiza statističke značajnosti razlika između mjeseci uzorkovanja tijekom istraživanih razdoblja od 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit pokazala je da postoji statistički značajna razlika među grupama, te da se pojedine grupe malo preklapaju ($R > 0.5$). Rezultati analize pokazali su da se grupe C-D, C-B i D-B međusobno statistički jako značajno razlikuju ($p = 0.001$, $p < 0.05$), samo se grupe D-A međusobno razlikuju s manjim stupnjem statističke značajnosti ($p = 0.015$, $p < 0.05$), kao i grupe B-A ($p = 0.048$, $p < 0.05$).



Slika 39. Multivarijantna analiza (nMDS) sličnosti sastava faune vodenih stjenica i kornjaša između mjeseci istraživanja tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit

Za utvrđivanje raznolikosti između svih mjeseci uzorkovanja tijekom istraživanog razdoblja od 2005. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit izračunati su Shannon-Weaver-ov indeks raznolikosti (H'), Simpson-ov indeks raznolikosti ($1-\lambda'$), Pielou-ov indeks ujednačenosti (J') te Margalef-ov indeks gustoće populacije (D) (Slika 40). Najveća vrijednost Simpson-ovog indeksa bila je u kolovozu 2011. godine kada su uzorkovane samo dvije jedinke koje su ujedno bile i dvije različite vrste, te je najmanja vrijednost utvrđena za srpanj 2008. godine. Kolovoz 2011. godine ujedno je imao i najmanju vrijednost Shannon-Weaver-ovog indeksa, dok je najveća vrijednost utvrđena za lipanj 2009. godine kada je i uzorkovan najveći broj vrsta. Vrijednosti Pielou-ovog indeksa ujednačenosti kretale su se od 0,426223 (srpanj, 2008.) do 1 (kolovoz, 2011.). Najveći broj prisutnih vrsta u odnosu na ukupan broj jedinki (Margalef-ov indeks) utvrđen je lipnju 2009. godine (6, 6975), a najmanji u lipnju 2008. godine (1,0278).



Slika 40. Promjene indeksa raznolikosti prema mjesecima istraživanja tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine na poplavnom području Parka prirode Kopački rit. (D-Margalef-ov indeks, H'- Shannon-Weaver-ov indeks raznolikosti, J'- Pielou-ov indeks ujednačenosti, 1-λ'- Simpson-ov indeks raznolikosti)

5.2.2.5.4. SIMPER analiza vrsta

Analiza vrsta pokazala je koje vrste primarno doprinose uočenoj strukturalnoj sličnosti i različitosti između pojedinih godina istraživanja koje su se grupirale prema razlikama u vodnom režimu. Rezultati analiza prikazani su samo za one vrste koje su doprinijele sličnosti i razlici s više od 5% , dok se izračunate vrijednosti za sve ostale vrste nalaze u prilogu 2.

Prema SIMPER analizi utvrđene su relativno male prosječne sličnosti između određenih mjeseci istraživanih godina (20.50-31.99%, Tablica 9), a velike prosječne razlike između godina (71.17-95.96%, Tablica 13). Vrste koje su najviše doprinjele sličnosti unutar godina su *Sigara nigrolineata* (2005.), *Helochares obscurus* (2007., 2009.), *Spercheus emarginatus* (2008.), *Laccophilus poecilus* (2010.) i *Gerris lacustris* (2011.).

Najmanja prosječna razlika utvrđena je između godina s dugotrajnim plavljenjem velikog intenziteta: 2005.-2010., 2005.-2009. i 2009.-2010., dok je najveća prosječna razlika utvrđena između poplavne 2005. i sušne 2011. godine (95.96%). Ukupno je deset vrsta najviše utjecalo na razlike između godina, od kojih su tri vrste najučestalije: *Sigara nigrolineata*, *Berosus signaticollis* i *Helochares obscurus* (Tablica 10).

Tablica 9. Rezultati SIMPER analize koji pokazuje sličnosti između mjeseci unutar pojedine godine istraživanja na temelju strukture faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja

Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine

Godina	2005.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.
Prosječna sličnost (%)	31.96	31.99	20.50	28.31	30.50	30.12
Vrsta	doprinos (%)					
<i>Sigara nigrolineata</i>	27.02			6.24		
<i>Berosus signaticollis</i>	17.64				10.50	
<i>Helochares obscurus</i>	13.62	33.94	9.29	20.28	13.87	
<i>Sigara striata</i>	7.62			8.67		
<i>Laccophilus poecilus</i>	6.06	12.57	29.91	14.99	25.08	
<i>Ilyocoris cimicoides</i>				7.78	19.26	9.27
<i>Spercheus emarginatus</i>			34.47	6.08		
<i>Gerris lacustris</i>		18.08	12.25	10.80	13.55	54.11
<i>Ranatra linearis</i>		12.54		9.61		7.84
<i>Aquarius paludum</i>		7.83	5.52			25.70

Tablica 10. Rezultati SIMPER analize na temelju strukture faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine koja pokazuje razlike između godina

Godine	2005.- 2007.	2005.- 2008.	2005.- 2009.	2005.- 2010.	2005.- 2011.	2007.- 2008.	2007.- 2009.	2007.- 2010.	2007.- 2011.	2008.- 2009.	2008.- 2010.	2008.- 2011.	2009.- 2010.	2009.- 2011.	2010.- 2011.
Prosječna razlika (%)	85.07	92.2	78.02	78.06	95.96	83.21	73.27	75.86	83.77	83.78	84.91	85.28	71.17	88.78	84.47
Vrsta	doprinos (%)														
<i>Sigara nigrolineata</i>	21.89	24.77	17.78	17.73	26.06										
<i>Berosus signaticollis</i>	17.81	19.23	15.14	14.60	20.14			5.76		5.29	6.73		5.42	5.53	7.37
<i>Helochares obscurus</i>	9.17	10.97	7.73	8.87	11.56	18.92	10.16	12.65	21.84	8.76	11.64		8.73	10.70	12.75
<i>Spercheus emarginatus</i>						10.68				7.90	6.83	22.52		5.08	
<i>Gerris lacustris</i>						8.96	6.00	7.42	10.81	6.17	8.22	6.97	5.93	6.83	8.55
<i>Laccophilus poecilus</i>			6.08			8.82	11.12	9.85	9.23	12.49	12.19	9.78	10.40	13.04	13.17
<i>Aquarius paludum</i>						5.33			6.51			5.91			
<i>Ilyocoris cimicoides</i>								8.89	5.63	5.88	11.35	8.72	6.88	7.64	12.55
<i>Sigara striata</i>										5.95				6.72	
<i>Ranatra linearis</i>														5.18	

5.3. Rezultati istraživanja vrste *Graphoderus bilineatus* u kontinentalnoj Hrvatskoj tijekom 2010. godine

5.3.1. Sistematski popis vrsta

Tijekom provedenog istraživanja vrste *Graphoderus bilineatus* i ostalih vodenih kornjaša (Coleoptera: Hydradephaga i Hydrophilidae) na tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske: Parku prirode Kopački rit, Parku prirode Lonjsko polje i Spačvanskom bazenu ukupno je prikupljeno i obrađeno 4339 odrasle jedinke unutar kojih je određeno 98 vrsta. Vrste su raspoređene u 39 rodova i 8 porodica.

Jedino su neke jedinke roda *Hydroporus*, *Helophorus* i *Hydrochus* označene sa sp. budući da determinacija do nivoa vrste nije bila moguća. Sistematski popis vrsta koji je obuhvatio istraživanje u Parku prirode Kopački rit tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine nadopunjen je vrstama koje su određene tijekom istraživanja vrste *Graphoderus bilineatus* na tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske. Tijekom istraživanja provedenog u Parku prirode Kopački rit tijekom 2005. i 2007. do 2011. godine utvrđeno je 65 vrsta vodenih kornjaša (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophilidae) pa je u popisu prikazana razlika od 33 vrste. Sistematski popis vrsta i usklađen je prema Csabai (2000), Csabai (2003) i Lobl & Smetana (2003, 2004, 2006).

Red Coleoptera

Podred Adephaga

Porodica Haliplidae Brullé, 1835

Rod ***Haliphus*** Latreille, 1802

Podrod *Haliphus* Latreille, 1802

Haliphus heydeni Wehncke, 1875

Podrod ***Liaphlus*** Guignot, 1928

Haliphus guttatus Aubé, 1836

Porodica Dytiscidae Leach, 1815

Podporodica *Hydroporinae* Aubé, 1836

Pleme *Bidessini* Sharp, 1882

Rod ***Bidessus*** Sharp, 1882

Bidessus minutissimus Germar, 1824

Pleme Hydroporini Aubé, 1836

Rod **Graptodytes** Seidlitz, 1887

Graptodytes bilineatus Sturm, 1835

Graptodytes granularis Linnaeus, 1767

Rod **Hydroporus** Clairville, 1806

Hydroporus palustris Linnaeus, 1761

Hydroporus striola Gyllenhal, 1826

Hydroporus tristis Paykull, 1798

Hydroporus umbrosus Gyllenhal, 1808

Hydroporus sp.

Rod **Suphrodytes** Gozis, 1914

Suphrodytes dorsalis Fabricius, 1787

Pleme Hygrotini Potrevin, 1929

Rod **Hygrotus** Stephens, 1828

Hygrotus decoratus Gyllenhal, 1808

Pleme Laccornini Wolfe et Roughley, 1990

Rod **Laccornis** Gozis, 1914

Laccornis oblongus Stephens, 1835

Podporodica Colymbetinae Erichson, 1837

Pleme Agabini Thomson, 1867

Rod **Agabus** Leach, 1817

Podrod **Agabus** Leach, 1817

Agabus affinis Pykull, 1798

Agabus guttatus Paykull, 1798

Agabus uliginosus Linnaeus, 1761

Rod **Ilybius** Erichson, 1832

Podrod **Ilybius** Erichson, 1832

Ilybius ater De Geer, 1774

Pleme Colymbetini Erichson, 1837

Rod **Rhantus** Dejean, 1833

Podrod **Rhantus** Dejean, 1833

Rhantus consputus Sturm, 1834

Podporodica Dytiscinae Leach, 1815

Pleme Aciliini Thomson, 1867

Rod **Acilius** Leach, 1817

Podrod **Acilius** Leach, 1817

Acilius canaliculatus Nicolai, 1822

Pleme Dytiscini Leach, 1815

Rod **Dytiscus** Linnaeus, 1758

Dytiscus circumcinctus Ahrens, 1811

Dytiscus semisulcatus O. F. Müller, 1776

Pleme Hydaticini Sharp, 1882

Rod **Hydaticus** Leach, 1817

Podrod **Guignotites** Brinck, 1943

Hydaticus grammicus Germar, 1830

Podrod **Hydaticus** Leach, 1817

Hydaticus aruspex Clark, 1864

Hydaticus continentalis J. Balfour-Browne, 1944

Hydaticus seminiger Pontoppidan, 1763

Podred Polyphaga

Nadporodica Hydrophiloidea

Porodica Hydrochidae Thomson, 1859

Rod **Hydrochus** Leach, 1817

Hydrochus megaphallus Berge Henegouwen, 1988

Hydrochus sp.

Pleme Helophoridae THOMSON, 1859

Rod **Helophorus** Fabricius, 1775

Podrod **Rhopalhelophorus** Kuwert, 1886

Helophorus croaticus Kuwert, 1886

Helophorus granularis Linnaeus, 1761

Helophorus minutus Fabricius, 1775

Helophorus obscurus Mulsant, 1844

Helophorus sp.

Porodica Hydrophilidae Latreille, 1802

Podporodica Hydrophilinae Latreille, 1802

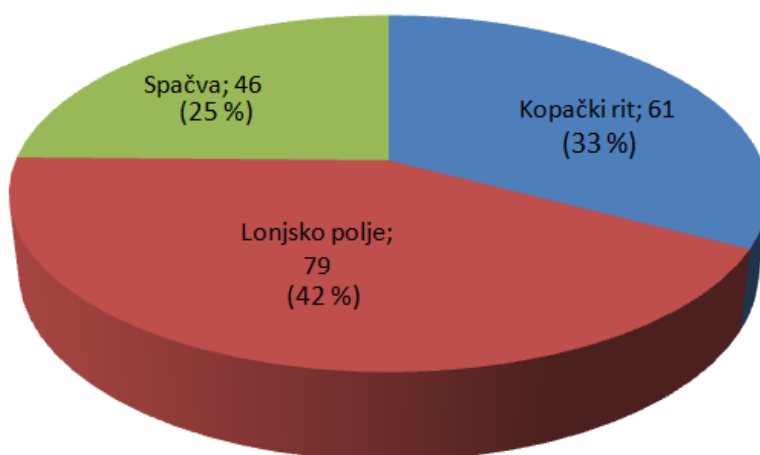
Pleme Anacaenini Hansen, 1991

Rod **Crenitis** Bedel, 1881

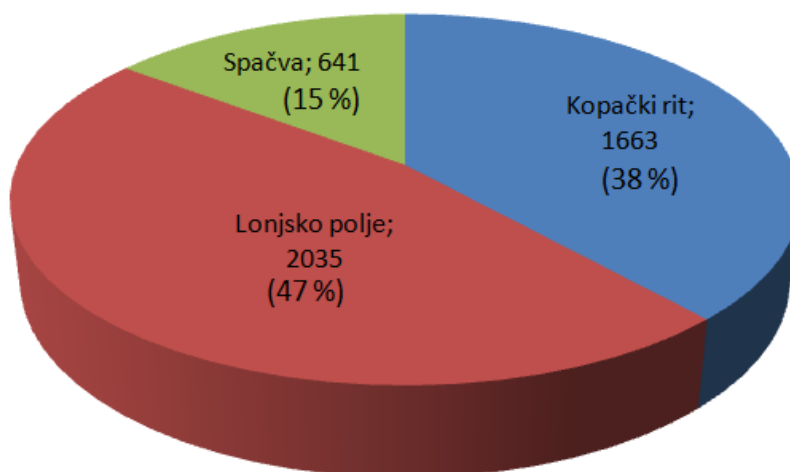
Crenitis punctatostriata Lertzner, 1840

5.3.2. Brojnost i zastupljenost vodenih kornjaša

Od ukupno 98 određenih vrsta vodenih kornjaša, u Kopačkom ritu određena je 61 vrsta (33%), u Lonjskim polju 79 (42%) dok je u Spačvanskom bazenu određeno 46 vrsta (25%). Od 4339 uzorkovane odrasle jedinke vodenih kornjaša, u Kopačkom ritu prikupljeno je 1663 (38%) jedinki, u Lonjskom polju 2035 (47%) dok je u Spačvanskom bazenu prikupljeno 641 (15%) jedinka (Slika 41 i 42).



Slika 41. Brojnost i zastupljenost određenih vrsta vodenih kornjaša na tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske tijekom 2010. godine

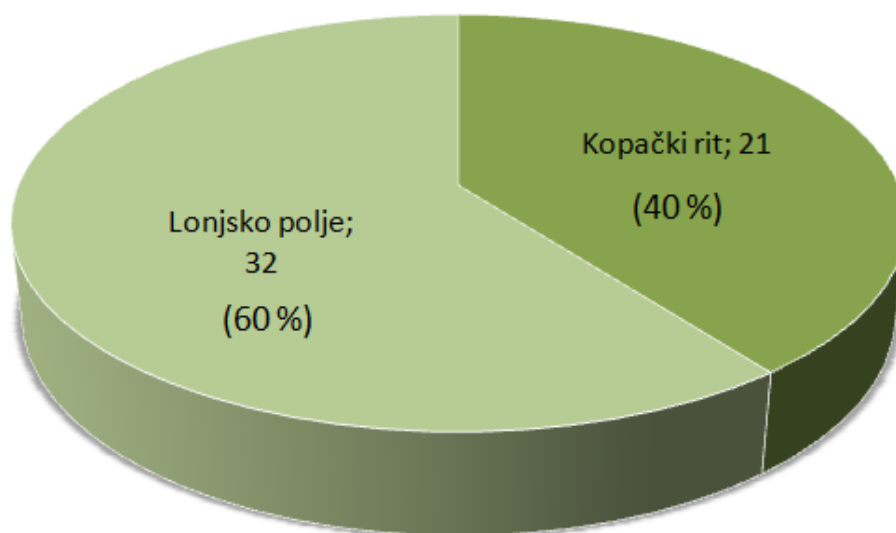


Slika 42. Brojnost i zastupljenost uzorkovanih jedinki vodenih kornjaša na tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske tijekom 2010. godine

5.3.3. Brojnost vrste *Graphoderus bilineatus*

Tijekom istraživanja vrste *Graphoderus bilineatus* koje je provedeno tijekom 2010. godine, ukupno je uzorkovano 53 jedinke navedene vrste na dva područja, Parku prirode Kopački rit i Parku prirode Lonjsko polje. Jedinke ove vrste nisu uzorkovane u Spačvanskom bazenu. U Lonjskom polju uzorkovane su 32 jedinke, a u Kopačkom ritu uzorkovana je 21 jedinka (Slika 43).

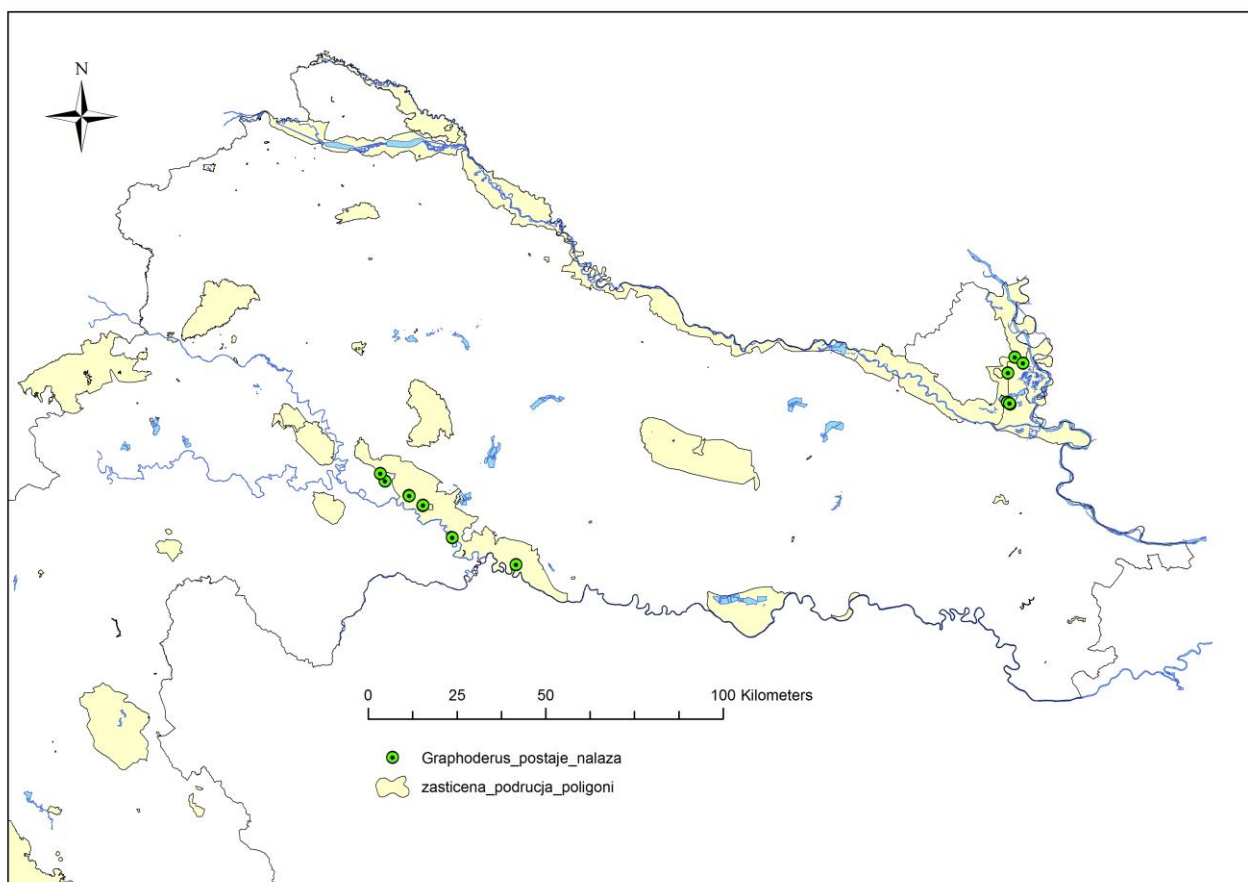
Postaje nalaza vrste prikazane su na slici 44, dok je detaljan prikaz broja uzorkovanih jedinki vrste *Graphoderus bilineatus* i ostalih vrsta iz roda *Graphoderus* na pojedinoj postaji i po svakom datumu uzorkovanja tijekom istraživanja u 2010. godini prikazan u tablici 10. U Lonjskom polju odnos spolova je podjednak tijekom 2010. godine, dok je dominacija mužjaka utvrđena u Kopačkom ritu. Unutar roda *Graphoderus* uzorkovane su još dvije vrste, *Graphoderus cinereus* i *Graphoderus austriacus* koje su na području Kopačkog rita zastupljene s manjim brojem nego vrsta *G. bilineatus*, dok je na području Lonjskog polja najzastupljenija vrsta *Graphoderus cinereus* s 42 jedinke. Na području Spačvanskog bazena uzorkovana je samo vrsta *Graphoderus austriacus* sa 7 jedinki (Tablica 10).



Slika 43. Broj i zastupljenost uzorkovanih jedinki vrste *Graphoderus bilineatus* u Parku prirode Lonjsko polje i Parku prirode Kopački rit tijekom 2010. godine

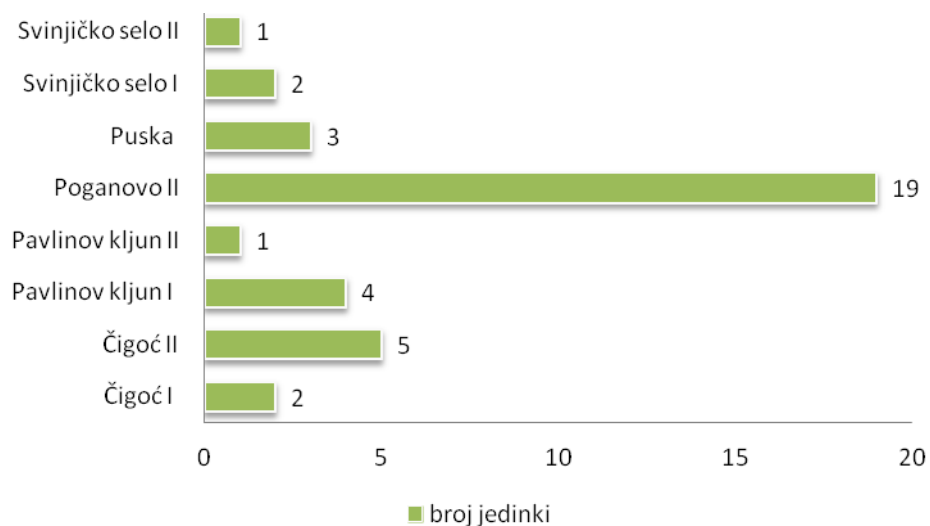
Tablica 10. Broj uzorkovanih jedinki iz roda *Graphoderus* prema datumima uzorkovanja na tri poplavna područja kontinentalne Hrvatske tijekom 2010. godine

Područje:	Postaja:	<i>Graphoderus bilineatus</i>					<i>Graphoderus cinereus</i>					<i>Graphoderus austriacus</i>				
		datum /brojnost					datum /brojnost					datum /brojnost				
		23. - 24.5.	17. - 18.6.	22. - 23.7.	23. - 24.8.	24. - 25.9.	23. - 24.5.	17. - 18.6.	22. - 23.7.	23. - 24.8.	24. - 25.9.	23. - 24.5.	17. - 18.6.	22. - 23.7.	23. - 24.8.	24. - 25.9.
KOPAČKI RIT	Čonakut I	3 ♀ / 6 ♂	1 ♀			1 ♂		1 ♂		1 ♂						
KOPAČKI RIT	Čonakut II	1 ♀								1 ♂					1 ♂	
KOPAČKI RIT	Kopačko jezero															
KOPAČKI RIT	Novi kanal	1 ♂	2 ♂			1 ♀										
KOPAČKI RIT	Podunavlje I	2 ♂				1 ♀		1 ♂							1 ♀ / 2 ♂	
KOPAČKI RIT	Podunavlje II														1 ♂	
KOPAČKI RIT	Čarna I		1 ♂				2 ♂	2 ♀ / 3 ♂				2 ♂				
KOPAČKI RIT	Čarna II		1 ♂				3 ♂								2 ♀ / 2 ♂	
KOPAČKI RIT	Tikveš bara															
KOPAČKI RIT	Batina bara									1 ♂			1 ♂			
		21. - 22.5.	15.-16.6.	20.- 21.7.	25. - 26.8.	22. - 23.9.	21. - 22.5.	15.-16.6.	20.- 21.7.	25. - 26.8.	22. - 23.9.	21. - 22.5.	15.-16.6.	20.- 21.7.	25. - 26.8.	22. - 23.9.
SPAČVANSKI BAZEN	Tikar bara												5 ♂			1 ♂
SPAČVANSKI BAZEN	Kupina-Breznica															
SPAČVANSKI BAZEN	Otočki virovi I															
SPAČVANSKI BAZEN	Otočki virovi II															
SPAČVANSKI BAZEN	Melioracijski kanal I															
SPAČVANSKI BAZEN	Melioracijski kanal II															
SPAČVANSKI BAZEN	Bistra															
SPAČVANSKI BAZEN	Bistra bara											1 ♂				
SPAČVANSKI BAZEN	Bistra kanal															
SPAČVANSKI BAZEN	Breznica															
		28.-29.4.	4. - 6.6.	3. - 4.7.	2. - 3.8.	11. - 12.9.	28.-29.4.	4. - 6.6.	3. - 4.7.	2. - 3.8.	11. - 12.9.	28.-29.4.	4. - 6.6.	3. - 4.7.	2. - 3.8.	11. - 12.9.
LONJSKO POLJE	Čigoč I	2 ♂					1 ♂									
LONJSKO POLJE	Čigoč II	5 ♂						1 ♀	1 ♀							
LONJSKO POLJE	Pavlinov kljun I		1 ♀													
LONJSKO POLJE	Pavlinov kljun II	1 ♂			3 ♀						1 ♀					
LONJSKO POLJE	Poganovo I								1 ♂							
LONJSKO POLJE	Poganovo II			4 ♀ / 1 ♂	5 ♀ / 4 ♂				5 ♀ / 4 ♂	7 ♀ / 10 ♂				1 ♀		
LONJSKO POLJE	Puska		1 ♀		1 ♂	1		1 ♀	1 ♀ / 1 ♂	1 ♂			1 ♀ / 2 ♂	7 ♀ / 6 ♂		
LONJSKO POLJE	Svinjičko selo I				1 ♀ / 1 ♂					2 ♀ / 4 ♂						
LONJSKO POLJE	Svinjičko selo II		1 ♂					1 ♀								
LONJSKO POLJE	Trebež															

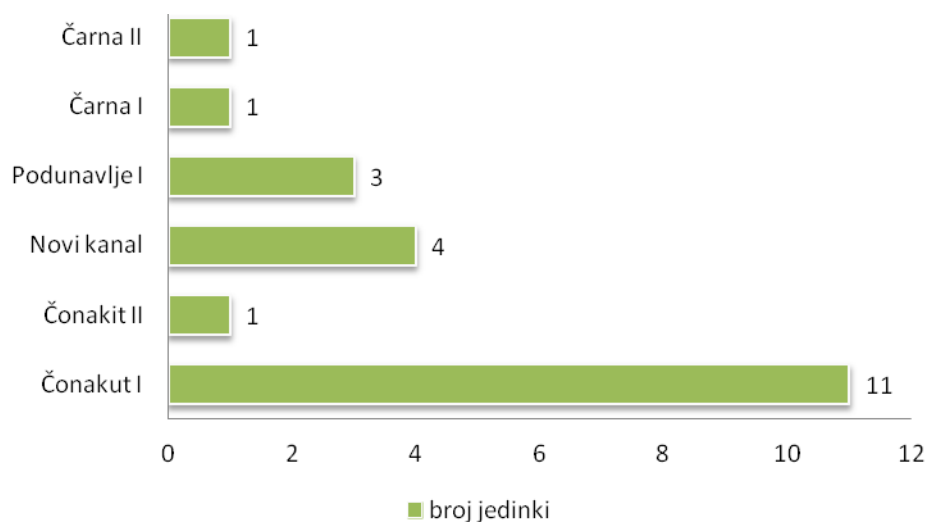


Slika 44. Karta s prikazom postaja na kojima je zabilježena vrsta *Graphoderus bilineatus* tijekom istraživanja

Odrasle jedinke vrste *Graphoderus bilineatus* uzorkovane su na 14 postaja od ukupno 30. Na području Parka Prirode Lonjsko polje vrsta je uzorkovana na osam postaja s ukupno 32 jedinki. Najveća brojnost od 19 jedinki zabilježena je na postaji Poganovo II, dok se na ostalih sedam postaja brojnost kretala od jedne do pet jedinke (Slika 45). Na području Parka Prirode Kopački rit uzorkovana je 21 jedinka vrste. Najveća brojnost od 11 jedinki zabilježena je na postaji Čonakut I, dok se na ostalih pet postaja brojnost kretala od jedne do četiri jedinke. (Slika 46).



Slika 45. Postaje nalaza i brojnost jedinki vrste *Graphoderus bilineatus* u Parku prirode Lonjsko polje tijekom 2010. godine

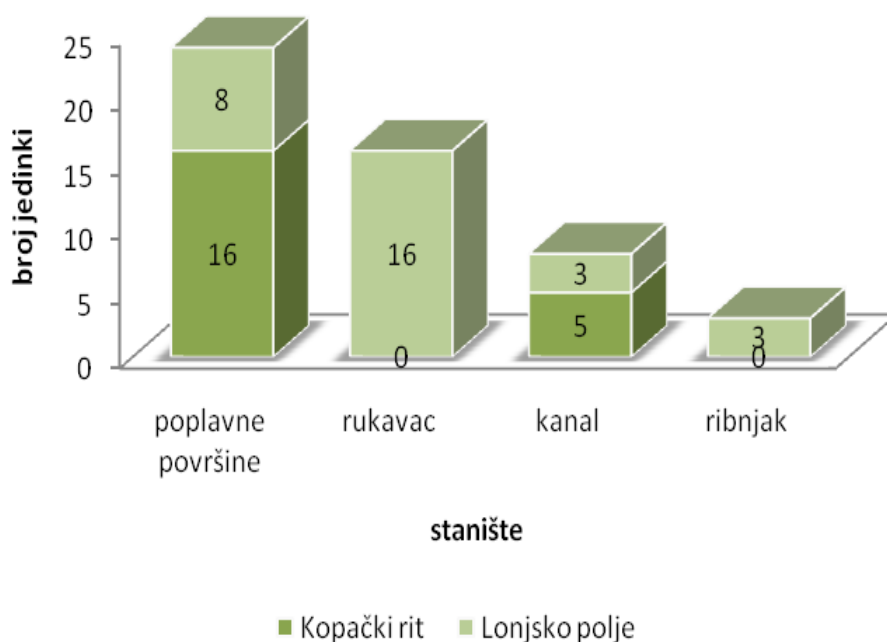


Slika 46. Postaje nalaza i brojnost jedinki vrste *Graphoderus bilineatus* u Parku prirode Kopački rit tijekom 2010. godine

5.3.4. Stanište vrste *Graphoderus bilineatus*

Postaje na kojima se uzorkovalo svrstane su u nekoliko različitih tipova staništa, a postaje nalaza vrste obuhvaćaju najmanje četiri tipa staništa: poplavne površine kao što su poplavne livade ili poplavne inundacije, rukavce, kanale i ribnjake.

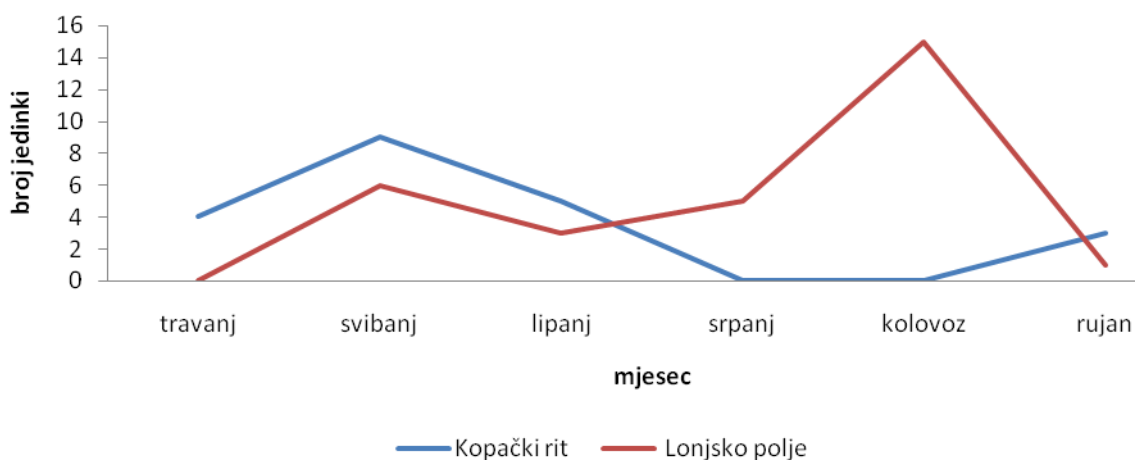
Na slici 47. prikazana je raspodjela ukupnog broja uzorkovanih jedinki iz Parka Prirode Kopački rit i Parka Prirode Lonjsko polje prema tipu staništa. Poplavne površine su zastupljene s najvećim brojem jedinki, zatim rukavci i kanali, a nešto manje ribnjaci. Ako se podaci odvoje prema područjima, može se vidjeti da je u Parku prirode Kopački rit vrsta uzorkovana samo na dva tipa staništa, najviše na poplavnom području, a manje na kanalima. Na području Lonjskog polja vrsta je najbrojnija u rukavcima (mrtvi rukavci, ali i slijepi krajevi kanala) s prisutnom obalnom i vodenom vegetacijom, zatim na poplavnom području (poplavnim livadama), a podjednako na kanalima i u malim ribnjacima s gustom obalnom i vodenom vegetacijom.



Slika 47. Tipovi staništa na kojima je uzorkovana vrsta *Graphoderus bilineatus* tijekom 2010. godine

5.3.5. Sezonska dinamika vrste *Graphoderus bilineatus*

Sezonska dinamika vrste *Graphoderus bilineatus* se na ova dva prostorno udaljena područja uvelike razlikuje. Na području Parka Prirode Kopački rit najveća aktivnost vrste zabilježena je u svibnju, dok je na području Parka Prirode Lonjsko polje najveća aktivnost zabilježena u kolovozu (Slika 48). Velika razlika u dinamici vjerojatno je uzrok promjena u dinamici plavljenja i dužini hidroperioda jer se oba područja nalaze u poplavnim područjima velikih nizinskih rijeka kontinentalne Hrvatske.

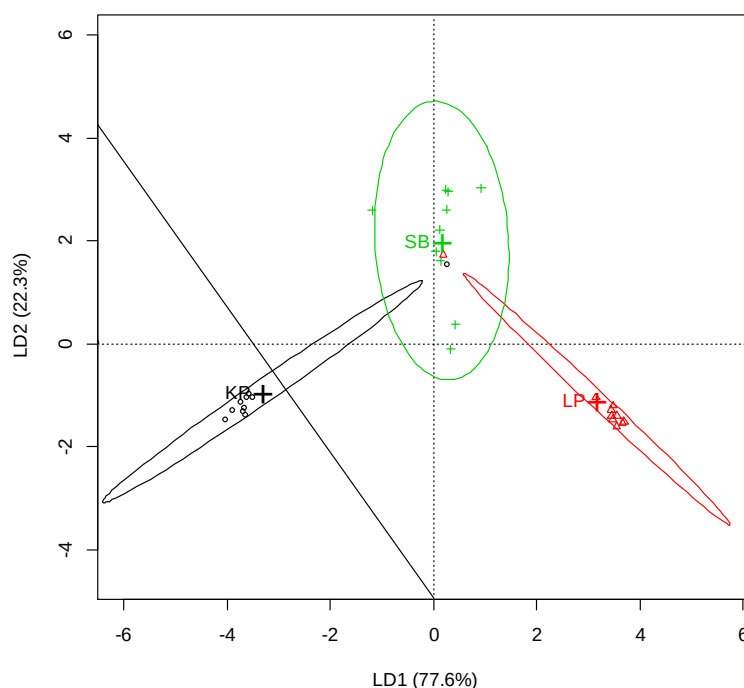


Slika 48. Sezonska dinamika vrste *Graphoderus bilineatus* u Parku prirode Kopački rit i Parku prirode Lonjsko polje tijekom 2010. godine

5.3.6. Statistička analiza podataka

5.3.6.1. Usporedbe sastava vrsta

Analizirajući sastav vrsta vodenih kornjaša sva tri područja: Kopački rit, Lonjsko polje i Spačvanski bazen pomoću ADONIS metode utvrđene su značajne razlike u sastavima vodenih kornjaša ($p=0.001$). Ovaj rezultat potvrdila je i linearna diskriminacijska metoda (LDA, Slika 49) gdje se centriodi sva tri lokaliteta nalaze na velikim udaljenostima s manjim marginalnim preklapanja između lokaliteta (93,33% uzorkovanih postaja grupiralo se dobro KP = 90%, LP = 90% i SB = 100%). Prema tome, uspješno su razjašnjene razlike u sastavu vrsta ova tri lokaliteta, stoga su daljnje analize utvrdile koje okolišne varijable objašnjavaju razlike u strukturi vrsta.

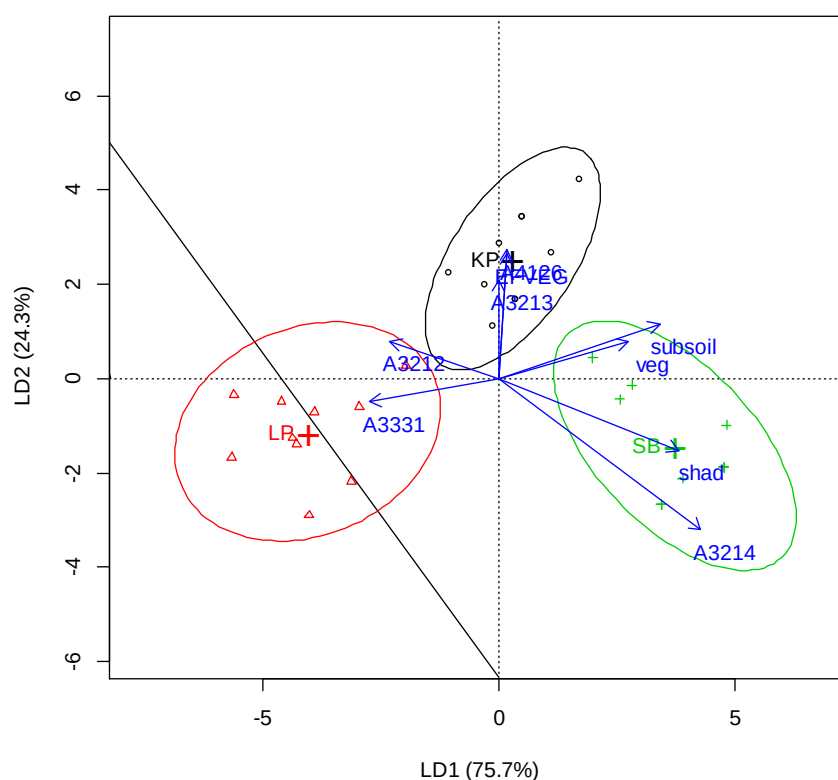


Slika 49. Linearna diskriminacijska analiza (LDA) temeljena na sastavu vrsta područja Parka prirode Kopački rit (KP), Parka prirode Lonjsko polje (LP) i Spačvanskog bazena (SB) tijekom 2010. godine

5.3.6.2. Utjecaj okolišnih čimbenika i vegetacijskih zajednica na rasprostranjenost vodenih kornjaša i na rasprostranjenost vrste *Graphoderus bilineatus*

Rezultati LDA analize na temelju odabranih okolišnih varijabli i vegetacijskih zajednica pokazali su značajnu razliku između tri područja ($p=0,0001$), što potvrđuje da se i oni razlikuju prema tipovima staništa (100% uzorkovanih postaja grupiralo se dobro: KP = 100%, LP = 100% i SB = 100%) te su sva tri područja odvojena s centroidima na velikim udaljenostima (Slika 50). Ishod ADONIS analize razlika između lokaliteta na temelju okolišnih varijabli i vegetacijskih zajednica bio je sličan. Marginalno značajne razlike pronađene su između tri lokaliteta na temelju okolišnih varijabli ($p=0,052$), te su značajne razlike utvrđene među lokalitetima na temelju vegetacijskih zajednica ($p=0,001$). Rezultati LDA analize dokazali su da četiri od jedanaest okolišnih varijabli te pet vegetacijskih zajednica mogu objasniti 99,11% na $\lambda = 0,01778$ ukupne varijance podataka i da su te varijable imale glavnu ulogu u odvajanju lokaliteta.

Varijable koje su snažno povezane s prvom kanonskom osi su: zajednica *Spirodela polyrrhizae* i *Salvinia natans* (As. *Spirodello-Salvinietum natantis*, A. 3.2.1.4.), otvorenost/zasjenjenost okolnom vegetacijom (Shad), supstrat dna (subsoil) i gustoća obalne vegetacije (veg). Razlike na drugoj osi su uglavnom utjecaj varijabli: zajednica s *Carex versicaria* (As. *Caricetum vesicaria*; A. 4.1.2.6.) i gustoća podvodne i plutajuće vegetacije određena kao postotak vodene površine pokrivene vodenom vegetacijom (EFVEG) (Tablica 11). Analiza varijance pokazala je kako okolišne varijable utječu s 19.9%, vegetacijske zajednice s 24.6%, a njihove interakcije s 40.5%, tako da je 15% varijabilnosti unutar podataka ostalo neobjašnjeno. Utjecaj okolišnih varijabli, vegetacijskih zajednica i njihovih interakcija predstavljaju razlike između područja s obzirom na njihovu varijancu.



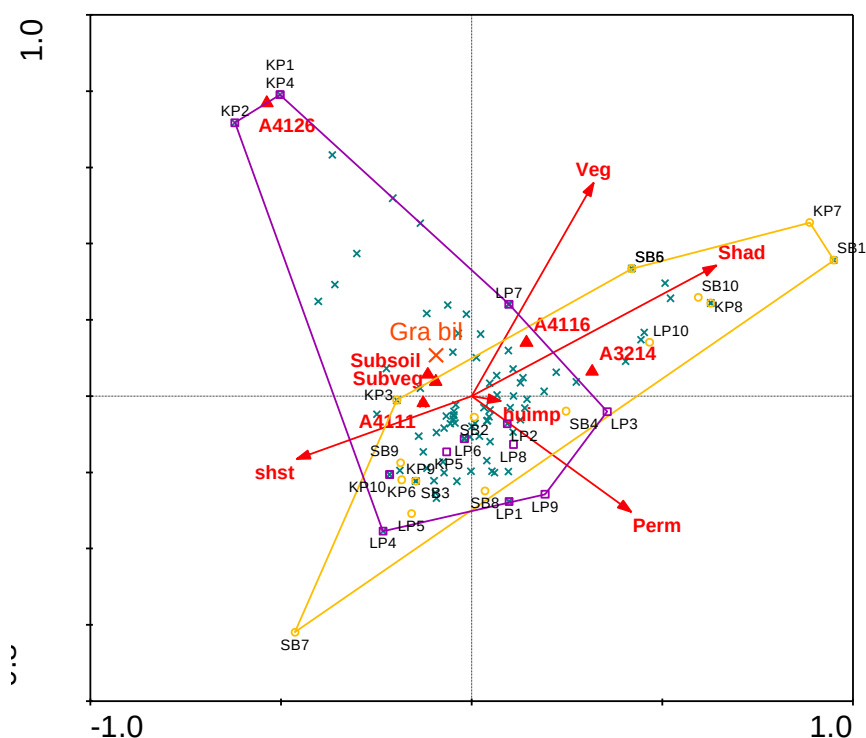
Slika 50. Linearna diskriminacijska analiza (LDA) temeljena na okolišnim varijablama i vegetacijskim zajednicama područja Parka prirode Kopački rit (KP), Parka prirode Lonjsko polje (LP) i Spačvanskog bazena (SB) tijekom 2010. godine

Tablica 11. Rezultati korelacije okolišnih varijabli i vegetacijskih zajednica s dvije LDA osi

Varijable	LD1 os	LD2 os
shad	0.6740154	-0.2697021
subsoil	0.6038416	0.2039465
veg	0.4871370	0.1374699
EFVEG	0.0318305	0.4670831
A3214	0.7582495	-0.5665082
A4126	0.03211787	0.48176801
A3213	0.00000000	0.3708228
A3331	-0.48089155	-0.08790491
A3212	-0.4055051	0.1512433

Nakon što su utvrđeni ključni čimbenici koji utječu na razlike u sastavu vodenih kornjaša istraživanih područja, potrebno je odrediti položaj vrste *Graphoderus bilineatus* u strukturi vodenih kornjaša kao i utjecaj okolišnih varijabli i vegetacijskih zajednica na rasprostranjenost vodenih kornjaša. To je napravljeno parcijalnom kanoničkom analizom korespondencije (pCCoA) uzimajući u obzir sastav vrsta postaja gdje je utvrđena prisutnost vrsta *Graphoderus bilineatus* i postaja gdje nije utvrđena prisutnost, neovisno o lokalitetima (Slika 51). Podaci su prikazani u obliku triplota u kojima su okolišne varijable prikazane pravicima (vektorima) čija dužina i smjer pokazuju u kakvoj su međusobnoj ovisnosti, dok su vegetacijske zajednice označene trokutima. Okolišne varijable (subsoil) i (Subveg) označene su trokutima jer to nisu binarne varijable, pa se i nisu mogle označiti pravicima. Iz tablice 12. vidljivo je da prva os ima vlastitu vrijednost od 0.237. Iako je vrijednost relativno niska, sve četiri osi zajedno objašnjavaju više od 50% varijance podataka. Prema slici 51. okolišne varijable koje najbolje objašnjavaju rasprostranjenost vrsta su: (Shad) otvorenost/zasjenjenost okolnom vegetacijom ($\lambda=0.176$, $p=0.001$); (subsoil) tip supstrata ($\lambda=0.161$, $p=0.001$); (Subveg) prisutnost submerzne vegetacije ($\lambda=0.138$, $p=0.002$); (Perm) trajnost vode ($\lambda=0.123$, $p=0.006$); (Veg) gustoća obalne vegetacije ($\lambda=0.115$, $p=0.007$); (huimp) ljudski utjecaj ($\lambda=0.110$, $p=0.015$) i (sh-st) tip obale ($\lambda=0.104$, $p=0.024$), a od vegetacijskih zajednica to su: A. 4.1.2.6. As. *Caricetum vesicaria* ($\lambda=0.195$, $p=0.001$); A. 3.2.1.4. As. *Spirodela-Salvinietum natantis* ($\lambda=0.138$, $p=0.004$); A. 4.1.1.6. As. *Typhetum angustifoliae* ($\lambda=0.117$, $p=0.038$) i A. 4.1.1.1. As. *Scirpo-Phragmitetum* ($\lambda=0.114$, $p=0.011$).

Položaj vrste *Graphoderus bilineatus* na ordinacijskom dijagramu ukazuje kako na vrstu najviše utječu okolišne varijable (subsoil) tip supstrata i (Subveg) prisutnost submerzne vegetacije.



Slika 51. Parcijalna kanonička analiza korespondencije (pCCoA) na temelju sastava vrsta, okolišnih varijabli i vegetacijskih zajednica i položaj vrste *Graphoderus bilineatus* u strukturi vodenih kornjaša. Položaj vrste označen je skraćenicom Gra bil. Legenda oznaka nalazi se u poglavlju Materijal i metode

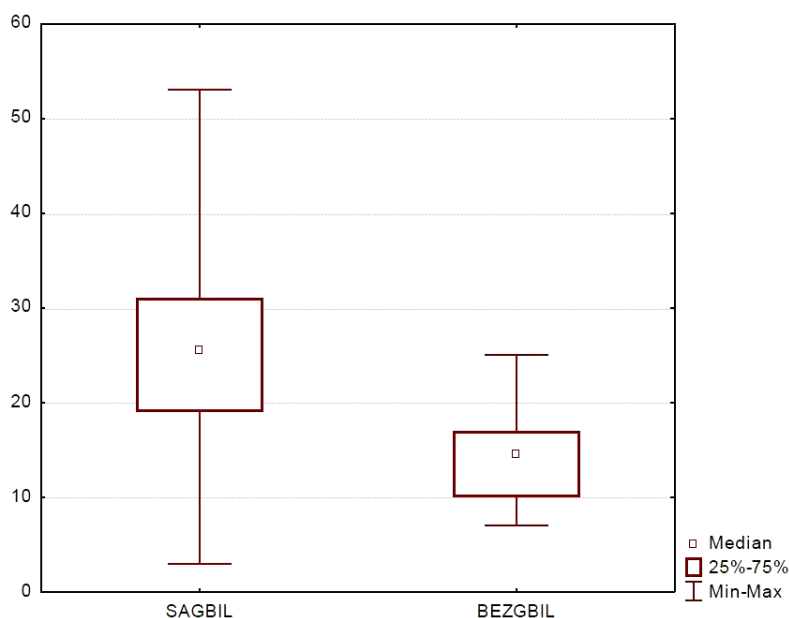
Tablica 12. Sažeti prikaz parcijalne kanoničke analize korespondencije primjenjene na okolišnim varijablama, vegetacijskim zajednicama i strukturi vrsta za sve četiri osi na područjima Park prirode Kopački rit, Park prirode Lonjsko polje i Spačvanski bazen tijekom 2010. godine

Osi	Vlastite vrijednosti	Korelacije vrsta-okoliš	Kumulativni postotak varijance vrsta	Kumulativni postotak varijance vrsta-okoliš
1	0.237	0.951	9.8	19.1
2	0.196	0.941	17.9	34.9
3	0.182	0.939	25.4	49.6
4	0.131	0.925	30.8	60.2

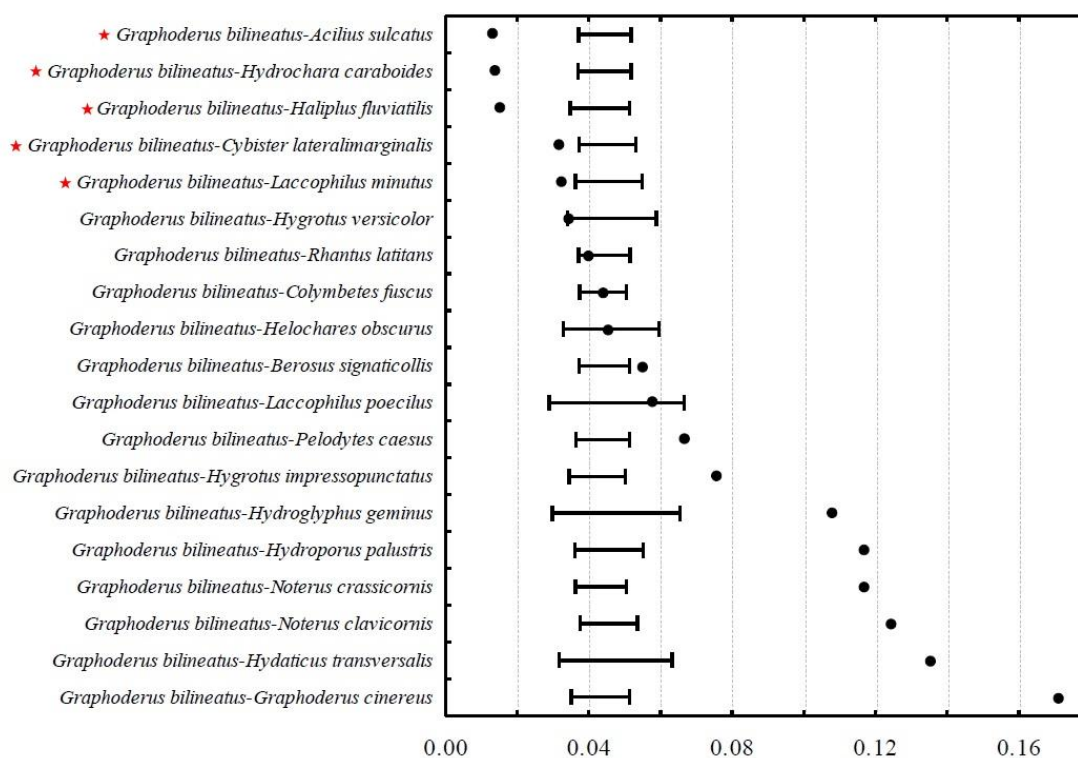
5.3.6.3. Povezanost vrste *Graphoderus bilineatus* s ostalim vrstama vodenih kornjaša

Prema rezultatima Mann–Whitney U testa za dva nezavisna uzorka (Slika 52) vidljivo je da postaje na kojima je uzorkovana vrsta *Graphoderus bilineatus* imaju značajno više vrsta ($p=0.000741$) nego postaje na kojima vrsta nije uzorkovana, tako da navedena vrsta nastanjuje staništa koja imaju veću raznolikost vodenih kornjaša.

Analiza koegzistencije vrste *Graphoderus bilineatus* s ostalim vrstama vodenih kornjaša napravljena je kako bi se vidjelo da li kompeticija ima značajnu ulogu u organizaciji faune vodenih kornjaša. Rezultati su dobiveni na parovima vrsta koji su uzorkovani s većim brojem jedinki (<57). Izračunate vrijednosti analize nalaze se prilogu 3. Pet vrsta ima negativnu povezanost, a devet vrsta pozitivnu povezanost dok je pet vrsta u neutralnom odnosu s vrstom *Graphoderus bilineatus* (Slika 53). Krugovi pokazuju vrijednost indeksa, dok omeđeni pravac pokazuje vrijednost između gornjeg i donjeg 2,5 percentilnog raspona. Parovi negativne povezanosti su označeni crvenom zvjezdicom. Vrsta *Graphoderus bilineatus* negativno je povezana s vrstom *Acilius sulcatus*, *Cybister lateralimarginalis*, *Haliphus fluviatilis*, *Hydrochara caraboides* i *Laccophilus minutus*, dok je pozitivno povezana s vrstama *Berosus signaticollis*, *Hydaticus transversalis*, *Hydroglyphus geminus*, *Hydroporus palustris*, *Hygrotus impressopunctatus*, *Noterus clavicornis*, *Noterus crassicornis* i *Peltodytes caesus*.



Slika 52. Mann–Whitney U test na temelju ukupnog broja vrsta uzorkovanih na postajama gdje je utvrđena prisutnost vrste *Graphoderus bilineatus* i postaja gdje nije utvrđena tijekom 2010. godine



Slika 53. Povezanost vrste *Graphoderus bilineatus* s ostalim vrstama vodenih kornjaša

6. RASPRAVA

Istraživanja utjecaja vodnog režima na strukturu i raznolikost vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) u Parku prirode Kopački rit obavljeno je tijekom 2005. godine, te u razdoblju od 2007. do 2011. godine u kojem su se ekstremno poplavna i sušna razdoblja, te razdoblja uobičajenih fluktuacija izmjenjivala tijekom godine. Tijekom 2005. godine provedena su preliminarna istraživanja vodenih kukaca na kanalima koji predstavljaju trajna vodena staništa i poplavnom području koje je pod neprestanim utjecajem fluktuacija vodostaja kako bi se utvrdilo razlikuje li se struktura i raznolikost vodenih kukaca između staništa i da se utvrdi utjecaj poplava na vodene kukce (Heteroptera i Coleoptera). Promjene dnevnih vodostaja Dunava tijekom 2005. godine ukazuju na ekstremno poplavnu godinu s visokim i dugotrajnim poplavama tijekom cijelog istraživačkog perioda. Budući da su tijekom 2005. godina utvrđene ekstremne poplave bilo je potrebno nastaviti istraživanja da se utvrdi kako i ostale promjene vodnog režima utječu na strukturu i raznolikost vodenih kukaca (od 2007. do 2011. godine), te utvrditi utječe li intenzitet i trajanje poplava na strukturu i raznolikost vodenih stjenica i kornjaša. Poplave su se pojavljivale tijekom različitih dijelova godine tako da su bile u ranoproljetnom, kasnoproljetnom, ljetnom i jesenskom razdoblju. Vrijeme trajanja poplava, kada postoji izravna površinska veza između poplavnog područja i rijeke, bilo je različito tijekom istraživanih razdoblja. Razlikuju se kratkotrajne poplave od svega nekoliko dana i dugotrajne poplave koje mogu trajati čitav mjesec pa čak i nekoliko mjeseci, te se ujedno razlikuje i razdoblje protoka vode. Prema intenzitetu plavljenja, u smislu ulaska određene količine vode u poplavno područje, razlikuju se ekstremne, velike, srednje i male poplave.

Usporedba strukture i raznolikosti vodenih kukaca u odnosu na tip staništa

Istraživanjem vodenih kukaca u kanalima i poplavnom području određeno je 20 vrsta vodenih stjenica i 52 vrste vodenih kornjaša. Broj utvrđenih stjenica usporediv je s istraživanjima poplavnog područja Dunava u Austriji gdje je također utvrđena prisutnost 20 vrsta vodenih stjenica (Skern i sur., 2010), dok je na delti Dunava u Rumunjskoj utvrđeno 15 vrsta (Olosutean i Ilie, 2010). Utvrđeni broj vodenih kornjaša manji je od broja poznatih vrsta u Nacionalnom parku Dunav-Drava u Mađarskoj gdje je određeno 96 vrsta (Csabai i sur., 2005; Csabai i Nosek, 2006). Crveni popis vrsta je jedan od najčešće korištenih instrumenata koji ukazuju na ekološku vrijednost pojedinih regija i broj ovih vrsta se definira kao mjera

vrijednosti očuvanja područja (Dziocik i sur., 2006). Na poplavnom području Parka prirode Kopački rit uzorkovane su dvije zaštićene vrste koje su od međunarodnog značenja. Jedna od njih je vrsta *Graphoderus bilineatus* koja se nalazi na Crvenom popisu ugroženih vrsta (IUCN, 1996) i nalaz ove vrste predstavlja prvi recentni nalaz za Hrvatsku. Druga vrijedna vrsta je vrsta *Berosus geminus* koja se nalazi na crvenim popisima pojedinih europskih država kao što su Njemačka (Hebauer i sur., 2003; Spitzenberger, 2004) i Češka (Trávniček i sur., 2005). U Njemačkoj se nalazi u kategoriji "2" što odgovara kategoriji ugrožene vrste (EN) prema IUCN klasifikaciji, dok je u Češkoj svrstana u kategoriju osjetljiva vrsta (VU). Vrsta *B. geminus* dobila je nadimak "zaboravljena vrsta" jer se dugo smatralo da je to vrsta *Berosus signaticollis*. Razlog tome je činjenica da su prijašnje determinacije nepouzidane, jer su bile temeljene na vanjskim morfološkim značajkama jedinki, a ne na građi i obliku spolnih organa. Značajke prema kojima su se ove vrste odvojile navodi Schödl (1993). Stoga je tek nedavno došlo do spoznaja o rasprostranjenosti, biologiji i ekologiji ove vrste (Przewoźny i Buczyński, 2008). Prisutnost vrste zabilježena je u samo osam europskih država (Njemačka, Austrija, Češka, Poljska, Mađarska, Rumunjska, Italija i Slovenija), dok je *locus typicus* na području starog Kavkaza (Schödl, 1993; Hansen, 1999). Vrsta *B. geminus* je u Parku prirode Kopački rit uzorkovana samo na poplavnom području sa 17 jedinki i taj broj ukazuje da vrsta ima optimalno stanište u Kopačkom ritu. Vrsta *B. geminus* je nova vrsta u fauni Hrvatske (Turić i sur., 2008). Stanišni zahtjevi vrste još uvijek nisu dovoljno istraženi (Klausnitzer, 1996; Przewoźny i Buczyński, 2008). Međutim, na području Mađarske također je uzorkovana u poplavnim područjima nizinskih rijeka (Csabai, 2005). U Mađarskoj je postojao samo jedan nalaz iz Kaposvára (1969), dok je nedavno zabilježena na još dvije postaje (Csabai, 2002). Zanimljivo je da vrste *Berosus signaticollis* i *Berosus geminus* najčešće žive zajedno (Klausnitzer, 1996; Przewoźny i Buczyński, 2008, Csabai, 2005) što je potvrđeno i ovim istraživanjem. Ovim istraživanjem po prvi put je potvrđena prisutnost vrste *Enochrus affinis* (Turić i sur., 2008) za koju je navedena moguća prisutnost na području Hrvatske (Hansen, 1999).

Prema brojnosti i raznolikosti faune vodenih stjenica i kornjaša može se zaključiti da je poplavno područje povoljnije stanište za vodene stjenice i kornjaše. Ako se samo usporedi brojnost uzorkovanih jedinki i utvrđenih vrsta veći je broj zabilježen na poplavnom području. Za očekivat je bilo da će brojnost biti veća u kanalima jer je u kanalima razvijena gusta vodena i obalna vegetacija koja pruža veći broj mikrostaništa, hranu i sklonište većini vodenih stjenica i kornjaša (Nilsson, 1996; Hufnagel sur, 1999), dok je vegetacija poplavnog područja slabo razvijena zbog poplava i često strmih obalnih zona gdje je onemogućen razvoj

vegetacije. Stupanj trajnosti vodenog staništa, tj. razdoblje prisutnosti vode (hidroperiod) svakako je jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na sastav i brojnost vodenih kukaca (Fairchild i sur., 2003, Lundkvist i sur., 2000, Rundle i sur., 2002, Valladares i sur. 2002). Time možemo objasniti veću brojnost vodenih kukaca kao i veći broj vrsta na poplavnom području jer su tijekom 2005. godine bile zabilježene velike i dugotrajne poplave tijekom proljetnog i ljetnog razdoblja. Tako velike poplave ispunile su cijelu inundacijsku dolinu, a hidrološka povezanost poplavnog područja s Dunavom trajala je sve do rujna. Hidrološka povezanost s matičnom rijekom, vrijeme pojavljivanja i intenzitet poplava su glavni čimbenici koji utječu na sastav vodenih makrobeskralježnjaka (Szalay i Resh, 2000; Obelowski, 2011), pa tako i vodenih kukaca (Ortman-Ajkai, 2011). Gubitak mikrostaništa na poplavnom području zbog slabo razvijene vodene vegetacije kompenziran je većim brojem mikrostaništa koji su nastali plavljenjem cijele inundacijske doline. Vodene stjenice i vodeni kornjaši su vrlo raznolika grupa kukaca kada su u pitanju njihovi zahtjevi prema životnim staništima, a posebno njihove mikrostanišne sklonosti i aktivnosti (Boukal i sur., 2007).

Na kanalima su najzastupljenije i najbrojnije porodice iz reda stjenica (Hemiptera, Heteroptera). Najzastupljenija porodica na sve četiri postaje kanala je porodica Pleidae koja je na području Europe zastupljena samo s jednom vrstom *Plea minutissima*, a porodica Naucoridae koja je također zastupljena s jednom vrstom *Ilyocoris cimicoides* je eudominantna na tri postaje dok je na četvrtoj postaji (Podunavlje II) dominantna. Dosadašnja istraživanja vodenih stjenica zabilježila su također najveću brojnost ovih vrsta u trajnim vodenim staništima (Bloechl i sur., 2010; Gonzáles i Valladares, 1996). Osim što su ove vrste najbrojnije i eudominantne skoro na sve četiri postaje, one pokazuju i veliku konstantnost. Obje vrste žive u slatkovodnim vodenim staništima bogatih nutrijentima s gusto razvijenom vegetacijom (Papáček, 2001; Wichard, 2002; Polhelmus i Polhelmus, 2008). Reprodukcijska započinje u kasno proljeće, te jaja ostavljaju u tkivu vodenog bilja. Ličinkama je potrebno oko 60-70 dana da se razviju u odraslu jedinku (Papáček, 2001). Uzorkovanja početkom lipnja pokazala su prisutnost obje vrste u uzorcima, dok je brojnost bila najveća tijekom kolovoza kada se razvila nova generacija. Izdvajanje ovih vrsta ukazuje da prisutnost razvijene vodene vegetacije na postajama kanala ima utjecaj na formiranje faune vodenih stjenica, koje su i svojim životnim ciklusom vezane uz njih, te im služe i kao sklonište od predatora. Od najzastupljenijih porodica iz reda Coleoptera izdvojila se porodica Dytiscidae, iako nijedna vrsta iz ove porodice nije eudominantna na postajama kanala. Između pojedinih vrsta vodenih kornjaša iz porodice Dytiscidae i sastava vegetacijskih zajednica vodenih staništa postoji

pozitivna korelacija (Gioria i sur., 2010), što je utjecalo na veću zastupljenost porodice Dytiscidae u kanalima.

Na poplavnom području je najzastupljenija porodica Corixidae (Heteroptera), unutar koje se izdvaja vrsta *Sigara nigrolineata* koja je ujedno i eudominantna vrsta na tri postaje. Istraživanjima stanišnih zahtjeva vodenih stjenica u Mađarskoj vrste iz porodice Corixidae grupirale su se u zajedničku grupu, dok su se vrste *Plea minutissima* i *Ilyocoris cimicoides* također izdvojile u zasebnu grupu (Hufnagel i sur., 1999), što je potvrđeno i ovim istraživanjem jer je veća zastupljenost vrsta *Plea minutissima* i *Ilyocoris cimicoides* utvrđena na kanalima, dok je na poplavnom području najbrojnija vrsta *Sigara nigrolineata* iz porodice Corixidae. Uz pomoć ovog pristupa može se bolje opisati određeni vodeni stanišni tip na osnovi strukture faune vodenih stjenica. Prisutstvo i raspodjela stjenica iz porodice Corixidae u korelaciji je s postotkom organskog materijala u sedimentu (Macan, 1954), te ovisi o morfologiji vodenog staništa (površina, dubina), jer je poznato da preferiraju veća i dublja vodena staništa (Macan, 1954; Bröring i Niendrighaus, 1988; Savage, 1994). U sastavu vodenih kornjaša poplavnog područja dominiraju njihovi polifagni predstavnici (porodica Hydrophilidae). Porodici Hydrophilidae pripadaju vrste koje su se prilagodile privremenim stanišnim uvjetima kao što je razdoblje prisutnosti vode, pa svoj životni ciklus završavaju kada dolazi do plavljenja staništa i tada njihova brojnost naglo poraste (Valladares i sur., 2002). To je često i kod ostalih vodenih kornjaša koji su svoj životni ciklus prilagodili privremenim uvjetima pa tako imaju kratki ličinački stadij, a većinu života provedu kao odrasle jedinke (Larson, 1985; Ribera, 1994; Valladares i sur., 2002). Autori navode da vodeni kornjaši preferiraju privremena staništa jer ne mogu konkurirati s vrstama trajnih staništa, ali su zato bolje prilagođeni sušnim razdobljima. Ovi podaci su u skladu s najvećim utvrđenim brojem odraslih jedinki Hydrophilidae u proljeće kada je i vodostaj Dunava bio visok što je uzrokovalo plavljenje rita. Vrsta iz porodice Hydrophilidae koja je eudominantna na tri postaje poplavnog područja je vrsta *Berosus signaticollis*. Najveća brojnost jedinki ove vrste zabilježena je tijekom travnja i svibnja. Osim toga, ova vrsta je konstantna vrsta na svim postajama poplavnog područja. Prema ranijim istraživanjima vrste iz roda *Berosus* su brojnije u ranije plavljenim močvarnim područjima i detaljna analiza sezonske dinamike pokazuje povećanu brojnost tijekom proljeća i manju reproduktivnu aktivnost u kasnu jesen i zimu (Betzer i sur., 1993).

Vrste koje su izrazito eudominantne na pojedinom stanišnom tipu, kao što je *Plea minutissima* i *Ilyocoris cimicoides* na kanalima, te *Sigara nigrolineata* i *Berosus signaticollis* na poplavnom području, čini se da imaju jasno definirane stanišne zahtjeve. Naime, poznato je

da različiti ekološki čimbenici te fizičke značajke i struktura staništa imaju važnu ulogu u izboru staništa vodenih kukaca, više nego fizikalno-kemijski parametri vode (Cuppen, 1983; Hufnagel i sur., 1999; Foster i sur. 2006).

Razlike između kanala i poplavnog područja kao staništa vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) povezane su i s brojem značajnih karakterističnih vrsta. Budući da još uvijek nema dovoljno saznanja o strukturi i prilagodbi vodenih kukaca na različite hidrološke uvjete poplavnih područja utvrđene su karakteristične vrste već definiranih stanišnih tipova koje će činiti i temelj budućih ekoloških istraživanja. Na kanalima šireg područja Parka prirode Kopački rit utvrđene su dvije karakteristične vrste kornjaša i to dvije predatorske vrste iz porodice Dytiscidae: *Ilybius fenestratus* i *Cybister lateralimarginalis*. Budući da su to kanali melioracijskog tipa s malom prisutnošću riba zato su se i izdvojile ove dvije vrste koje su ujedno i glavni predatori među vodenim kornjašima, te su klasificirani kao predatori generalisti (Nilsson i Holmen, 1995; Batzer i Wissinger, 1996; Thomas i sur., 2009). Za razliku od kanala, na poplavnom području utvrđeno je više značajnih karakterističnih vrsta. Vrste s najvećom IndVal vrijednosti su već utvrđene eudominantne vrste poplavnog područja, *Sigara nigrolineata* i *Berosus signaticollis*. Poplavna područja su privremeno plavljeni ekosustavi s različitom dužinom hidroperioda te su i značajne karakteristične vrste prilagođene uvjetima fluktuacije vodostaja. Obje vrste su vrlo dobri letači što im omogućava koloniziranje privremenih ili novo nastalih vodenih staništa u potrazi za hranom ili mjestom za razmnožavanje (Cuppen i Mannen, 1998; Hufnagel i sur., 1999; De Szalay i Resh, 2000; Foster i sur. 2006). Rezultati istraživanja strukture vodenih kornjaša različitih tipova vodenih staništa u Španjolskoj dokazali su kako staništa sa sezonskim fluktuacijama vodostaja imaju i veći broj značajnih karakterističnih vrsta (Valladares i sur., 2002), koje su prilagođene uvjetima plavljenja (Batzer i Wissinger, 1996; Williams, 1997). Prisutnost značajnih karakterističnih vrsta pokazala su da Park prirode Kopački rit pruža različite uvjete za razvoj vodenih stjenica i kornjaša. Osim toga, kanali imaju manji broj vrsta nego poplavno područje, ali su još uvijek važno stanište za vrste čija prisutnost nije utvrđena u plavljenom dijelu rita. Ranija istraživanja dokazala su da vrste koje dolaze u trajnim i privremenim vodenim staništima preklapaju se samo malim dijelom (Lundvinkst i sur., 2000) i stoga se mogu razlikovati zajednice trajnih i privremenih staništa (Valladeres i sur., 2002).

Sve do sada uočene razlike između kanala i poplavnog područja u strukturi faune vodenih stjenica i kornjaša, te izdvajanja značajnih karakterističnih vrsta, potvrđene su statističkim analizama, posebno nMDS analizom iz koje je vidljivo grupiranje podataka u dvije skupine što ukazuje na velike razlike između istraživanih stanišnih tipova. Uzimajući u obzir činjenicu

da je heterogenost jedan od glavnih čimbenika koji producira veliku biološku raznolikost (Ward i sur., 1999), poplavna područja s većom strukturalnom složenosti staništa zbog čestih promjena vodostaja imaju veću brojnost jedinki i vrsta vodenih stjenica i kornjaša.

Rezultati klaster analize sličnosti istraživanih postaja kanala i poplavnog područja kao i indeksi raznolikosti pokazali su kako ne samo hidrološka već i biološka obilježja vodenih staništa mogu imati veliki utjecaj na strukturu vodenih stjenica i kornjaša. Nekoliko autora je naglasilo kako gustoća i obilježja vodene i obalne vegetacije imaju važnu ulogu u strukturiranju faune vodenih kukaca (Friday, 1987; De Szalay i Resh, 2000; Molnár i sur., 2009; Bloechl i sur., 2010). Iz klaster analize je vidljivo kako postaje kanala imaju veliku sličnost, te se može zaključiti da je glavni razlog grupiranja postaja kanala prisutnost gusto razvijene vodene vegetacije unutar koje dominira vrsta *Ceratophyllum demersum* sa sezonskim varijacijama na svim postajama kanala. Određene vegetacijske zajednice kao i njihova gustoća privlače vodene kukce zbog skloništa od predatora, zbog razmnožavanja i prehrane. Budući da je vegetacija poplavnog područja slabo razvijena u odnosu na kanale, može se reći da je i ovim potvrđeno kako je vodni režim najznačajni čimbenik koji utječe na strukturu vodenih stjenica i kornjaša u cjelini što je i potvrđeno drugim istraživanjima (Lundkvist i sur., 2001; Tarr i sur., 2005; Temunović i sur., 2007). Osim toga, vegetaciju poplavnog područja Parka prirode Kopački rit karakterizira otvorena šuma s rijetkim i relativno niskim stablima i bez grmlja (Topić, 1989). Općenito, broj vrsta je veći u otvorenim staništima, jer je jedan od najvažnijih čimbenika pronalaska vodenih staništa za leteće vodene kukce polarotaktična detektabilnost vodenih površina (Lundkvist i sur., 2001; Tarr i sur., 2005; Csabai i sur., 2006; Molnár i sur. 2010). Neki autori sugeriraju da prisutnost predatora ili kompeticija također mogu imati veliki učinak na brojnost i strukturu vrsta te mogu biti važni čimbenici koji određuju razlike (Betzer i Wisinger, 1996).

Uspoređujući Rényi-eve profile raznolikosti porodica samo je jedan od mogućih načina evaluacije raznolikosti između pojedinih stanišnih tipova. Analiza profila raznolikosti primjenjena je kako bi se utvrdilo kada postoje razlike u strukturi i raznolikosti vodenih kukaca između staništa, te da se ponajviše utvrdi utjecaj poplava i oscilacija vodostaja između poplava na vodene kukce. Međutim, Rényi-evi profili raznolikosti između dva stanišna tipa prikazani na ukupnoj brojnosti uzorkovanih jedinki i vrsta nisu otkrili nikakve razlike u raznolikosti, ali je analiza prema datumima uzorkovanja ukazala na veću raznolikost vodenih kukaca poplavnog područja tijekom lipnja, kolovoza i rujna. Glavni čimbenik izdvajanja strukture faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja tijekom lipnja, kolovoza i rujna je vodni režim. Visoke vrijednosti vodostaja Dunava koje su uzrokovale plavljenje rita

te oscilacije vodostaja između poplava i raznolikost vodenih stjenica i kornjaša usko su povezani. Visok vodostaj različitog intenziteta bio je tijekom travnja, svibnja, sredinom lipnja, krajem srpnja te cijeli kolovoz i u rujnu, tako da su se tijekom godine neprestano izmjenjivale poplave niskog i visokog intenziteta. Tijekom poplava niskog intenziteta, voda se nije izlila izvan korita kanala i jezera, ali je u uzorcima bilo jedinki vodenih stjenica i kornjaša. Tijekom ranog proljeća, kada su poplave bile visokog intenziteta, brojnost jedinki je također bila velika. Jedna od značajnih karakterističnih vrsta poplavnog područja, *Berosus signaticollis* je zastupljena s najvećom brojnošću jedinki tijekom visoke poplave u travnju (63.92%) i u svibnju (55.84%). Broj uzorkovanih jedinki vodenih stjenica i kornjaša tijekom sušnog razdoblja je manji. Uglavnom u uzorcima prevladavaju stjenice iz porodice Gerridae, koje obitavaju na površini vode, te kornjaši koji se prilagode sušnim uvjetima močvara (predatorske vrste iz porodice Dytiscidae, rod *Laccophilus* i *Rhantus*). Nakon tog sušnog razdoblja, vodostaj Dunava se ponovo povisio u srpnju i kolovozu te je voda poplavila rit i brojnost se opet povećala. Poplave visokog intenziteta imale su neizravan utjecaj na strukturu i povećanje raznolikosti faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja, jer je analiza Rényi-evih profila raznolikosti pokazala da je najveća raznolikost upravo poslije visokih vršnih vrijednosti vodostaja Dunava. Budući je raznolikost vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja u odnosu na kanale bila veća svaki put kada bi razina vode opala nakon visoke poplave, može se zaključiti da poplave i oscilacije vodostaja između poplava imaju veliki utjecaj na strukturu vodenih stjenica i kornjaša. Povišenjem vodostaja Dunava iznad kritične granične vrijednosti dolazi do plavljenja nizinskog područja oko kanala i jezera, te bočni poplavni "puls" vode nosi hranjive čestice i organsku materiju koja prema "konceptu poplavnog pulsa" utječe na produktivnost organizama (Junk i sur., 1989; Bayley 1995). Ključni čimbenik koji utječe na koncentraciju hranjivih tvari poplavnog područja je trajanje hidrološke povezanosti s matičnom rijekom (Hein sur., 2003). Porast broja vrsta vjerojatno je posljedica promjena u većoj dostupnosti hrane i njihovim prirodnim sposobnostima kolonizacije novonastalih vodenih površina (Williams, 1996; Davy-Bowker 2002). Kako je krajem istraživačkog razdoblja vodostaj Dunava opadao, tako je u uzorcima bilo sve manje jedinki vodenih stjenica i kornjaša. Ovi rezultati dokazuju da je intenzitet poplava i učestalost pojavljivanja poplava tijekom sezone glavni okolišni čimbenik koji određuje funkcionalnu i taksonomsku raznolikost vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja.

Utjecaj poplava na strukturu i raznolikost vodenih kukaca

Poplavno područje Kopačkog rita je tijekom istraživanja kontinuirano prolazilo kroz različita hidrološka razdoblja. Izmjenjivala su se razdoblja: izolacije rita, protočnog pulsa i malih, srednjih i visokih poplava. Iako se općenito navodi da plavljenje Kopačkog rita traje od veljače do svibnja dok niski vodostaji prevladavaju od kolovoza do siječnja (Bonacci i sur., 2002) ranije spomenuti rezultati ukazuju da tijekom šest godina istraživanja nije uočena izričita pravilnost u sezonskoj ili vremenskoj zastupljenosti pojedinog hidrološkog razdoblja. Iako bi se moglo generalno reći da svaku godinu obilježava određeno hidrološko razdoblje, važno je uzeti u obzir i vrijeme trajanja poplava (kratkotrajne i dugotrajne poplave) kao intenzitet istih (poplave malog, srednjeg i velikog intenziteta), a među istraživanim godinama se značajno razlikuju.

Tijekom šest godina istraživanja određeno je 26 vrsta vodenih stjenica i 65 vrsta vodenih kornjaša, što ukazuje da se broj vrsta povećao, ako se usporedi s rezultatima preliminarnog istraživanja iz 2005. godine. To je i bilo za očekivati, jer poplavno i močvarno područje kao što je Kopački rit pruža idealne uvjete za razvoj vodenih kukaca. Tijekom istraživanja određen je veći broj vrsta vodenih kornjaša što je i pravilo u fauni vodenih kukaca, gdje je odnos vodenih kornjaša i stjenica negdje oko 3:1 (Eyre i Foster, 1989; Moreno i sur., 1997). Prema tome, struktura vodenih kornjaša bolje ukazuje na vrijednost i stupanj očuvanja vodenih staništa (Eyre i Foster, 1989; Hufnagel i sur. 1999). Ovo još uvijek nije cjelokupan popis faune, a da bi se takav popis napravio potrebno je provoditi daljnja istraživanja, jer im se fauna mijenja od godine do godine, zato što su svi uglavnom dobri migratori i kolonizatori (Bloechl i sur., 2010). Nekoliko učestalo korištenih procjenjitelja brojnosti vrsta (Jackknife I, Jackknife II i Bootstrap) pokazali su da postoji značajna razlika između broja utvrđenih vrsta u ovom istraživanju (91 vrsta) i broja vrsta koje možemo očekivati da će se uzorkovati daljnjim istraživanjima (111). Sve uzorkovane jedinke su uglavnom određene do razine vrste, osim nekoliko jedinki iz roda *Helophorus*. Naime, cijeli rod *Helophorus* mora proći kroz sustavnu reviziju na razini Europe (Csabai, 2000), pa prikupljene primjerke nije bilo moguće odrediti do vrste. Sve porodice i vrste vodenih stjenica i kornjaša utvrđene u Parku prirode Kopački rit dolaze i na području Europe (Guéorguiev, 1971; Nilsson, 1996; Csabai, 2000, Csabai, 2002; Löbl i Smetana, 2003, 2004, 2006). Ovim istraživanjem potvrđena je prisutnost tri vrste vodenih stjenica (*Sigara semistriata*, *Hesperocorixa linnaei* i *Notonecta meridionalis*) koje su na području Hrvatske zabilježene samo na jednom lokalitetu (Kment i Beran, 2011) a tijekom ovog istraživanja i u Parku prirode Kopački rit.

Detaljnom analizom zastupljenosti porodica tijekom istraživanih razdoblja, vidljivo je kako su među stjenicama najzastupljenije porodice Corixidae i Gerridae, dok su među kornjašima najzastupljenije porodice Hydrophilidae i Dytiscidae. Prema literaturnim podacima (Macan, 1954; Bröring i Niendrighaus, 1988; Savage, 1994) predstavnici porodice Corixidae su tolerantni na organsko obogaćivanje vode, te im je znatno veća brojnost tijekom poplavnih godina nakon visokih vodostaja, što je dokazano i ovim istraživanjem jer je veća zastupljenost porodice Corixidae potvrđena tijekom 2005., 2009. i 2010. godine. Porodica Gerridae je približno jednako zastupljena tijekom svih godina istraživanja. Pojedine vrste iz porodice Gerridae, kao što je vrsta *Gerris lacustris*, su eudominantne ili dominantne te pokazuju konstantnost u uzorcima tijekom cijelog istraživačkog razdoblja pa i tijekom izrazito sušne 2011. godine, osim tijekom 2005. godine jer je tada daleko najbrojnija vrsta među vodenim stjenicama bila *Sigara nigrolineata* (Corixidae). Porodici Gerridae pripadaju vrste koje obitavaju na površini vode hraneći se malim organizmima koji padnu na vodu i zbog toga nisu toliko osjetljive na fluktuacije vodostaja i promjene hidroloških faza (Ortmann-Ajkai i sur., 2011). Porodice Dytiscidae i Hydrophilidae najzastupljenije su porodice vodenih kornjaša tijekom svih godina istraživanja. Među vodenim kornjašima to su dvije porodice s najvećim brojem vrsta prilagođenih različitim izvorima hrane, odnosno različitim ekološkim nišama što je i bilo očekivano s obzirom na dosadašnja saznanja (Batzler i Wissinger, 1996; Smith i Golladay, 2011).

Analizom dominantnosti i konstantnosti vrsta istraživanih godina utvrđeno je da vrste koje su eudominantne ne moraju nužno biti i eukonstantne, jer se pojavljuju u samo jednom periodu godine ovisno o životnom ciklusu ili stanišnim zahtjevima vrste. Velika većina vodenih kukaca su dobri letači, pa prema tome mogu migrirati i kolonizirati nove vodene površine, što je tipično za poplavna staništa (Lundkvist i sur., 2002). Istraživanjem su utvrđene pravilnosti u pojavnosti vrste *Berosus signaticollis*, a to je da je eudominantna i dominantna vrsta dugotrajno plavljenih godina bez izražene konstantnosti. Preliminarnim istraživanjem vrsta *B. signaticollis* je već izdvojena kao značajna karakteristična vrsta poplavnog područja Parka prirode Kopački rit. Od četiri vrste iz roda *Berosus* koje su utvrđene ovim istraživanjem, jedino vrsta *Berosus signaticollis* ima izraženu sposobnost leta te kolonizira manja privremena vodena staništa ili veća poplavna područja (Cuppen i Mannen, 1998).

Važne značajke svake zajednice kukaca su broj vrsta (raznolikost) i omjer vrsta (ujednačenost) (Wilhelm i Dorris, 1968). Svaka promjena u navedenim značajkama utječe na cijelu zajednicu, što upravo ukazuje na važnost upotrebe navedenih indeksa. Tako su u ovom istraživanju korištena dva indeksa raznolikosti, Shannon-Weaverov indeks i Margalef-ov

indeks te dva indeksa ujednačenosti, Simpson-ov indeks te Pielou-ov indeks. Navedeni su indeksi pokazali da se raznolikost povećava s dužinom trajanja hidrološke povezanosti poplavnog područja s matičnom rijekom, s tim da je najveća raznolikost utvrđena tijekom dugotrajnih visokih poplava koje su bile u 2005., 2009. 2010. godini, a najmanja tijekom sušne 2011. godine. Može se reći da je takav rezultat bio za očekivati, s obzirom da su potrebni određeni abiotički i biotički uvjeti za razvoj vodenih kukaca.

Iako brojna znanstvena istraživanja naglašavaju važnost utjecaja vegetacije, temperature vode i pH na strukturu i brojnost vodenih kukaca (Batzer i Wissinger, 1996; Kholin i Nilsson, 1998, de Szalay i Resh, 2000; Verberk, 2001; Bloechl, 2010; Mičetić-Stanković, 2012), istraživanja utjecaja fluktuacije vodostaja poplavnih područja nizinskih rijeka su malobrojna te je jedino Obolewski (2011) ukazao da bi hidrološka povezanost, pojavljivanje i intenzitet poplava mogli biti glavni čimbenici koji utječu na sastav vodenih makrobeskralježnjaka poplavnih ekosustava. Fluktuacije vodostaja, pojavljivanje i intenzitet poplava između istraživanih godina imale su veliki učinak na prisutstvo i brojnost vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja Parka prirode Kopački rit. Dobiveni rezultati istraživanja pokazuju da je značajno veća brojnost jedinki i vrsta zabilježena tijekom godina koje su prema godišnjim vrijednostima vodostaja bile dugotrajno plavljene s poplavama visokog intenziteta za razliku od uobičajeno plavljenih godina sa srednjim ili malim intenzitetom poplava ili izrazito sušne 2011. godine. To potvrđuju i stastističke analize, klaster i nMDS analiza iz kojih je vidljivo grupiranje podataka u tri glavne skupine što ukazuje na razlike u strukturi vodenih kukaca tijekom različitih hidroloških uvjeta. Poznato je da vrijeme trajanja hidrološke povezanosti poplavnog područja i rijeke ključni čimbenik koji utječe na veličinu poplavnog područja (Friday 1987; Nilsson & Söderberg, 1996; Bloechl, 2010) te na koncentraciju hranjivih tvari u riječnim poplavnim područjima (Hein i sur., 2003). Nakon plavljenja dolazi prvenstveno do povećanja vodene površine i povećanja koncentracije hranjivih tvari uslijed ispiranja i akumulacije organske tvari s okolnog područja obraslog vegetacijom. Takvo poplavno područje služi kao "zona skladištenja i prometa organske tvari" (Pithart i sur., 2007). Svi navedeni čimbenici imali su veliki utjecaj na strukturu vodenih kukaca tijekom dugotrajno plavljenih godina. Poznato je da većina vodenih kukaca ima sposobnost leta, te su među prvim kolonizatorima koji nastanjuju novonastala poplavljena staništa (Layton i sur., 1991; Lundkvist i sur., 2002; Polhelmus & Polhelmus, 2008). Vrste vodenih kukaca, odnosno tzv "pionirske vrste", koje prve koloniziraju nove vodene površine su vrste iz porodice Corixidae (Hebauer, 1988; Bloechl i sur., 2010) i Hydrophilidae (Cuppen i Mannen, 1998; Florencio i sur., 2009). Nakon usporedbe trofičke strukture vodenih kornjaša s hidrološkom povezanosti

poplavnog područja može se zaključiti kako u uzorcima dominiraju strugači i detritovori iz porodica Corixidae i Hydrophilidae zbog velikog prinosa organske tvari nakon visokih poplava. Iako utjecaj koncentracije hranjivih tvari na brojnost i strukturu vodenih kukaca još uvijek nije dovoljno poznat, neki su autori potvrdili utjecaj koncentracije dušika i fosfora (Kurzatkowska, 2003; Michaletz i sur., 2005), dok istraživanja nekih autora to nisu dokazala (Johansson i Brodin, 2003). Utvrđena je povećana brojnost odraslih jedinki Corixidae i Hydrophilidae u vodenim staništima bogatih organskom tvari (Fernández i López Ruf, 2005) što je potvrđeno i ovim istraživanjem zbog čega se može pretpostaviti da su ove dvije porodice najviše doprinijele grupiranju dugotrajno plavljenih godina i odvajanju od uobičajeno plavljenih godina i od ekstremno sušne 2011. godine. U prilog svemu navedenom treba istaknuti rezultate sezonske dinamike porodica Corixidae i Hydrophilidae koji su pokazali kako je njihova brojnost povećana tijekom cijele sezone za vrijeme dugotrajno plavljenih godina, dok tijekom ostalih godina imaju povećanu brojnost samo u proljetnim mjesecima. Vrijeme pojavljivanja poplava je također imalo veliki utjecaj na pojavljivanje vrsta iz porodice Hydrophilidae. Tijekom 2005. i 2009. godine visoke proljetne poplave zabilježene su već početkom travnja kada je uzorkovan veći broj jedinki iz porodice Hydrophilidae. Povećana brojnost jedinki iz porodice Hydrophilidae tijekom 2010. godine zabilježena je tek krajem svibnja, jer je proljetna poplava zabilježena tek početkom svibnja, odnosno mjesec dana kasnije nego tijekom 2005. i 2009. godine.

Godišnje fluktuacije vodostaja Dunava utječu na osnovne hidrološke osobine poplavnog područja Parka prirode Kopački rit (Mikuška, 1979) te se odražavaju na osobine staništa kroz različite hidrološke uvjete, a samim time i na raznolikost vodenih organizama. Varijacije u strukturi vodenih stjenica i kornjaša ne mogu se pripisati samo razlikama između godina s različitim vodnim režimom, već i između mjeseci istraživanih godina kada je poplavno područje Parka prirode Kopački rit bilo izloženo različitim hidrološkim uvjetima. Prema klaster i nMDS analizi struktura vodenih kukaca je pokazivala očitu tendencije separacije prema različitim hidrološkim uvjetima i unutar istraživanih godina, tako da su se grupirala razdoblja dugotrajnih velikih i ekstremnih poplava u 2005., 2009. i 2010. godini i ranoproljetno plavljenje srednjeg intenziteta (proljeće 2008. godine); razdoblje dugotrajnog plavljenja srednjeg intenziteta (ljetno 2008. godine); razdoblje protočnog pulsa (proljeće i ljetno 2011. godine i kraj ljeta 2007. godine) i razdoblje izoliranosti rita od matične rijeke (proljeće i ljetno 2007. godine, proljeće 2011. godine te jesen 2005., 2009. i 2010. godine). Pretpostavka da struktura i raznolikost faune vodenih kukaca ovisi o vremenu pojavljivanja, intenzitetu i trajanju poplava potvrdili su rezultati ANOSIM analize statističke značajnosti razlika između

mjeseci uzorkovanja tijekom istraživanih razdoblja od 2005. i 2007. do 2011. godine kao i indeksi raznolikosti. Rezultati SIMPER analize potvrdili su da glavnu ulogu u definiranju prosječne sličnosti i različitosti imaju vodene stjenice iz porodice Corixidae, ponajviše vrsta *Sigara nigrolineata* i polifagni predstavnici vodenih kornjaša iz porodice Hydrophilidae, ponajviše vrste *Berosus signaticollis* i *Helochares obscurus*. Poznato je da vodene stjenice i kornjaši razvijaju različite strategije preživljavanja, bilo da je to tijekom razmnožavanja, ishrane ili migracije i kolonizacije novih staništa (Williams, 1997, Polhelmus i Polhelmus, 2008; Florencio i sur., 2009) što je i utjecalo na razlike u strukturi određenih hidroloških razdoblja s tim da je najveća brojnost i raznolikost vodenih stjenica i kornjaša utvrđena tijekom mjeseci dugotrajnih i visokih poplava, a puno manja tijekom ostalih hidroloških faza. Trajna vodena staništa Kopačkog rita, kao što su kanali, vrlo su blizu poplavnog područja pa je vjerojatno da su vodeni kukci migrirali iz tih staništa u potrazi za povoljnijim staništem. Prednosti rasprostranjivanja letenjem su izbjegavanje inbreedinga (parenja genetički srodnih jedinki), pronalazak staništa s manjom kompeticijom i velikom količinom hrane, te izbjegavanje nepovoljnih uvjeta (Migueluez i Valladares, 2008).

Unatoč razlikama u strukturi i raznolikosti vodenih stjenica i kornjaša između hidrološki različitih godina, kao i unutar pojedine godine, moguće je potvrditi da visoke ranoproljetne i dugotrajne poplave najviše utječu na formiranje faune vodenih kukaca poplavnog područja Parka prirode Kopački rit, te da svi podaci upućuju na visoku stopu migracije vodenih stjenica i kornjaša. Recentnim istraživanjima utjecaja vodnog režima i poplava na strukturu i dinamiku algi i metazooplanktona Sakadaškog jezera (Stević, 2011; Galir Balković, 2013) utvrđeno je kako struktura i dinamika ovise o hidrološkim procesima, te da poplave imaju veliki utjecaj na bioraznolikost poplavnog područja. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na slične zaključke što samo potvrđuje pretpostavku o velikoj hidrološkoj, geomorfolškoj i biološkoj kompleksnosti Parka prirode Kopački rit gdje su vodeni kukci samo jedan od segmenata kompleksnosti.

Rasprostranjenost i stanišni zahtjevi vrste *Graphoderus bilineatus*

Zbog činjenice da se Hrvatska nalazi na granici areala zaštićene vrste *Graphoderus bilineatus* u Europi i da još uvijek nije potpuno poznata biologija i stanišni zahtjevi vrste (Henderson i Balke, 2001), nužno je bilo provesti istraživanje ove vrste kako bi se prikupili podaci nužni za njenu učinkovitiju zaštitu. Kako je vrsta *G. bilineatus* u susjednim državama vrlo rijetka i

ugrožena, a njena stvarna raširenost i brojnost u Hrvatskoj još uvijek nepoznata potrebno je bilo pretražiti slična potencijalna staništa na kojima je prije utvrđena. Budući da je vrsta zabilježena u poplavnom području Parka prirode Kopački rit, pa je uz Park prirode Kopački rit izabran i Park prirode Lonjsko polje i aluvijalna šuma Vukovarsko-srijemske županije tzv. Spačvanski bazen.

Tijekom istraživanja uzorkovani su uz vrstu *G. bilineatus* i ostale vrste vodenih kornjaša (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophilidae) te je ukupno određeno 98 vrsta na sva tri poplavna područja. Sve uzorkovane jedinke su uglavnom određene do razine vrste, osim nekoliko jedinki iz roda *Hydroporus*, *Helophorus* i *Hydrochus*. Neodređene jedinke su sve bile ženskog spola, pa determinacija nije bila moguća jer se za raspoznavanje vrsta unutar navedenih rodova upotrebljava muški spolni organ aedagus (Csabai, 2000; Csabai i sur., 2002). Istraživanjem je utvrđena prisutnost vrste *Hydaticus aruspex* i *Hydaticus continentalis* u Parku prirode Lonjsko polje, što predstavlja zanimljive nalaze. Vrste *H. aruspex* i *H. continentalis* su ovim istraživanjem prvi puta zabilježene za faunu Hrvatske. Hrvatska se kao područje rasprostranjenja za vrstu *H. aruspex* ne navodi nigdje u literaturi (Gueorguiev, 1971; Löbl & Smetana, 2003), dok se za vrstu *H. continentalis* navodi kao moguće područje rasprostranjenja. Na području susjednih država, obje vrste su u prošlosti zabilježene jedino u Mađarskoj i to na malom broju lokaliteta, dok novija istraživanja ne potvrđuju nalaze ove dvije vrste (Csabai, usmeno priopćenje).

Istraživana poplavna područja kontinentalne Hrvatske međusobno su se razlikovala brojnošću uzorkovanih vrsta i jedinki vodenih kornjaša. Najveći broj vrsta određen je u Lonjskom polju (79), a najmanji u Spačvanskom bazenu (46), dok je u Kopačkom ritu utvrđena 61 vrsta. Broj uzorkovanih vrsta ukazuje da su sva tri područja vrijedna staništa za vodene kornjaše jer močvarna i poplavna staništa na kojima je određeno između 40 i 50 vrsta vodenih kornjaša ukazuje da područja imaju dobro očuvana vodena staništa (Bameul, 1994). Struktura vodenih kornjaša sva tri poplavna područja čini se da odražava odgovarajuće uvjete za očuvanje biološke raznolikosti u smislu bogatstva vrsta ove skupine kukaca (Eyre i Foster, 1989; Hufnagel i sur. 1999). Očuvanost staništa ističe se u raznolikosti vrsta vodenih kornjaša, što mnogi autori navode kao jedan od glavnih kriterija pri procjenjivanju očuvanosti i konzervacijske vrijednosti nekog područja (Eyre i Foster, 1989; Hufnagel i sur. 1999; Sánchez-Fernández i sur., 2006). Raznolikost vrsta vodenih kornjaša može služiti i pri procjeni raznolikosti drugih skupina vodenih beskralježnjaka koji žive na istom staništu (Sánchez-Fernández i sur., 2006).

Rezultati usporedbe sastava i brojnosti ukazuju na velike razlike između istraživanih područja što je dokazano pomoću ADONIS metode i linearne diskriminacijske metode (LDA), koje su ujedno i potvrdile da se područja razlikuju na temelju okolišnih čimbenika i vegetacijskih zajednica. Na strukturu vodenih kornjaša Parka prirode Lonjsko polje najviše su utjecale vegetacijske zajednice: vodenjarska zajednica male i velike vodene leće, As. *Lemno-Spirodaletum polyrrhizae* (NKS: A.3.2.1.2.) koja svoj maksimum razvoja doseže u ljetnim mjesecima i zajednica lopoča i lokvanja (As. *Nymphaetum albo-luteae*, NKS: A.3.3.3.1.) koja je građena od malog broja vrsta. Na strukturu vodenih kornjaša Parka prirode Kopački rit utjecala je zajednica mjehurastog šaša (As. *Caricetum vesicariae*, NKS: A.4.1.2.6.) i zajednica brazdaste (trokrpe) leće As. *Lemnetum trisulce* (NKS: A.3.2.1.3.) koja svoj maksimum razvoja doseže u ljetnim mjesecima. Utjecaj zajednice mjehurastog šaša je bio za očekivati jer ova zajednica i zauzima velike površine rita zbog guste razvijenosti uz rubove jezera i kanala koje su dio godine poplavljene, a dio suhe, te Kopačkom ritu daje karakterističan izgled (Topić, 1989). Na strukturu vodenih kornjaša Spačvanskog bazena utjecala je zajednica velike vodene leće i plivajuće nepačke (As. *Spirodelo-Salvinietum natantis*, NKS: A.3.2.1.4.), dok je najviše utjecaja imala gustoća obalne vegetacije i velika zasjenjenost vodene površine. Brojni autori su dokazali da velika zasjenjenost vodene površine močvarnih staništa utječe na smanjenu brojnost vodenih kornjaša (Palmer, 1981; Nilsson i Svensson, 1994, Gee i sur., 1997; Lundkvist i sur., 2001), što je utvrđeno i ovim istraživanjem. Sumirajući rezultate ovih analiza vidljivo je kako na strukturu utječu i okolišne varijable i vegetacijske zajednice, ali ponajviše njihove međusobne interakcije što je i dokazano analizom varijance.

Ovim istraživanjem je po prvi puta istražena prisutnost vrste *G. bilineatus* na području kontinentalne Hrvatske, te je utvrđena u Parku prirode Kopački rit i Parku prirode Lonjsko polje s relativno velikim brojem jedinki (53), s tim da je veći broj jedinki uzorkovan u Lonjskom polju (32). Naime, u Lonjskom polju nalazimo cijeli niz različitih vodenih staništa, od najmanjih privremenih bara i ribnjaka, preko velikih poplavnih površina sve do većih trajnih kanala, rukavaca i mrtvaja koji su uspjeli sačuvati svoj prirodan izgled i strukturu. Upravo ovaj raznolik mozaik stajaćica u svim sukcesijskim stadijima, međusobno povezanih dinamikom plavljenja polja predstavlja gotovo idealno stanište vrste, što potvrđuje i najveći broj uhvaćenih jedinki na postajama Lonjskog polja. Unutar roda *Graphoderus* uz istraživanu vrstu, uzorkovane su još dvije vrste *G. cinereus* i *G. austriacus*. Usporedbom brojnosti svih triju vrsta vidljivo je da vrsta *G. austriacus* ima najmanju brojnost na sva tri istraživana područja, što ukazuje da je ova vrsta još rijetka pa možda i značajno ugroženija vrsta nego

vrsta *G. bilineatus*, što je potvrđeno i u Švicarskoj (Carron, 2005). Odnos spolova vrste *G. bilineatus* je različit na ova dva područja. U Lonjskom polju odnos mužjaka i ženki je podjednak, dok u Kopačkom ritu dominiraju mužjaci. Uzimajući u obzir rezultate analize spolova i na drugim skupinama vodenih kukaca može se zaključiti kako u slučajevima kada on nije 1:1 vrlo teško utvrditi koji ga okolišni čimbenici određuju. Ako na određenim staništima dominiraju ženke vodenih kornjaša, vjerojatno je kako su sve jedinke prikupljene na mikrostaništima s vegetacijom, gdje se prema postojećem znanju o njihovom ponašanju i može očekivati najveći broj ženki (Nilsson, 1996). Jedno od objašnjenja smanjenja broja ženki, odnosno dominacija mužjaka, može ukazivati na emergenciju ženki ili na teritorijalno ponašanje mužjaka. S obzirom da se mužjaci moraju boriti za teritorij (u kojem onda ženke nesmetano polažu jaja) samim je time i njihova brojnost u određenom staništu veća (Fitzgerald, 1987; Juliano, 1992).

Krivulje sezonske dinamike vrste na ova dva poplavna područja u skladu su s podacima iz literature koji navode dvije vršne vrijednosti brojnosti odraslih jedinki, jedan od kraja travnja do kraja svibnja, a drugi od srpnja do sredine kolovoza (Brancucci, 1979). Međutim, opažena je razlika u sezonskoj dinamici brojnosti između istraživanih područja koju pripisujemo razlikama u hidrološkom režimu i dinamici plavljenja Save u odnosu na Dravu i Dunav. Slično istraživanje koje je provedeno u Mađarskoj, na poplavnom području uz rijeku Tisu, pokazalo je također veliki utjecaj vodostaja na dinamiku vrste. U periodu kada je došlo do povlačenja vode uslijed snižavanja vodostaja, uzorkovan je manji broj jedinki ili nije uzorkovana ni jedna jedinka (Kálmán i sur., 2007). Međutim, u Lonjskom polju efekt naglog povećanja brojnosti tijekom ljeta zabilježen je samo na nekoliko postaja i treba ga protumačiti s oprezom. Te su postaje naime u ranijem dijelu sezone (kroz 5. i 6. mjesec) uslijed neobično velike količine padalina tijekom 2010. godine i isto tako vrlo visokog vodostaja bile nedostupne za uzorkovanje ili potpuno poplavljene, a u takvim uvjetima lov klopka nema isti učinak jer je gustoća jedinki na postaji tada zasigurno puno manja. U ljetnim mjesecima kada se voda povuče neke postaje potpuno presuše, dok se druge znatno smanje, a gustoća vodene vegetacije i količina hranjivih tvari se povećava kako sezona odmiče. Jedinke tada napuštaju nepovoljna staništa i koncentriraju se u stalnim rukavcima, mrtvajama i zaostalim formiranim barama (primjerice postaja Pavlinov kljun II i Poganovo II) koje vjerojatno predstavljaju utočište tijekom sušnog perioda pa je tada i efikasnost klopki veća. Na postajama gdje fluktuacija vode nije toliko izražena (primjerice na ribnjacima Puska) vrsta je zabilježena tijekom cijele sezone podjednakom brojnošću.

Ako se podaci odvoje prema lokalitetima, može se vidjeti kako je u Kopačkom ritu vrsta uzorkovana samo na dva tipa staništa, najviše na poplavnom području, a manje na kanalima. Stariji nalazi vrste iz Kopačkog rita (2005. i 2009. godina) utvrđeni su jedino na poplavnom području (Turić i sur. 2012). Vodni režim, odnosno dinamika plavljenja direktno utječe na faunu vodenih kornjaša ovog područja, što je vjerojatno imalo utjecaja na vrstu *Graphoderus bilineatus*, jer je 2010. godina bila ekstremno poplavna godina. Na području Lonjskog polja vrsta je bila najbrojnija u mrtvajama (mrtvi rukavci ali i slijepi krajevi kanala) i poplavnom području s razvijenom obalnom i vodenom vegetacijom. Može se zaključiti kako su pogodna staništa vrste u Hrvatskoj upravo ona navedena u literaturi, uz nekoliko iznimaka, pa i odabir postaja za istraživanje pokazao vrlo uspješnim. Iako manje privremene stajačice, a posebno one izolirane ili na područjima intenzivne poljoprivrede ne predstavljaju pogodno stanište za vrstu (Nilsson i Holmen, 1995; Van Helsdingen i sur., 1996; Cuppen i sur., 2006), u Lonjskog polja vrsta je zabilježena u malim privremenim stajaćicama poput ribnjaka i bara zaostalima u poplavnim inundacijama nakon povlačenja vode, međutim te se postaje uvijek nalaze u blizini većih trajnih voda.

Parcijalna kanonička analiza korespondencije (pCCoA) je ukazala na bitne karakteristike staništa koje utječu na prisutnost vrste, pa tako i na njenu rasprostranjenost. Vrsta je utvrđena u staništima koja predstavljaju površinom veće trajne stajačice, ali koje mogu biti pod sezonskim utjecajem fluktuacije vodostaja. To su kopnene vode prirodnog ili antropogenog porijekla u kojima razina vode često oscilira, ovisno o oborinama, razini podzemnih voda ili dinamici plavljenja. U ovu grupu staništa pripadaju plitka slatkovodna jezera, mrtvaje, riječni rukavci, bare, lokve, ribnjaci, kanali, tzv. „materijal grabe“ (specifična staništa antropogenog porijekla nastala iskopavanjem materijala za gradnju nasipa, a čije zajednice sliče prirodnim staništima), poplavne livade. Stajačice u kojima dolazi obično nisu dublje od 1 m, ako se radi o većim dubinama najveća brojnost jedinki je u plićoj obalnoj zoni (Nilsson i Holmen, 1995; Foster, 1996; Hendrich i Balke, 2000; Cuppen i sur. 2006). Podloga dna je najčešće mulj ili pijesak s tankim slojem detritusa, s tim da je voda prozirna ili blago замуćena. Obalna zona je gotovo uvijek plitko položena i osunčana, što znači da visoko drveće i grmlje ne raste uz samu obalnu zonu i na taj način ne stvaraju sjenu. Od makrofitskih vodenih zajednica koje rastu uz obalnu zonu najčešće je prisutna zajednica *As. Caricetum versicaria* (A.3.2.1.4.), međutim vodeni stupac je uglavnom oslobođen preguste submerzne vegetacije. Sve navedene okolišne varijable i vegetacijske zajednice objašnjavaju tek malo više od 50 % varijance podataka, s tim da u analizu nije uključen vodni režim kao jedan od glavnih čimbenika koji utječe na vodene kukce poplavnih područja. Stoga, visoke poplave tijekom 2010. godine

vjerojatno su bile poticajni čimbenik u razvojnem ciklusu vrste i utjecale su na povećanu brojnost jedinki, s tim da se u tako povoljnim uvjetima mogu razviti i dvije generacije (Cuppen i sur., 2006).

Tijekom istraživanja primjećena je prisutnost velikog broja ostalih vrsta vodenih kornjaša u uzorcima s vrstom *G. bilineatus*, što ukazuje da vrsta nastanjuje staništa koja imaju veliku raznolikost vodenih kornjaša što je potvrđeno i Man-Whitney U testom. Budući da je vrsta *G. bilineatus* zaštićena vrsta, svaka mjera zaštite i očuvanja staništa u kojem se nalazi ova vrsta pozitivno će utjecati i na ostale vrste koje obitavaju u tom staništu.

Bitan čimbenik koji utječe na strukturu vodenih kornjaša je interakcija između organizama koje su povezane prehranom, potrebama za životnim prostorom i razmnožavanjem. Iako još uvijek ishrana vrste *G. bilineatus* nije dovoljno poznata (Cuppen i sur., 2006), zna se da je to predatorska vrsta te se pretpostavlja da se hrani najčešće malim račićima, ličinkama i odraslim jedinkama drugih vodenih kukaca (Chironomidae, Diptera). Između vrste *G. bilineatus* i ostalih vrsta vodenih kornjaša utvrđena je kompeticija i to uglavnom s adefagnim predatorskim vrstama kao što je *Acilius sulcatus*, *Cybister lateralimarginalis* i *Laccophilus poecilus* kao i s jednom polifagnom predatorskom vrstom *Hydrochara caraboides*, jer su vjerojatno sklone istom plijenu. Negativni odnos utvrđen je i s vrstom *Haliplus fluvialis* iz porodice Haliplidae. Vrste iz porodice Haliplidae naseljavaju staništa s gusto razvijenom submerznom vegetacijom (Nilsson, 1996; Csabai, 2000), što je i utjecalo na utvrđivanje negativne povezanosti s vrstom *Graphoderus bilineatus* koja je sklona staništima sa slabije razvijenom vodenom vegetacijom. Zbog međusobne kompeticije ili drukčijih stanišnih zahtjeva navedene vrste su u negativnom odnosu koegzistencije, dok sa svim ostalim vrstama je u pozitivnom ili neutralnom odnosu.

Rijetke i zaštićene vrste su najčešće vezane uz određeno stanište i gubitak staništa je najveća prijetnja njihovom opstanku. Istraživanje je potvrdilo da vrsta *G. bilineatus* nastanjuje poplavna područja velikih nizinskih rijeka koja su jedan od najugroženijih ekosustava u Europi, ali i u cijelom svijetu. Za očuvanje vrste je presudno predviđanje mogućnosti preživljavanja u promijenljivom poplavnom području koje ovisi o redovitom pojavljivanju poplava, pa će se na taj način moći bolje utvrditi ugrožavajući ljudski učinak (promjena vodnog režima, uklanjanje sedimenta, vegetacije itd.) i prilagoditi mjere zaštite.

7. ZAKLJUČCI

U okviru ovog rada istraživana je utjecaj vodnog režima na strukturu i raznolikost vodenih kukaca (Heteroptera i Coleoptera) Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i od 2007. do 2011. godine, te rasprostranjenost i stanišni zahtjevi zaštićene vrste vodenog kornjaša *Graphoderus bilineatus* na tri područja kontinentalne Hrvatske tijekom 2010. godine. Iz dobivenih rezultata mogu se izvući sljedeći zaključci:

- Na osnovi 10194 jedinki uzorkovanih tijekom istraživanja određene su 124 vrste vodenih kukaca, od kojih 26 vrsta pripada redu Heteroptera (stjenice) i 98 vrsta redu Coleoptera (kornjaši)
- Na poplavnom području Parka prirode Kopački rit uzorkovane su dvije zaštićene vrste vodenih kornjaša koje su od međunarodnog značenja, *Graphoderus bilineatus* i *Berosus geminus*
- Četiri vrste vodenih kornjaša uzorkovane ovim istraživanjem, *Berosus geminus*, *Enochrus affinis*, *Hydaticus continentalis* i *Hydaticus aruspex* su nove vrste u fauni Hrvatske, dok tri vrste vodenih stjenica (*Sigara semistriata*, *Hesperocorixa linnaei* i *Notonecta meridionalis*) predstavljaju drugi nalaz u Hrvatskoj
- Poplavno područje koje je pod utjecajem čestih fluktuacija razine vode ima veću brojnost i raznolikost vrsta vodenih kukaca u odnosu na kanale koji predstavljaju trajna vodena staništa, kao i veći broj značajnih vrsta koje su prilagođene dinamičnosti staništa
- Visoke poplave i oscilacije vodostaja između poplava produciraju veću raznolikost vrsta vodenih kukaca na poplavnom području Parka prirode Kopački rit
- Vodni režim, odnosno vrijeme pojavljivanja, intenzitet i trajanje poplava, utječu na strukturu i raznolikost vodenih kukaca Parka prirode Kopački rit kao i ekstremni hidrološki uvjeti
- Visoke ranoproljetne i dugotrajne poplave najviše utječu na formiranje faune vodenih kukaca poplavnog područja Parka prirode Kopački rit, te svi rezultati upućuju na visoku stopu migracije i kolonizacije vodenih stjenica i kornjaša
- Istraživana područja kontinentalne Hrvatske razlikuju se prema strukturi vodenih kornjaša i te su razlike rezultat utjecaja međusobnih interakcija okolišnih čimbenika i

vegetacijskih zajednica koji utječu na rasprostranjenost vodenih kornjaša i na vrstu *Graphoderus bilineatus*

- Vrsta *Graphoderus bilineatus* je prisutna u staništima koja predstavljaju površinom veće trajne stajaćice, koje su pod utjecajem sezonskih fluktuacija vodostaja. Podloga dna je najčešće mulj ili pijesak s tankim slojem detritusa. Obalna zona je gotovo uvijek plitko položena i osunčana. Od emerznih vodenih zajednica koje rastu uz obalnu zonu najčešće je prisutna zajednica *As. Caricetum versicaria* (A.3.2.1.4.), međutim vodeni stupac je uglavnom oslobođen preguste submerzne vegetacije. Budući da je 2010. godina bila ekstremno poplavna godina, visoke poplave su bile poticajni čimbenik u razvojnem ciklusu vrste uz sve navedene okolišne čimbenike
- Vrsta nastanjuje staništa koja imaju veliku raznolikost vodenih kornjaša. Između vrste *Graphoderus bilineatus* i ostalih vrsta vodenih kornjaša utvrđeni su pozitivni, negativni i neutralni odnosi koegzistencije, te je utvrđena kompeticija s adefagnim predatorskim vrstama *Acilius sulcatus*, *Cybister lateralimarginalis* i *Laccophilus poecilus* kao i s jednom polifagnom predatorskom vrstom *Hydrochara caraboides*
- S obzirom da su istraživani vodeni kukci osjetljivi na promjene vodnog režima, mogu se smatrati svojevrsnim indikatorima bioraznolikosti poplavnih područja

8. LITERATURA

Adis J. i Junk W. J. 2002. Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology* 47: 711-731.

Andersen N. M. 1995. Cladistics, historical biogeography and a check list of gerrine water striders (Hemiptera, Gerridae) of the World. *Steenstrupia* 21: 93-123.

Anderson D. J. i Vondracek B. 1999. Insects as indicators of land use in three ecoregions in the prairie pothole region. *Wetlands* 12: 1-7.

Batzer D. P. i Wissinger S.A. 1996. Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Annual Review Entomology* 41: 75-100.

Bayley P.B. 1995. Understanding large river floodplain ecosystems. *Bioscience* 45: 153-158.

Bameul F. 1994. Lés Coléoptères aquatiques des Marais de La Perge (Gironde). *Bulletin de la Société entomologique de France* 99: 301-321.

Bick H. 1989. *Ökologie: Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme, angewandte Aspekte*. 327 str.

Bloechl A., Koenemann S., Philippi B. i Melber A. 2010. Abundance, diversity and succession of aquatic Coleoptera and Heteroptera in a cluster of artificial ponds in the North German Lowlands. *Limnologica* 40: 215-225.

Bonacci O., Tadić Z., Moržan A. i Radeljak I. 2003. Park prirode Kopački rit, Plan upravljanja. Sektorska studija Hidrologija i meteorologija. Osijek. 177 str.

Boukal D. S., Boukal M., Fikáček M., Hájek J., Klečka J., Skalický S., Štastný, J. i Trávníček D. 2007. Catalogue of water beetles of the Czech Republic (Coleoptera: Sphaeriidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Helophoridae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Scirtidae, Elmidae, Dryopidae, Limnichidae, Heteroceridae, Psephenidae). *Klapalekiana*, 43 (Suppl.): 289 str.

- Bosi G. 2001. Abundance, diversity and seasonal succession of dytiscid and noterid beetles (Coleoptera: Adephaga) in two marshes of the Eastern Po Plain (Italy). *Hydrobiologia* 459: 1–7.
- Brancucci M. 1979. Considérations sur la faune des Dytiscidae da la grève de Cudefrin (VD) (Insecta: Coleoptera). – *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 74: 301-311.
- Brinkhurst R. O. 1963. Observations on wing-polymorphism in the Heteroptera. *Proc. R. Ent. Soc. London* 38: 15-22.
- Briers A. R. i Biggs J. 2003. Indicator taxa for the conservation of pond invertebrate diversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 323-330.
- Broering U. i Niedringhaus R. 1988. On the ecology of aquatic Hemiptera (Hemiptera: Nepomorpha) in small ponds on the East Frisian Island of Norderney (FRG). *Archiv für Hydrobiologie* 111: 559-574.
- Buijse A. D., Coops H., Staras M., Jans L. H., van Geest G. J., Grifts R. E., Ibelings B. W., Oosterberg W. i Roozen F. C. J. M. 2002. Restoration strategies for river floodplains along large lowland rivers in Europe. *Freshwater Biology* 47: 889-907.
- Carron G. 2005. Kommentierte Checkliste der Dytiscidae und Noteridae (Coleoptera) der Schweiz. *Mitteilungen der Entomologischen Gessellschaft Basel* 55(3): 121-131.
- Clarke K. R. i Warwick R. M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical anakysis and interpretation, 2nd edition. PRIMERE-E, Plymouth.
- Connel J.H. 1978. Divesity in tropical rain forests and coral reefs. *Scienc* 199:1302-1309.
- Csabai Z. 2000. Vízibogarak kishatározója (I. kötet) [Identification guide to aquatic beetles of Hungary, Band 1.], *Vízi természet- és környezetvédelem*, 15. kötet, Budapest, Hungary, Környezetgazdálkodási Intézet, 278. tr.

Csabai Z., Gidó Z. i Szél Gy. 2002. Vízibogarak kishatározója, (II. Kötet) [Identification guide to aquatic beetles of Hungary, Band 2.], Vízi természet- és környezetvédelem. 16. kötet, Budapest, Hungary, Környezetgazdálkodási Intézet, 206. str.

Csabai Z., Nosek J.N. i Oertel N. 2005. Aquatic beetle fauna of Béda-Karapanca Landscape Protection Area, South Hungary (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea). Acta biologica debrecina supplementum oecologica hungarica 13: 29-35.

Csabai Z. i Nosek J.N. 2006. Aquatic beetle fauna of Gemenc Landscape Protection Area, South Hungary (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea). Acta biologica debrecina supplementum oecologica hungarica 14: 67-76.

Cuppen J. G. M. 1983. On the habitats of three species of the genus *Hygrotus* Stephens (Coleoptera: Dytiscidae). Freshwater Biology 13: 579-588.

Cuppen J. G. M. i Manen van B. 1998. Distribution and habitats of *Berosus* in the Netherlands (Coleoptera: Hydrophilidae). Entomol. Ber. Amst. 58: 213-223.

Cuppen J.G.M., Koese B. i Sierdsema H. 2006. Distribution and habitat of *Graphoderus bilineatus* in the Netherlands (Coleoptera: Dytiscidae). Nederlandse Faunistische Mededelingen 24: 29-40.

Đuroković Z. Brnić-Levada D. 1999. Impact of performed hydrotechnical works on the Kopački rit Water resources. U: Proceedings of the second Croatian Water Conference, 661-666 str.

Daly H. V., Doyen J. T. i Purcell A. H. 1998. Introduction to insect biology and diversity (2nd ed.). Oxford University Press, New York.

Davis J.A., Rolls S.W. i Balla S.A. 1987. The role of the Odonata and aquatic Coleoptera as indicators of environmental quality in wetlands, u *Role of Invertebrates in Conservation and Biological Survey*, eds. J. D. Majer, Australia: The Western Australian Department of Conservation and Land Management, 31-42 str.

Dopagne C. 1995. Hygrobiidae, Noteridae et Dytiscidae. U: Coulon G. (izd.): Enumeratio Coleopterorum Belgicae 1. Société royale belge d'Entomologie 29-37.

Depoli G. 1913. Elenco dei Coleoterri sinora osservati in Liburnia. Bolletino della Società adriatica di scienze naturali in Trieste 27(1): 28-55.

De Szalay F. A. i Resh V. H. 2000. Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: responses to emergent plant cover. Freshwater Biology 45: 295-308.

Drost M. B. P., Cuppen H. P. J. J., van Nieukerken E. J. i Schreijer M. 1992. De waterkevers van Nederland. National natuurhistorisch museum, Utrecht, 280 str.

Drovenik B. i Pirna, A. 2003. Stochovna ishodisca za vzpostavljjanje omrezja NATURA 2000. Hrosi (Coleoptera), *Projektna naloga, Končno poročilo*, Bioloski Institut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana, 89 str.

Dufréne M. i Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67: 345-366.

Durbešić P. 1984. Počeci entomoloških istraživanja u Hrvatskoj s bibliografijom (od prvih pisanih podataka do osnutka Jugoslovenskog entomološkog društva 1926. godine). Acta Entomologica Jugoslavia 20: 7-56.

Dzioc F., Henle K., Foeckler F., Follner K. i Scholz M. 2006. Biological Indicator Systems in Floodplains - a Review. International Review of Hydrobiology 91: 271-291.

Euliss N.H.J., Mushet D.M. i Johnson D.H. 2002. Using aquatic invertebrates to delineate seasonal and temporary wetlands in the prairie pothole region of North America. Wetlands 22: 256-262.

Eyre M. D. i Foster G. N. 1989. A comparison of aquatic Hemiptera and Heteroptera communities as a basis for environmental and conservation assessment in static water sites. Journal of Applied Entomology 108: 355-362.

Eyre M. D., Foster G. N. i Foster A. F. 1990. Factors affecting the distribution of water beetle species assemblages in drains of eastern England. *Journal of Applied Entomology* 109: 217-225.

Eyre M. D. 2006. A strategic interpretation of beetle (Coleoptera) assemblages, biotopes, habitats and distribution and conservation implications. *Journal of Insect Conservation* 10: 151-160.

Estrela T., Menéndez M., Dimas M., Marcuello C., Rees G., Cole G., Weber K., Grath J., Leonard J., Bering O. N., Feher J. i Consult V. 2001. Sustainable water use in Europe. Dio 3: Extreme hydrological events: floods and droughts. European Environment Agency. Copenhagen. 84. str.

Fairchild G.W., Faulds A.M. i Matta J. F. 2000. Beetle assemblages in ponds: effects of habitat and site age. *Freshwater Biology* 44: 523-534.

Fairchild G.W, Cruz J, Faulds A.M, Matta J.M. 2003. Microhabitat and landscape influences on aquatic beetle assemblages in a cluster of temporary and permanent ponds. *Journal of the North American Benthological Society* 22: 224-240.

Fitzgerald V. J. 1987. Social behaviour of adult whirling beetles *Dineutus nigrrior* D. and *D. discolor* (Coleoptera: Gyrinidae). *American Midland Naturalist* 118(2): 439-448.

Florencio M., Serrano L., Gómez-Rodríguez., Millán A. i Díaz-Paniagua C. 2009. Inter-and intra-annual variations of macroinvertebrate assemblages are related to the hydroperiod in Mediterranean temporary ponds. *Hydrobiologia* 634: 167:183.

Foster G.N. 1987. The use of Coleoptera records in assessing the conservation value of Wetlands. In: *The Use of Invertebrate Community Data in Environmental Assessment*, ed. M. Luff, University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, 8–18 str.

Foster G.N. i Eyre M.D. 1992. Classification Ranking of Water Beetle Communities, UK Nature Conservation: 1. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK, 110. str.

- Foster G. N. 1996. *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774). –In P.J. van Helsdingen, L.P.M. Willemse & M.C.D. Speight (eds), Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. Part I-Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera. European Invertebrate Survey, Leiden: 40-48.
- Foster G. N., Nelson B. H. i Bilton D. T. 2006. A classification and evaluation of Irish water beetle assemblages. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 2: 87-97.
- Franciscolo E. M. 1972. Hydroadephaga of Yugoslav Adriatic Islands. Part I. *Acta entomologica Jugoslavica* 8: 55-90.
- Franciscolo E. M. 1978. Hydradephaga of Yugoslav Adriatic Islands. Part II. Cres, Lošinj and Unije. *Acta entomologica Jugoslavica* 14: 35-47.
- Franciscolo E. M. 1979. Drugi prilog poznavanju ditiscida (Coleoptera) Jugoslavije. Sažetak. *Acta entomologica Jugoslavica* 15(1-2): 133-137.
- Fraunfeld G. 1856. Beitrag zur fauna Dalmatiens. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien* 6: 431-448.
- Freude H., Harde K.W. i Lohse G.A. 1971. Die Käfer Mitteleuropas 3. Goecke & Evers, Krefeld.
- Furlan V. i Gogala A. 1995. Heteroptera of the Lošinj island (Croatia). *Acta Entomol. Slov.* 3: 59-71.
- Galewski K. 1971. A study of morphobiotic adaptations of European species of the Dytiscidae. *Polskie Pismo Entomol.* 41: 488-702.
- Galewski K. 1975. Descriptions of the unknown larvae of the genera *Hydaticus* Leach and *Graphoderus* Dejan (Coleoptera, Dytiscidae) with some data on their biology. *Annales Zoologici, Warszawa* 32: 249-268.
- Galewski K. 1990. The larvae of Central European species of *Graphoderus* Dejan (Coleoptera, Dytiscidae). *Polskie Pismo Entomologiczne* 60: 25-44.
- Ganglbauer L. 1892. Die Käfer von Mitteleuropa. Band 1, Wien, 557 str.

Gee J. H. R., Smith B. D., Lee K. M. i Griffiths S. W. 1997. The ecological basis of freshwater pond management for biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 7: 91-104.

German E. F. 1817. Reise nach Dalmatien und in das Gebirt von Ragusa. F. A. Brockhaus. Leipzig und Altenburg.

Gogala A., Gogala M. i Günther H. 1990. New records of *Gardena insignis* Horvath, 1887 (Emesinae, Reduviidae) in Istria (Yugoslavia). *Scopolia*, suppl. 1: 65-68.

Gopal B., Junk W. J. i Davis J. A. 2001. Biodiversity in wetlands: Assessment Function and Conservation. Backhuys Publishers: Leiden. Nizozemska. 256. str.

Gueorguiev V. B. 1965. Deuxieme contribution a la connaissance des Coleopteres Hydrocanthares de Yougoslavie. *Acta ento. Musei Nationalis Pragae*, Prag 36: 489-500.

Gueorguiev V. B. 1971. Coleoptera Hydrocanthares et Palpicornia. *Catalogus faunae Jugoslaviae*. SAZU, Ljubljana 3(6): 1-45.

Gueorguiev V. B. 1977. Contribution à l' étude des Coléoptères Hydracanthares (Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae et Gyrinidae) de la Péninsule Balkanique. *Acta ento. Musei Nationalis Pragae*, Prag 39: 309-318.

Gugić G. 2008. Park prirode Lonjsko polje-živiči krajobraz i poplavni ekosustav Srednje Posavine. Plan upravljanja. Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje, Krapje. 178 str.

Hansen, M. 1999. World Catalogue of Insects. Hydrophiloidea (s. str.) (Coleoptera). Apollo Books. Strenstrup, p. 87-178.

Hebauer F. 1988. Gesichtspunkte der ökologischen Zuordnung aquatischer Insekten zu den Sukzessionsstufen der Gewässer. *Berichte der ANL* 12:229-239.

Hebauer F., Bubler H., Heckes U., Hoffmann G., Schmidl J. i Skale A. 2003. Rote liste gefährdeter Wasserkäfer Bayerns. *Bay. Lfu*. 266: 112-116.

Hein T., Baranyi C., Herndl G. J., Wnek, W. i Schiemer, F. 2003. Allochthonous and autochthonous particulate organic matter in floodplains of the River Danube: the importance of hydrological connectivity. *Freshwater Biology* 48: 220-232.

Helsdingen P. J. Van, Willemse L. i Speight M. C. D. 1996. Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention . Part I-Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera. European Commission, Strasbourg. *Nature and environment* 79: 9-73.

Hendrich L. i Balke M. 2000. Verbreitung, Habitatbindung, Gefährdung und mögliche Schutzmaßnahmen der FFH-Arten *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758 (Der Breitrand) und *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) in Deutschland (Coleoptera, Dytiscidae). *Insecta* 6: 98-114.

Hendrich L. i Balke M. 2002. Breitrand (*Dytiscus latissimus*) und Schmalbinder Tauchflügelkäfer (*Graphoderus bilineatus*). *Angewandte Landschaftsökologie* 42: 301-305.

Hendrich L. i Balke M. 2005. *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) (Coleoptera: Dytiscidae). *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 69(1): 388-396.

Henry T.J. 2009. Biodiversity of the Heteroptera, In: Foottit, R.G., Adler, P.H., eds. *Insect Biodiversity: Science and Society*. Oxford, England: Wiley-Blackwell: 223-263.

Holmen M. 1993. Fredede insekter 1 Danmark. Part 3: Biller knyttet ti vand. *Entomologiske Meddelelser* 61: 117-134.

Hufnagel L., Bakony G. i Vásárhelyi T. 1999. New approach for habitat characterization based on species lists of aquatic and semiaquatic bugs. *Environmental Monitoring and Assessment* 58: 305-316.

Huijbregts H. 2004. Gestreepte waterroofkever-*Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774). EIS-Nederland, www.naturalis.nl/eis

Ilg C., Dziöck F., Foeckler F., Follner K., Gerisch M., Glaeser J., Rink A., Schanovski A., Scholz M., Deichner O. i Henle K. 2008. Long-term reactions of plants and macroinvertebrates to extreme floods in floodplain grasslands. *Ecology* 89: 2392-2398.

Jäch M. A. i Balke M. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 419-442.

Johansson F. i Brodin T. 2003. Effects of fish predators and abiotic factors on dragonfly community structure. *Journl of Freshwater Ecology* 18: 415-423.

Juliano S. A. 1992. Quantitative analysis of sexual dimorphism and sex ratio in *Hyphydrus ovatus* (Coleoptera: Dytiscidae). *Ecography* 15: 308-313.

Junk W. J., Bayley P. B. i Sparks R. E. 1989. The flood pulse concept in river floodplain system. *Can Spec Publ Fish Aquatic Sci* 106: 110-127.

Junk W. J. 1999. The flood pulse concept of large rivers: learning from the tropics. *Archiv für Hydrobiologie*, 115: 261-280.

Kajzer 2001. Prispevek k poznavanju vodnih hroščev (Coleoptera: Hydrocanthares) Slovenije in dela Balkana, *Acta entomologica slovenica* 9(1): 83-99.

Kálmán Z., Bod, P., Kálmán A., Ortmann-Ajkai A. Soós N. i Csabai Z. 2011. Contribution to the aquatic Coleoptera (Hydradeephaga, Hydrophiloidea, Dryopidae) and Heteroptera (Gerromorpha, Nepomorpha) fauna of Dráva plain, SW Hungary, *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.*, 26: 117-134.

Kholin S. K. Nilsson A. N. 1998. Regional enrichment of predacious water beetles in temporary ponds at opposite east-west ends of the Palearctic. *Journal of Biogeography* 25: 47-55.

Klausnitzer B. 1996. Käfer im und am Wasser. Westarp Wissenschaften, Magderburg, 200 str.

Kment P. i Beran L. 2011. Check-list of water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) in Croatia with two new records and four rediscoveries. *Natura Croatica* 20: 159-179.

Koča G. 1900. Prilog fauni gore Papuka i njegove okoline. Glasnik Hrvatskog naravoslavnog društva. Vlasništvo i naklada društva, Zagreb XII: 1-3.

Koča G. 1906. Popis tvrdokrilaca (kornjaša) Vinkovačke okoline. Glasnik Hrvatskog naravoslavnog društva. Hrvatska zemaljska tiskara, Zagreb XVII: druga polovina.

Koese B. i Cuppen J. 2006. Sampling methods for *Graphoderus bilineatus* (Coleoptera: Dytiscidae). Nederlandse Faunistische Mededelingen 24: 41-48.

Krebs J.C. 1998. Ecological Methodology, Menlo Park, Addison Wesley Longman, 419-422 str.

Kurzatowska A. 2003. Preference of Micronectidae (Heteroptera: Corixidae) for low trophism lakes: data from Mazurian Lake District (northeastern Poland). Journal of Entomological Research Society 5: 1-12.

Küster H. C. 1842. Käfer Dalmatiens. Isis. 751-752 str.

Landin J. 1979. Seasonal patterns in abundance of water-beetles belonging to the Hydrophiloidea (Coleoptera). Freshwater Biology 6: 89-108.

Larson D.J. 1985. Structure in temperate predaceous diving beetle communities (Coleoptera: Dytiscidae). Holarctic Ecology 8: 18-32.

Lobl I. i Smetana A. 2003. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Apollo Books. 819 str.

Lobl I. i Smetana A. 2004. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 2. Apollo Books. 942 str.

Lobl I. i Smetana A. 2006. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 3. Apollo Books. 690. str.

Lundkvist E., Landin J. i Milberg P. 2001. Diving beetle (Dytiscidae) assemblages along environmental gradients in an agricultural landscape in southeastern Sweden. *Wetlands* 21: 48-58.

Macan T. T. 1976. A revised key to the british Water Bugs (Hemiptera-Heteroptera) with notes on their ecology. Freshwater biological association. 77 str .

Majstorović V., Getz D., Brna J. i Manojlović R. 1998. Kopački rit-upravljani hidroekosustav. *Priroda* 848: 20-24.

Matonićkin I., Pavletić Z., Tavčar V. i Krkač N. 1971. Limnološka istraživanja reikotopa i fenomena protočne travertinizacije u Plitvičkim jezerima. *Prir. Istr.* 40, *Acta biologica* VII/1, JAZU, Zagreb.

Matonićkin I. 1987. Material for the limnofauna of Karst running waters of Croatia, Plitvice lakes. *Biosistematika* 13: 25-35.

McCafferty WP. 1981. Aquatic entomology: the fishermans and ecologists illustrated guide to insects and their relatives. Science Books International, Boston.

Maechler M., Rousseeuw P., Struyf A. i Hubert M. 2005. Cluster Analysis Basics and Extensions, 19. 01. 2013)

Merdić E., Keža N. i Csabai Z. 2005. Aquatic insects in Kopački rit Nature Park (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha and Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea). *Natura Croatica* 14: 263-272.

Michaletz P. H., Doisy K. E., Rabeni C. F. 2005. Influence of productivity, vegetation and fish on macroinvertebrate abundance and size in Midwestern USA impoundments. *Hydrobiologia* 543: 147-157.

Mičetić Stanković V. 2012. Vodeni kornjaši (Insecta: Coleoptera) u mikrostaništima krških izvora i tekućica. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek. Zagreb. Doktorska disertacija. 226 str.

Miguel D. i Valladares L. F. 2008. Seasonal dispersal of water beetles (Coleoptera) in an agricultural landscape: a study using Moericke traps in northwest Spain. *Annales de la Société Entomologique de France* 44: 317-326

Mihaljević, M, Getz D, Tadić Ž, Živanović B, Gucunski D, Topić J, Kalinović I, Mikuska J. 1999. Kopački rit. Pregled istraživanja i bibliografija. HAZU, Zavod za znanstveni rad Osijek, Zagreb-Osijek, 188 str.

Mihaljević M., Stević F., Horvatić J. i Hackenberger Kutuzović B. 2009. Dual impact of the flood pulses on the phytoplankton assemblages in a Danubian floodplain lake (Kopački Rit Nature Park, Croatia). *Hydrobiologia* 618: 77-88.

Mikuška J. 1979. Ekološke osobine i zaštita Specijalnog zoološkog rezervata "Kopački rit" s posebnim osvrtom na ekologiju kralježnjaka. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 271 str.

Miserindo M. L. i Archangelsky M. 2006. Aquatic Coleoptera distribution and environmental relationship in a large Patagonian river. *International Review of Hydrobiology* 91(5): 423-437.

Molnár A., Csabai Z. i Tóthmérész, B. 2009. Influence of flooding and vegetation patterns on aquatic beetle diversity in a constructed wetland complex. *Wetlands* 29: 1214-1223.

Molnár A., Hegedüs R., Kriska G. & Horváth, G. (2010), Effect of cattail (*Typha* spp.) mowing on water beetle assemblages: changes of environmental factors and the aerial colonization of aquatic habitats. *Journal of Insect Conservation*, Online First™, 17 September 2010.

Müller J. 1900. Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae et Gyrinidae Dalmatiae. *Verhandlung der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 50(2-3): 112-122.

Müller J. 1909. Georyssidae, Dryopidae, Heteroceridae et Hydrophilidae Dalmatiae. *Verhandlung der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 59: 456-485.

Müller J. 1909. Fünf neue Kolepteren aus dem Küstendlande und Dalmatien. Wiener Entomologische Zeitung, XXX Jahr 2(3): 60-61.

New T. R. 2010. Beetles in Conservation. Wiley-Blackwell, West Sussex, 237 str.

Nilsson A. N., Elmberg J. i Sjöberg K. 1994. Abundance and species richness patterns of predaceous diving beetles (Coleoptera, Dytiscidae) in Swedish lakes. Journal of Biogeography 21: 197-206.

Nilsson A. N. i Svensson B. W. 1995. Assemblages of dytiscid predators and culicid prey in relation to environmental factors in natural and Clear-cut boreal swamp forests pools. Hydrobiologia 308: 183-196.

Nilsson A. i Holmen M. 1995. The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Dytiscidae. Fauna ent. scand. E. J. Brill, Leiden, New York, Köln, 286 str.

Nilsson A. N. 1996. Aquatic insects of North Europe, A Taxonomic Handbook. Vol. 1. Apollo Books, Stenstrup, 76-194.

Nilsson A.N. i Söderberg H. 1996. Abundance and species richness patterns of diving beetle (Coleoptera: Dytiscidae) from exposed and protected sites in 98 northern Swedish lakes. Hydrobiologia 321: 83-88.

Nikolić T. ur. 2001. Flora Croatica Database (URL <http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Nikolić T. i Topić J. 2005. Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska. 693 str.

Nonveiller G. 1984. Ernst Friedrich Germar: "Reise nach Dalmatien und in das Gebiet von Ragusa". Acta Entomologica Jugoslavia 20: 91-119.

Nonveiller G. 1989. Pioniri proučavanja insekata Dalmacije. Jugoslovensko entomološko društvo. Posebna izdanja, Zagreb, 390 str.

- Novak P. i Wagner E. 1951. Prilog poznavanju faune Hemiptera Dalmacije (Hemiptera-Heteroptera). Godišnjak biološkog instituta. Sarajevo 4(1): 59-80.
- Novak P. 1952. Kornjaši Jadranskog primorja (Coleoptera). Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. 522 str.
- Novak P. 1970. Rezultati istraživanja kornjaša našeg otočja. U: Varičak T. (ed) Prirodoslovna istraživanja, Acta Biologica VI, Jugoslavenska akademija, Zagreb, 75 str.
- Olosutean H. i Ilie D. M. 2010. Aquatic and semiaquatic heteroptera (Nepomorpha) from the Saulina-Sf. Gheorghe canal (Danube Delta, Romania). Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. 10:169-181.
- Palijan G., Bogut I. i Vidaković J. 2007. Effects of high water levels on bacterioplankton in the Danube river floodplain (Kopački rit, Croatia). Polish Journal of Environmental Studies 16 (1): 113-121.
- Palijan G. 2010. Određivanje graničnog vodostaja plavljenja Kopačkog rita na primjeru poplave u listopadu-studenom 2009. godine. Hrvatske vode 74: 313-320.
- Palmer M. 1981. Relationship between species richness of macrophytes and insects in some water bodies in the Norfolk Breckland. Entomologists Monthly Magazine 117: 35-46.
- Pithart D., Pichlová R., Bílý M., Hrbáček J., Novotná K. i Pechar L. 2007. Spatial and temporal diversity of small shallow waters in river Lužnice floodplain. Hydrobiologia 584: 265-275.
- Polhelmus T. J. i Polhelmus A. D. 2008. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. Hydrobiologia 595: 379-391.
- Prezwoźny M. i Buczyński P. 2008. *Berosus (Berosus) geminus* Reiche et Saulcy, 1856 recorded in Poland, and a key to Polish species of the genus *Berosus* Leach, 1817 (Coleoptera, Hydrophilidae). Polish Journal of Entomology 77: 309-320.
- Protić, Lj, 1989. Istorijat istraživanja faune Heteroptera Hrvatske. Zbor. Saž. Simp. "Entomofauna Hrvatske", Zagreb. 18 str.

Protić LJ. 1990. Investigation of Heteroptera fauna of Yugoslavia. Proceedings of 3rd International meeting on Rhynchota fauna of Balkan and adjacent regions. Scopolia, suppl. 1: 53-63.

Protić LJ. 1991. Investigation of Heteroptera fauna of Yugoslavia. Proceedings of 3rd International meeting on Rhynchota fauna of Balkan and adjacent regions. Scopolia, suppl. 1: 53-63.

Persson Vinnersten T. Z., Lundström O. J., Petersson E. i Landin J., 2009. Predaceous diving-beetle assemblages of flooded wetlands in relation to time, wetland type and Bti-based mosquito control. *Hydrobiologia*, 635(1): 189-203.

R Development Core Team 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0; URL <http://www.R-project.org>

Ribera I, Foster G. N. i Vogler A. P. 1993. Does habitat use explain large scale species richness patterns of aquatic beetles in Europe? *Ecography* 26: 145-152.

Ribera I. i Vogler A. P. 2000. Habitat type as a determinant of species range sizes: the example of lotic-lentic differences in aquatic Coleoptera. *Biological Journal of the Linnaean Society* 71: 33-52.

Ribera I., Foster G. N. i Vogler A. P. 2003. Does habitat use explain large scale species richness patterns of aquatic beetles in Europe? *Ecography* 26: 145-152.

Rundle S. D., Foggo A., Choiseul V. i Bilton, D. T., 2002. Are distribution patterns linked to dispersal mechanism? An investigation using pond invertebrate assemblages. *Freshwater Biology* 47: 1571-1581.

Ribera I. 2006. Fauna Ibérica, el reino animal en la península Ibérica y las islas Baleares.

Rundle S. D., Foggo A., Choiseul V. i Bilton, D. T., 2002. Are distribution patterns linked to dispersal mechanism? An investigation using pond invertebrate assemblages. *Freshwater Biology* 47: 1571-1581.

Sánchez-Fernandez D., Abellán P., Velasco J. i Millán A. 2004. Selecting areas to protect the biodiversity of aquatic ecosystems in a semiarid Mediterranean region. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 465–479.

Sánchez-Fernández D., Abellán P., Mellado A., Velasco J. i Millán A. 2006. Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterranean aquatic ecosystems? The case of the Segura river basin (SE Spain). *Biodiversity and Conservation* 15: 4507-4520.

Schmera D., Erós T. i Greenwood M. T. 2007. Spatial organization of a shredder guild of caddisflies (Trichoptera) in a riffle - Searching for the effect of competition. *Limnologica* 37: 129-136.

Schosser J. K. 1877. Fauna kornjašah Trojedne Kraljevine. Svezak prvi, JAZU, Zagreb, 88-118 str.

Schödl S. 1993. Revision der Gattung *Berosus* Leach 3. Teil: Die paläarktischen und orientalischen Arten der Untergattung *Berosus* s.str. (Coleoptera: Hydrophilidae). *Kol. Rundsch.*, 63: 189-233.

Shannon C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Syst Techn J* 27: 379-423.

Simpson E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 433-471.

Skern M., Zwimüller I. i Scheimer F. 2010. Aquatic Heteroptera as indicators for terrestrialisation of floodplain habitats. *Limnologica* 40 (3): 241-250.

Smith N. D. i Golladay S. W. 2011. Coleoptera indicator species in wet vs. dry climate regimes in three southwestern Georgia wetland types. *Proceedings of the 2011 Georgia Water Resources Conference*. University of Georgia.

Smock L.A. 1994. Movements of invertebrates between stream channels and forested floodplains. *Journal of the North American Benthological Society* 13: 524-531.

Spitzenberger D. 2004. Rote liste der wasserbewohnender Käfer des lands Sachsen-Anhalt. Ber. Landesamt. Umweltsch. Sachsen-Anhalt 39:264-271.

Strpić V. 1995a. Level of research of true bug fauna (Heteroptera, Insecta) of Palagruža islands. Zbornik sažetaka Stručno-znanstvenog skupa "Palagruža". 27-30 str.

Strpić V. 1995b. Biological data base-bugs (Heteroptera, Insecta) in Croatia. Proceedings of abstracts of symposium in honour of Zdravko Lorković, Zagreb. 70-71 str.

Strpić V. 1995c. Research of bug fauna (Heteroptera, Insecta) of Mt. Velebit with special reference to National park Paklenica. Paklenički zbornik 1: 153-159.

Strpić V. 1996. New data for bug fauna (Heteroptera, Insecta) of the island of Mljet, Croatia. Natura Croatica (5) 4: 355-358.

Strpić V. 1997. Four species of semiaquatic bugs (Heteroptera, Gerromorpha) new for Croatian fauna. Natura Croatica (6) 4: 451-455.

Šerić Jelaska L., Temunović M. i Durbešić P. 2008. Popis vodenih kornjaša podreda Adephaga iz zbirke Entomološkog odjela Gradskog muzeja Varaždin. Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Franjo Košćec i njegovo djelo 1882.-1968.“ Vargović, Eduard ; Bregović, Antica (ur.). Zagreb-Varaždin : HAZU-Zavod za znanstveni rad u Varaždinu, 2008., 163-172.

Tarr T., Babe M. i Babitt K. 2005. Macroinvertebrate community structure across a wetland hydroperiod gradient in southern New Hampshire, USA. Wetlands Ecology and Management 13, 321-34.

Thomas Z., Persson V., Lundström O. J., Petersson E. i Landin J. 2009. Diving beetle assemblage of flooded wetlands in relation to time, wetland type and Bti-based mosquito controle. Hydrobiologia 635(1): 189-203.

Temunović M., Šerić Jelaska L. i Durbešić, P. 2007. Diversity of water beetles (Hydradephaga, Coleoptera) in temporary ponds of Lonjsko polje Nature Park, Croatia. *Entomologia Croatica* 11: 13-24.

Tischler W. 1949. *Grundzüge der Terrestrischen Tierökologie*, Braunschweig: Vierweg und Sohn.

Tockner K., Baumgartner C., Schiemer F. i Ward J. V. 2000. Biodiversity of a Danubian floodplain: structural, functional and compositional aspects. In: *Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation*, Vol. 1 (Eds B. Gopal W. J. Junk and J. A. Davis), Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands, 141-159 str.

Tockner K., Pusch M., Borchardt D. i Lorang M. S. 2010. Multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems. *Freshwater Biology* 55: 135-151.

Topić J. i Vukelić J. 2009. Priručnik za određivanje kopnenih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. DZZP, Zagreb.

Tóthmérész, B. 1998. On the characterization of scale dependent diversity, *Abstracta Botanica*, 22: 149-156.

Trávniček D., Firkáček M. i Boukal M. 2005. Hydrophiloidea (vodomilové). U: Farkač J., Král D. & Škorpík M. (eds). *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Prag. 422-424 str.

Turić N. 2007. Vodeni kukci (Heteroptera, Coleoptera) Parka prirode Kopački rit s posebnim osvrtom na rijetke, zaštićene i ugrožene vrste. Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni znanstveni studij Zaštita prirode i okoliša. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Institut Ruđer Bošković Zagreb. Magistarski rad.

Turić N., Merdić E. i Csabai Z. 2008. First record of *Berosus geminus* (Reiche et Saulcy, 1856) and *Enochrus affinis* (Thunberger, 1774) (Coleoptera: Hydrophilidae) for Croatian fauna. *Entomologia Croatica* 12(2): 78-86.

Turić N, Merdić E, Hackenberger. K. B. i Jeličić Ž. 2009. Bogatstvo vrsta i konzervacijska vrijednost vodenih kukaca (Coleoptera i Heteroptera) na prostoru Parka prirode Kopački rit. Zbornik sažetaka 10. Hrvatskog biološkog kongresa.

Turić N., Merdić E., Csábai Z., Hackenberger. K. B., i Jeličić Ž. 2010: Aquatic Coleoptera and Heteroptera assemblages and diversity in relation to habitat type and flood dynamic structure. IXth European Congress of Entomology, Budimpešta.

Turić N., Merdić E., Hackenberger Kutuzović B., Jeličić Ž., Vignjević G. i Csabai Z. 2012. Structure of aquatic assemblages of Coleoptera and Heteroptera in relation to habitat type and flood dynamic structure. *Aquatic Insects* 34 (2012), 1; 189-205

Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M. i Webb D. A. 2001. *Flora Europea*. Volumen 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.

Valladares L. F., Garrido J. i Garcia-Criado F. 2002. The assamblages of aquatic Coleoptera from shallow lakes in the northern Iberian Meseta: Influence of environmental variables. *Euopean Journal of Entomology* 99: 289-298.

Vennote R. L., Minshall, G. W., Cummins K. W., Sedell J. R. i Cushing C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.

Verberk W.C.E. Gert J. P., van Duinen A., Peeters T. M. J. i Esselink H. 2001. Importance of variation in watertypes for water beetle fauna (Coleoptera) in Korenburgerveen, a bog Remnant in the Netherlands. *Rapport Stichting Bargerveen*, Nijmegen.

Verberk W.C.E., van Kleff H.H., Dijkman, M., van Hoek P., Spierenburg P. i Esselink H. 2005. Seasonal changes on two differnt spatial scales: response of aquatic invertebrates to water body and michrohabitat. *Insect Science* 12: 263-280.

Vrazec A., Pirnat S., Kapla A. i Denac D. 2008. Zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev vključno z dopolnitvijo predloga območij za vključitev v omrežje NATURA 2000, *Projektna naloga, Končno poročilo*, Bioloski Institut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana, 101 str.

Walther B.A. i Martin J.L. 2001. Species richness estimation of bird communities: How to control for sampling effort? *Ibis* 143: 413-419.

Waterkeyn A., Grillas P., Vanschoenwinkel B. i Brendonck, L. 2008. Invertebrate community patterns in Mediterranean temporary wetlands along hydroperiod and salinity gradients. *Freshwater Biology* 53: 1808-1822.

Whiles M.R. i Goldowitz B.S. 2001. Hydrologic influences on insect emergence production from central Platte River wetlands. *Ecological Applications* 11: 1829-1842.

Wellborne G. A., Mackay R. J. i Werner E. E. 1996. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 337-363.

Wichard W, Arens, Eisenbeis G. 2002. *Biological Atlas of Aquatic Insects*. Apollo Books Strenstrup, Denmark, 339 str.

Wilcox C. 2001. Habitat size and isolation affect colonization of seasonal wetlands by predatory aquatic insects. *Israel Journal of Zoology* 47: 459-475.

Wilhm J. L. i Dorris T. C. 1968. Biological Parameters for Water Quality Criteria. *Bioscience* 18(6): 477-481.

Williams D.D. 1996. Environmental constraints in temporary fresh waters and their consequences for the insect fauna. *Journal of the North American Benthological Society* 15: 634-650.

Williams D.D. 1997. Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 7: 105-117.

Zaldivar J. M., Cardoso A. C., Viaroli P., Newton A., de Wit R., Ibáñez C. Reizopoulou S. Somma F., Razinkovas A., Basset A., Holmer M. i Murray N. 2008. Eutrophication in transitional waters: an overview. *Transitional Waters Monographs* 1: 1-78.

www.faunaeur.org

9. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz terenskog obrasca koji je korišten tijekom istraživanja vrste *Graphoderus bilineatus* u 2010. godini

Istraživanje vrste *Graphoderus bilineatus* - terenski obrazac

Datum/sat:		Geo Koordinate:
Lokalitet:		X:
Postaja:		Y:

Podaci o vodenom staništu:

1. Kratak opis staništa/postaje (npr. jezero, bara, lokva, ribnjak, graba, kanal, rukavac, mrtvi kraj kanala/rukavca, poplavljena površina/livada, zamočvarena livada/šuma... veličina, dubina - plitko/duboko (cca koliko), obale strme/ plitko položene, eutrofizirano-koliko, tip obalne vegetacije ako ima - trava/zeljasto/grmlje/drveće...):					
2. Privremeno - Trajno		P	T		
3. Stajaće - Tekuće					
4. Gustoća obalne vegetacije (drveće/grmlje/zeljasto):		bez obalne vegetacije	mala	srednja	vrlo gusto obrasle obale
5. Pokrivenost površine vodenom vegetacijom (emergent and floating):		0-25%	25-50%	50-75%	preko 75 %
6. Otvorenost/zasjenjenost okolnom vegetacijom (drveće/grmlje/zeljasto):		potpuno otvoreno	malo (do 25%)	srednje (cca 50%)	potpuno (preko 75 %)
7. Podloga:	pijesak/šljunak	mulj	zemlja	vegetacija - trava/alge...	kamenito
8. Detritus (ima, nema, kakav):					
9. Sumberzna vegetacija (nema/ima - cca koliko)		bez sub.vegetacije	mala	srednja	vrlo gusta sub. vegetacija

Metoda uzorkovanja:

Zamke/broj/mamac :		oznaka:
Kracer/trajanje uzorkovanja ili broj poteza/gdje je uzet uzorka (obala,voda, kroz vegetaciju)		oznaka:
Ugroženost/ljudski utjecaj: nije vidljivo/slabo prisutano/srednje/izrazito/stanište uništeno		
Razlozi ugroženosti:		
Napomene:		

Prilog 2. Rezultati SIMPER analize značajnih vrsta na temelju strukture faune vodenih stjenica i kornjaša poplavnog područja Parka prirode Kopački rit tijekom 2005. i od 2007. do 2011. godine

Factor groups

C
D
B
A

Group C

Average similarity: 30,16

Species Cum. %	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%
Laccophilus poecilus 20,85	27,95	6,29	1,12	20,85
Helochares obscurus 36,98	30,65	4,86	0,89	16,13
Berosus signaticollis 49,07	37,60	3,65	0,68	12,09
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE) 60,18	16,75	3,35	0,76	11,11
Gerris lacustris 69,55	12,25	2,83	0,94	9,37
Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE) 77,97	8,65	2,54	0,96	8,42
Sigara nigrolineata 81,84	27,40	1,17	0,37	3,87
Sigara striata 85,22	9,55	1,02	0,51	3,38
Enochrus quadripunctatus 87,28	4,25	0,62	0,67	2,05
Aquarius paludum 88,87	3,70	0,48	0,56	1,60
Hydrometra stagnorum (HYDROMETRIDAE) 90,45	2,60	0,47	0,50	1,57

Group D

Average similarity: 27,14

Species Cum. %	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%
Helochares obscurus 22,90	10,50	6,21	0,93	22,90
Ranatra linearis (NEPIDAE) 43,23	3,20	5,52	1,49	20,33
Gerris lacustris 62,71	5,90	5,29	1,05	19,48
Laccophilus poecilus 72,01	5,00	2,52	0,72	9,30
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE) 78,38	2,40	1,73	0,60	6,37
Cybister lateralimarginalis 83,81	2,20	1,47	0,38	5,42

Enochrus bicolor 86,17	2,40	0,64	0,26	2,37
Sigara striata 88,29	1,80	0,58	0,44	2,12
Enochrus quadripunctatus 90,36	1,00	0,56	0,27	2,07

Group B

Average similarity: 32,29

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Aquarius paludum	2,60	15,41	1,10	47,72	47,72
Gerris lacustris	1,40	12,30	0,92	38,08	85,80
Ranatra linearis (NEPIDAE)	0,80	3,75	0,59	11,61	97,42

Group A

Average similarity: 33,33

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE) 80,00	12,50	26,67	#####		80,00
Laccophilus poecilus 100,00	1,50	6,67	#####		20,00

Groups C & D

Average dissimilarity = 81,77

Species	Group C Av.Abund	Group D Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD
Berosus signaticollis 13,42 13,42	37,60	0,30	10,98	0,71
Helochares obscurus 12,22 25,64	30,65	10,50	9,99	0,93
Sigara nigrolineata 11,68 37,33	27,40	12,00	9,55	0,58
Laccophilus poecilus 11,29 48,62	27,95	5,00	9,23	1,23
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE) 7,55 56,18	16,75	2,40	6,18	1,02
Gerris lacustris 5,51 61,68	12,25	5,90	4,50	0,87
Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE) 4,73 66,42	8,65	0,00	3,87	1,02
Sigara striata 3,91 70,33	9,55	1,80	3,20	0,81
Enochrus quadripunctatus 1,83 72,16	4,25	1,00	1,49	0,97
Aquarius paludum 1,72 73,87	3,70	0,80	1,40	0,76
Ranatra linearis (NEPIDAE) 1,69 75,56	1,45	3,20	1,38	0,82
Hydrometra stagnorum (HYDROMETRIDAE) 1,54 77,10	2,60	0,60	1,26	0,73
Enochrus bicolor 1,41 78,51	0,70	2,40	1,16	0,65

Enochrus melanocephalus	2,05	1,50	1,10	0,78
1,34 79,85				
Cybister lateralimarginalis	0,40	2,20	1,08	0,62
1,32 81,18				
Anacaenae limbata (HYDROPHILIDAE)	3,70	0,00	1,06	0,32
1,29 82,47				
Enochrus testaceus	1,70	1,90	0,97	0,73
1,19 83,66				
Gerris odontogaster	2,15	0,70	0,93	0,67
1,14 84,80				
Plea minutissima (PLEIDAE)	2,70	0,10	0,82	0,90
1,01 85,81				
Rhantus latitans	2,55	0,80	0,74	0,83
0,91 86,71				
Berosus geminus	1,85	0,10	0,69	0,65
0,85 87,56				
Sigara dorsalis	1,05	0,00	0,61	0,23
0,74 88,30				
Pelodytes caesus	0,90	0,30	0,55	0,63
0,67 88,97				
Mesovelgia furcata (MESOVELIDAE)	1,50	0,00	0,53	0,41
0,65 89,62				
Nepa cinerea	0,65	0,10	0,50	0,28
0,61 90,23				

Groups C & B

Average dissimilarity = 94,76

Species	Group C Av.Abund	Group B Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD
Contrib% Cum.%				
Berosus signaticollis	37,60	0,00	13,51	0,78
14,26 14,26				
Laccophilus poecilus	27,95	0,00	12,67	1,42
13,37 27,63				
Helochares obscurus	30,65	0,20	11,77	0,96
12,42 40,05				
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE)	16,75	1,20	7,94	0,99
8,38 48,42				
Sigara nigrolineata	27,40	0,00	7,93	0,49
8,37 56,79				
Gerris lacustris	12,25	1,40	6,07	0,88
6,41 63,20				
Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE)	8,65	0,00	5,06	0,97
5,34 68,54				
Sigara striata	9,55	0,00	3,65	0,76
3,85 72,39				
Aquarius paludum	3,70	2,60	2,29	0,83
2,42 74,81				
Hydrometra stagnorum (HYDROMETRIDAE)	2,60	0,00	1,80	0,61
1,90 76,71				
Enochrus quadripunctatus	4,25	0,00	1,69	0,95
1,78 78,49				
Anacaenae limbata (HYDROPHILIDAE)	3,70	0,00	1,22	0,32
1,29 79,78				
Plea minutissima (PLEIDAE)	2,70	0,00	1,04	0,99
1,09 80,87				
Gerris odontogaster	2,15	0,00	0,99	0,57
1,05 81,92				

Ranatra linearis (NEPIDAE)	1,45	0,80	0,98	0,77
1,04 82,96				
Enochrus melanocephalus	2,05	0,00	0,94	0,66
0,99 83,95				
Berosus geminus	1,85	0,00	0,93	0,67
0,98 84,93				
Sigara dorsalis	1,05	0,00	0,79	0,23
0,83 85,76				
Pelodytes caesus	0,90	0,00	0,71	0,56
0,75 86,51				
Nepa cinerea	0,65	0,00	0,68	0,27
0,72 87,23				
Rhantus latitans	2,55	0,00	0,68	0,74
0,72 87,95				
Limnoxenus niger	1,40	0,00	0,68	0,69
0,72 88,67				
Mesovelgia furcata (MESOVELIDAE)	1,50	0,00	0,63	0,40
0,67 89,33				
Enochrus testaceus	1,70	0,00	0,53	0,67
0,56 89,89				
Microvelia reticulata (VELIIDAE)	0,95	0,00	0,51	0,43
0,54 90,43				

Groups D & B

Average dissimilarity = 84,39

Species	Group D Av.Abund	Group B Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD
Contrib% Cum.%				
Helochaeres obscurus	10,50	0,20	15,01	0,98
17,79 17,79				
Sigara nigrolineata	12,00	0,00	8,44	0,39
10,01 27,80				
Gerris lacustris	5,90	1,40	8,07	1,39
9,56 37,36				
Laccophilus poecilus	5,00	0,00	7,12	1,01
8,44 45,80				
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE)	2,40	1,20	7,11	0,76
8,42 54,22				
Ranatra linearis (NEPIDAE)	3,20	0,80	5,84	0,98
6,92 61,14				
Aquarius paludum	0,80	2,60	5,34	0,88
6,33 67,46				
Cybister lateralimarginalis	2,20	0,60	4,99	0,77
5,91 73,38				
Enochrus bicolor	2,40	0,00	3,05	0,61
3,62 77,00				
Enochrus quadripunctatus	1,00	0,00	2,51	0,54
2,98 79,97				
Sigara striata	1,80	0,00	2,41	0,75
2,85 82,82				
Enochrus melanocephalus	1,50	0,00	2,09	0,68
2,48 85,30				
Enochrus testaceus	1,90	0,00	1,98	0,63
2,34 87,64				
Hydrophilus piceus	0,60	0,00	1,45	0,47
1,71 89,36				
Hydrometra stagnorum (HYDROMETRIDAE)	0,60	0,00	1,00	0,49
1,19 90,55				

Groups C & A

Average dissimilarity = 90,75

Species	Group C Av.Abund	Group A Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD
Contrib% Cum.%				
Berosus signaticollis 14,25 14,25	37,60	0,00	12,94	0,76
Helochares obscurus 12,41 26,66	30,65	1,00	11,26	0,95
Laccophilus poecilus 12,36 39,02	27,95	1,50	11,22	1,28
Sigara nigrolineata 8,50 47,52	27,40	0,00	7,72	0,49
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE) 8,41 55,93	16,75	0,00	7,63	0,97
Gerris lacustris 7,32 63,25	12,25	0,00	6,64	0,97
Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE) 6,96 70,21	8,65	12,50	6,32	0,72
Sigara striata 3,88 74,09	9,55	0,00	3,52	0,75
Aquarius paludum 1,87 75,97	3,70	0,00	1,70	0,69
Hydrometra stagnorum (HYDROMETRIDAE) 1,79 77,76	2,60	0,00	1,63	0,64
Enochrus quadripunctatus 1,79 79,55	4,25	0,00	1,63	0,94
Anacaenae limbata (HYDROPHILIDAE) 1,31 80,86	3,70	0,00	1,19	0,32
Plea minutissima (PLEIDAE) 1,09 81,95	2,70	0,00	0,99	0,97
Gerris odontogaster 1,05 83,00	2,15	0,00	0,95	0,56
Enochrus melanocephalus 0,99 83,99	2,05	0,00	0,90	0,65
Berosus geminus 0,95 84,94	1,85	0,00	0,86	0,67
Ranatra linearis (NEPIDAE) 0,83 85,77	1,45	0,00	0,75	0,64
Sigara dorsalis 0,82 86,59	1,05	0,00	0,75	0,23
Rhantus latitans 0,73 87,33	2,55	0,00	0,66	0,73
Pelodytes caesus 0,70 88,03	0,90	0,00	0,64	0,57
Nepa cinerea 0,69 88,72	0,65	0,00	0,63	0,27
Limnoxenus niger 0,68 89,41	1,40	0,00	0,62	0,73
Mesovelgia furcata (MESOVELIDAE) 0,67 90,08	1,50	0,00	0,61	0,40

Groups D & A

Average dissimilarity = 92,55

Species	Group D Av.Abund	Group A Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD
Contrib% Cum.%				

Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE)	0,00	12,50	22,45	1,24
24,25 24,25				
Helochares obscurus	10,50	1,00	12,27	0,86
13,26 37,52				
Gerris lacustris	5,90	0,00	8,72	1,42
9,43 46,94				
Sigara nigrolineata	12,00	0,00	7,93	0,38
8,57 55,51				
Ranatra linearis (NEPIDAE)	3,20	0,00	6,44	1,26
6,95 62,46				
Laccophilus poecilus	5,00	1,50	5,76	1,00
6,23 68,69				
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE)	2,40	0,00	5,12	0,63
5,53 74,22				
Cybister lateralimarginalis	2,20	0,00	4,02	0,68
4,34 78,56				
Enochrus bicolor	2,40	0,00	2,78	0,60
3,01 81,57				
Sigara striata	1,80	0,00	2,09	0,74
2,26 83,83				
Enochrus quadripunctatus	1,00	0,00	2,06	0,54
2,22 86,05				
Enochrus melanocephalus	1,50	0,00	1,85	0,65
2,00 88,05				
Enochrus testaceus	1,90	0,00	1,84	0,62
1,98 90,03				

Groups B & A

Average dissimilarity = 98,33

Species	Group B Av.Abund	Group A Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD
Contrib% Cum.%				
Spercheus emarginatus (SPERCHEIDAE)	0,00	12,50	50,29	2,17
51,15 51,15				
Aquarius paludum	2,60	0,00	12,20	1,17
12,40 63,55				
Gerris lacustris	1,40	0,00	7,98	1,07
8,12 71,66				
Laccophilus poecilus	0,00	1,50	7,13	3,92
7,25 78,91				
Helochares obscurus	0,20	1,00	7,08	0,91
7,20 86,11				
Ilyocoris cimicoides (NAUCORIDAE)	1,20	0,00	4,48	0,45
4,55 90,67				

Prilog 3. Analiza koegzistencije vrste *Graphoderus bilineatus* s ostalim vrstama vodenih kornjaša na područjima Parka prirode Kopački rit i Parka prirode Lonjsko polje tijekom 2010. godine

parovi vrsta	vrijednost Cij	P (-)	gornji 2.5%	donji 2.5%	P (+)	tip povezanosti
<i>Graphoderus bilineatus-Acilius sulcatus</i>	0,01297361	0	0,0371517	0,051747	1	negativno
<i>Graphoderus bilineatus-Berosus signaticollis</i>	0,055068226	0,997	0,03719948	0,051332	0,003	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Colymbetes fuscus</i>	0,044096728	0,555	0,03745851	0,0504979	0,451	neutralno
<i>Graphoderus bilineatus-Cybister lateralimarginalis</i>	0,031400156	0	0,03721086	0,0530786	1	negativno
<i>Graphoderus bilineatus-Graphoderus cinereus</i>	0,170901391	1	0,03508772	0,0514217	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Haliplus fluviatilis</i>	0,015426497	0	0,03478524	0,0514217	1	negativno
<i>Graphoderus bilineatus-Helochares obscurus</i>	0,0456366	0,517	0,0329441	0,0595701	0,483	neutralno
<i>Graphoderus bilineatus-Hydaticus transversalis</i>	0,13518797	1	0,03177945	0,063208	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Hydrochara caraboides</i>	0,013415893	0	0,0369453	0,051806	1	negativno
<i>Graphoderus bilineatus-Hydroglyphus geminus</i>	0,107962213	1	0,02982021	0,0653433	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Hydroporus palustris</i>	0,116624896	1	0,03600668	0,0551378	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Hygrotus impressopunctatus</i>	0,075620085	1	0,03448276	0,0502117	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Hygrotus versicolor</i>	0,034367636	0,031	0,03410579	0,0588505	0,969	neutralno
<i>Graphoderus bilineatus-Laccophilus minutus</i>	0,032178436	0,004	0,0362338	0,0549237	0,996	negativno
<i>Graphoderus bilineatus-Laccophilus poecilus</i>	0,058048347	0,91	0,02886248	0,0665373	0,09	neutralno
<i>Graphoderus bilineatus-Noterus clavicornis</i>	0,124548011	1	0,03763225	0,053569	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Noterus crassicornis</i>	0,116696235	1	0,03627045	0,0504632	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Pelodytes caesus</i>	0,066666667	1	0,03634085	0,0513784	0	pozitivno
<i>Graphoderus bilineatus-Rhantus latitans</i>	0,039992454	0,113	0,0371628	0,0514997	0,889	neutralno

10. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 15. srpnja 1980. godine u Osijeku. Osnovnoškolsko obrazovanje završila sam u Čepinu, a srednjoškolsko u Osijeku. Diplomirala sam 2005. godine na Filozofskom fakultetu, Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, smjer Biologija-kemija, na temu diplomskog rada "Vodeni kukci u Parku prirode Kopački rit" pod vodstvom doc. dr. sc. Enriha Merdića.

Magistarski rad na Poslijediplomskom sveučilišnom interdisciplinarnom znanstvenom studiju Zaštita prirode i okoliša Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku i Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu obranila sam 2007. godine na temu "Vodeni kukci (Heteroptera, Coleoptera) Parka prirode Kopački rit s posebnim osvrtom na rijetke, zaštićene i ugrožene vrste".

Od 01. travnja 2005. godine zaposlena sam na Odjelu za biologiju Sveučilišta J. J. Strossmayera kao stručni suradnik na projektu "Monitoring i istraživanje komaraca na području grada Osijeka". Od svibnja 2006. zaposlena sam na Odjelu za biologiju u zvanju asistenta. Nastavna djelatnost uključuje kolegije: Praktikum iz Opće zoologije, Konzervacijska biologija, Entomologija, Zaštićene životinjske vrste i Terenska nastava I.

Kao član Službe za monitoring i istraživanje komaraca, odnosno Službe za nadzor i istraživanje komaraca, čiji je voditelj izv. prof. dr. sc. Enrih Merdić, sudjelovala sam u znanstveno istraživačkom radu na projektima. Glavni sam istraživač na projektu Istraživanje zaštićene vrste vodenog kornjaša (*Graphoderus bilineatus*) u kontinentalnoj Hrvatskoj za potrebe izrade prijedloga potencijalnih NATURA 2000 područja, koje se provodi u okviru suradnje Odjela za biologiju, Udruge za biološka istraživanja-BIOM i Državnog zavoda za zaštitu prirode. Suradnik sam na projektu izv. prof. dr. sc. E. Merdića pod nazivom "Entomofauna Kopačkog rita". Stručno sam se usavršavala na Međunarodnoj poslijediplomskoj školi konzervacijske biologije tijekom 2010. koja je bodovana sa 7 ECTS.

Autor i koautor sam pet znanstvenih radova objavljenih u CC časopisima. Autor sam dva i koautor četiri znanstvena rada u drugim časopisima te koautor dva stručna rada. Sudjelovala sam na devet znanstvenih skupova u inozemstvu i Hrvatskoj.

Članica sam Hrvatskog biološkog društva, Hrvatskog entomološkog društva i Udruge za biološka istraživanja-BIOM.

Popis publikacija:

Izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima:

Sudarić Bogojević M, Merdić E, **Turić N**, Jeličić Ž, Zahirović Ž, Vručina I. & Merdić S. 2009. Seasonal dynamics of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Osijek (Croatia) for the period 1995-2004. *Biologia*. 64(4): 760-767.

Merdić E, Jeličić Ž, Krčmar S, Hackenberger Kutuzović B, **Turić N**, Sudarić Bogojević M. & Zahirović Ž. 2010. Efficacy of mosquito attractants in various habitats of a floodplain. *Biologia*. 65(3): 545-551.

Turić N, Merdić E, Hackenberger Kutuzović B, Jeličić Ž, Vignjević G, Csabai Z. 2012. Structure of aquatic assemblages of Coleoptera and Heteroptera in relation to habitat type and flood dynamic structure. *Aquatic Insects* 34 (1): 189-205.

Vignjević G, Vručina I, Šestak I, **Turić N**, Sudarić Bogojević M, Merdić E. 2013. Equine Seroprevalence Rates as an Additional Indicator for a More Accurate Risk Assessment of the West Nile Virus Transmission. *Collegium antropologicum*. (u tisku)

Merdić E, Vignjević G, **Turić N**, Sudarić Bogojević M, Milas J, Vručina I, Zahirović Ž 2013. Mosquito survey during West Nile virus outbreak 2012 in Northeast Croatia. *Collegium antropologicum*. (u tisku)

Znanstveni radovi u drugim časopisima:

Merdić E, **Keža N**, i Csabai Z. 2005. Aquatic insects in Kopački rit Nature park (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha and Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea). *Natura Croatica* 14 (4): 263-272.

Turić N, Merdić E. & Csabai Z. 2008. First record of *Berosus geminus* (Reiche et Saulcy, 1856) and *Enochrus affinis* (Thunberg, 1794) (Coleoptera: Hydrophilidae) for Croatian fauna. *Entomologia Croatica*. 12 (2): 79-86.

Sudarić Bogojević M, Merdić E, Vručina I, Merdić S, Zahirović Ž, **Turić N**. & Jeličić Ž. 2008. Results of ten years mosquito (Diptera: Culicidae) monitoring in Osijek, Croatia. *Entomologia Croatica*. 12 (2):67-78.

Merdić E, Sudarić Bogojević M, Boca I. & **Turić N.** 2010. Determined and estimated mosquito (Diptera, Culicidae) fauna in the city of Osijek, Croatia, using dry-ice baited CDC traps. *Periodicum Bilogorum*. 112 (2):201-205.

Vignjević G, Zahirović Ž, **Turić N.** i Merdić E. 2010. Moths (Lepidoptera: Heterocera) of Kopački rit Nature Park-results of preliminary research. *Entomologia Croatica* 14 (3-4):17-32.
Turić N, Merdić E, Hackenberger Kutuzović B, Jeličić Ž, Bogdanović T. 2011. Diversity of aquatic insects (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha and Coleoptera: Hydradeephaga, Hydrophilidae) in the karst area of Gorski kotar, Croatia. *Natura Croatica : periodicum Musei historiae naturalis Croatici* 20 (1): 179-188

Stručni radovi:

Vručina I, **Turić N** i Merdić E. 2011. Ličinke i kukuljice komaraca najrasprostranjenijih vrsta u Hrvatskoj-biologija i ekologija. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP. Pula.

Merdić E, **Turić N**, Vignjević G, Žitko T, Benić N, Klobučar A, Krajcar D, Šarunić-Gulan J, Mumelaš N, Landeka N i Šuperak A. 2012. Istraživanje vrste *Aedes albopictus* u jadranskim županijama tijekom 2011. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP. Split.

Sažeci u zbornicima skupova:

Turić N, Merdić E, Hackenberger. K. B. & Jeličić Ž. 2009. Bogatstvo vrsta i konzervacijska vrijednost vodenih kukaca (Coleoptera i Heteroptera) na prostoru Parka prirode Kopački rit. Zbornik sažetaka 10. Hrvatskog biološkog kongresa.

Turić N, Merdić E, Csábai Z., Hackenberger K. B & Jeličić Ž. 2010. Diversity of aquatic insects (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha and Coleoptera: Hydradeephaga, Hydrophilidae) in kras area of Gorski Kotar (Croatia). IXth European Congres of Entomology, Budapest. Book of Abstracts.

Turić N, Merdić E, Csábai Z., Hackenberger K. B & Jeličić Ž. 2010. Aquatic Coleoptera and Heteroptera assemblages and diversity in relation to habitat type and flood dynamic structure. IXth European Congres of Entomology, Budapest. Book of Abstracts.

Turić N, Lalić Ž, Jeličić Ž, Vignjević G, Temunović M, Merdić E & Csábai Z. 2011. The predation potential of *Laccophilus poecilus* (Coleoptera: Adephaga) on mosquito larvae *Culex pipiens*. Symposium international entomofaunisticum Europae centralis-SIEEC22, Varaždin. Book of Abstracts.

Temunović M, **Turić N**, Lugić E, Vignjević G, Merdić E, Csabai Z. 2011. Distribution of *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) in Croatia – first results. Symposium Internationale Entomofaunisticum Europae Centralis XXII- SIEEC 22 Varaždin, Book of Abstracts.

Sudarić Bogojević M, Gvozdić V, Jeličić Marinković Ž, **Turić N**, Vručina I, Zahirović Ž, Vignjević G. & Merdić E. 2011. Implementation of PCA method in programme of mosquito control. 6th European Mosquito Control Association Workshop, Budapest. Book of Abstracts.

Vignjević G, Jeličić Marinković Ž, Hackenberger K. B, **Turić N**, Vručina I, Marinković D. & Merdić E. 2011. Area of maximum efficiencies of different attractant (1-octen-3-ol, ammonium, acetone, L-lactic acid and dry ice) in forest habitat. 6th European Mosquito Control Association Workshop, Budapest. Book of Abstracts.

Turić N, Vignjević G, Temunović M, Vručina I, Merdić E. 2012. Usporedba metoda uzorkovanja, brojnosti i populacijske dinamike vrste *Graphoderus bilineatus* De Geer, 1774 (Coleoptera, Dytiscidae) u Parku prirode Kopački rit tijekom 2010. i 2011. godine. Zbornik sažetaka 11. Hrvatskog biološkog kongresa, Šibenik.

Temunović M, **Turić N**, Merdić E i Csabai Z. 2012. Distribution, habitat and conservation status of the endangered water beetle *Graphoderus bilineatus* in Croatia. 3rd European Congress of Conservation Biology. Glasgow. Book of Abstracts.