Sastav zajednica vodenih kornjaša (Insecta, Coleoptera) Odranskog polja

Andrić, Matija

Master's thesis / Diplomski rad

2013

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:195667

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

Matija Andrić

Sastav zajednica vodenih kornjaša (Insecta, Coleoptera) Odranskog polja

Diplomski rad

Zagreb, 2013. godina

Ovaj rad izrađen na Zoologijskom zavodu pod vodstvom Prof. dr. sc. Sanje Gottstein,predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

Hvala mentorici profesorici Sanji Gottstein na savjetima i pomoći tokom izrade ovog rada. Draga profesorice, puno Vam hvala što ste ukazali veliko strepljenje i vedri duh zbog čega mi je uistinu bilo zadovoljstvo biti Vaš diplomant.

Najveće hvala za izradu ovog rada dugujem kolegici i prijateljici Martini Temunović, bez čijih savijeta, pomoći i dobre volje ovaj rad ne bi bio moguć. Hvala ti na otvorenosti, duhovitosti i ponajviše na bukvicama, koje su bile uistinu jedinstvene.

Veliko hvala udruzi za biološka istraživanja - BIOM na uvijek otvorenim vratima, i mogućnosti da sudjelujem u njihovom radu.

Hvala svim sakupljačima vodenih beskralježnjaka: Martini Temunović, Krešimiru Mikuliću, Petri Kutleši, Sandru Bogdanoviću, Anđeli Čukušić, Dajani Hmuri i Edinu Lugiću.

Hvala kolegama sa fakulteta na potpori, konstruktivnoj kritici, motivaciji i odličnim vremenima provedenim u njihovom društvu. Hvala vam ljudi!

Ogromno hvala mojim Creskim Zagrebčanima i Zagrebačkim Cresanima. Kad Vas trebam ste uz mene, uvijek spremni pomoći i uskoćiti i to ću vječno pamtiti.

Hvala mojim roditeljima. Pokazali ste mi da se na Vas uvijek mogu osloniti i pouzdati. Hvala Vam na svemu. Volim Vas!

Hvala mojoj Seki, koja je uvijek uz mene.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

Sastav zajednica vodenih kornjaša (Insecta, Coleoptera) Odranskog polja

Matija Andrić

Roosveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Poplavne riječne doline su među biološki najproduktivnijim i najraznolikijim, iako ugroženim, ekosustavima Hrvatske. U ovom radu istražena je zajednica vodenih kornjaša Odranskog polja od travnja do rujna 2011. god. na 9 postaja, 4 povremena i 5 stalnih vodenih staništa. Na odabranim postajama praćena je zasjenjenost, gustoća i sastav vodene vegetacije, trajnost i tip staništa, tip podloge te osnovni fizikalno-kemijski parametri vode (temperatura, pH, koncentracija otopljenog kisika i električna provodljivost). Sastavi zajednica praćen je kroz ukupni broj jedinki, bogatstvo vrsta, raznolikost i jednolikost, korištenjem Shannonovog i Simpsonovog indeksa raznolikosti i Pielouv indeks jednolikosti. Ukupno su sakupljene 2982 jedinke vodenih kornjaša koje su svrstane u 8 porodica i 76 svojti. Porodica Dytiscidae je dominantna s obzirom na raznolikost vrsta (35 sp.) i relativnu brojnost. Raznolikost vodenih kornjaša je bila najviša na postaji Jezera, koja predstavljaju stalnu lokvu nastanjenu s 43 vrste. Bray–Curtis klaster analiza grupirala je osam istraživanih postaja u četiri grupe s obzirom na tipove staništa i stalnost vode. Uspješno je potvrđena zadana hipoteza, da je raznolikost i brojnost vodenih kornjaša veća na vodenih staništima koja imaju veću raznolikost vrsta makrofitske vodene vegetacije. Poplavna dolina Odransko polje je područje najbogatije vodenim kornjašima u regiji s najugroženijim vrstama Europe, što može potvrditi njezinu važnost u zaštiti biološke raznolikosti.

(73 stranice, 38 slika, 15 tablica, 49 literaturnih navoda, jezik izvornika hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici, Marulićev trg 20/II, Zagreb.

Ključne riječi: vodeni kornjaši / Odra / vodena staništa / bogatstvo vrsta / raznolikost

Voditelj: Prof. dr. sc. Sanja Gottstein

Ocjenitelji: Dr. sc. Sanja Gottstein, red. prof.

Dr. sc. Zora Popović, red. prof

Dr. sc. Zdravko Dolenec, red. prof

Rad prihvaćen: 8. 2. 2013.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Universitiy of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

Water beetle assemblages (Insecta, Coleoptera) of Odransko polje

Matija Andrić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Riverine floodplains are among the most biologically productive and diverse, yet threatened, ecosystems in Croatia. In this paper we investigated the water beetle community of the riverine floodplain Odransko polje from April to September 2011 on 9 study sites, 4 temporary and 5 permanent aquatic habitats. On the chosen stations the density and composition of the aquatic vegetation, the durability and type of habitat, the type of bed and the basic physical and chemical parameters of the water (temperature, pH, dissolved oxygen concentration and electrical conductivity) were mesured. The composition of the assemblages was observed by following the overall species richness, abundance, diversity and evenness using Shannon and Simpson diversity indices and Pielou's evenness index. Various methods were applied in the data analysis. A total of 2982 collected specimens of water beetles were divided into 8 families and 76 taxa. Dytiscidae was the dominant family with respect to species diversity (35 species) and abundance. The highest species richness was recorded for the study site Jezera, pond with permanent water body inhabits with 43 species. Bray–Curtis cluster analysis clustered the eight study sites into four cluster groups based upon the habitat types and water permanence. The hypothesis that species richness and abundance is higher in stations where the species richness of aquatic vegetation is greater was successfully proven. The floodplain Odransko polje is one of the richest sites of the region for water beetles with species classified as the most threatened for Europe, thus confirming its importance in the conservation of biodiversity.

(73 pages, 38 figures, 15 tables, 49 references, original in Croatian)

Thesis deposited in Central biological library, Marulićev trg 20/II, Zagreb.

Key words: water beetles / river Odra / aquatic habitats/species richness / diversity

Supervisor: Sanja Gottstein, Ph. D., Prof.

Reviewers: Sanja Gottstein, Ph. D., Prof.

Zora Popović, Ph. D., Prof.

Zdravko Dolenec, Ph. D., Prof.

Thesis accepted: 8. 2. 2013.

Sadržaj:

1.UVOD 8
1.1. Sistematika vodenih kornjaša 8
1.2. Značajke vodenih kornjaša 10
1.2.1. Vanjska građa 10
1.2.2. Unutrašnja građa 13
1.2.3. Disanje 14
1.2.4. Prehrana 15
1.2.5. Životni ciklus 16
1.3. Ekologija i stanište 16
1.4. Ciljevi istraživanja 18
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 19
2.1. Odransko polje 19
2.2. Staništa Odranskog polja 20
2.3. Opis istraživanih postaja 21
2.3.1. Jezera 23
2.3.2. Kanal Sava - Odra 24
2.3.3. Greda 25
2.3.4. Ruča 26
2.3.5. Suša 27
2.3.6. Tišina 28
2.3.7. Mahovo 29
2.3.8. Stara Odra, rukavac 30
3. MATERIJALI I METODE 31
3.1. Metode uzorkovanja i determinacija vodenih kornjaša 31
3.2. Određivanje obilježja postaja 33
3.2.1. Određivanje fizikalno kemijskih obilježja vode 33
3.2.2. Karakterizacija postaja 33
3.4. Statistička obrada podataka 33
4. REZULTATI 35
4.1. Fizikalno - kemijski parametri 35
4.1.1. Koncentracija otopljenog kisika 35
4.1.2. pH vodenog staništa 36

4.1.3. Električna provodljivost 37
4.1.5. Temperatura vode 38
4.2. Brojnost i sastav zajednica vodenih kornjaša 39
4.2.1. Porodice vodenih kornjaša 39
4.3. Sistematski pregled svojti vodenih kornjaša 47
4.4. Bogatstvo i raznolikost vodenih kornjaša 51
4.5. Analiza sličnosti zajednica vodenih kornjaša 56
5. RASPRAVA 64
6. ZAKLJUČCI 68
7. LITERATURA 69
8. PRILOZI 74

1.UVOD

1.1. Sistematika vodenih kornjaša

Kornjaši pripadaju velikom koljenu člankonožaca i razredu kukaca unutar kojeg se ističu po najvećem broju vrsta. Red kornjaši (Coleoptera) uključuje prema procjenama preko 350 000 opisanih vrsta (Evans i Bellamy 2000) i time čine vrstama najbrojniju skupinu živih bića na svijetu. S velikim brojem vrsta dolazi i velika raznolikost u prilagodbama na život u različitim uvjetima okoliša i kornjaše nalazimo gotovo u svim tipovima staništa na Zemlji gdje je život moguć. Iako najveći broj vrsta kornjaša dolazi u kopnenim ekosustavima, manji dio vrsta uspješno se prilagodio vodenim staništima i nazivamo ih vodenim kornjašima (Nilsson 1996). Procijenjeno je da u svijetu ima oko 18 000 vrsta vodenih kornjaša, dok je za Europu procijenjeno oko 1 000 vrsta (Jach i Blake 2008).

Vodeni kornjaši su uz stjenice jedini kukci prilagođeni u potpunosti na život u vodi, tj. i ličinke i odrasli (imago) žive u vodenom staništu. U širem smislu vodenim kornjašima smatramo sve kornjaše koji su barem jednim djelom svog životnog ciklusa vezani uz vodu (kao ličinka, kao imago ili oboje). Prema Jäch i Balke (2008) „pravim“ vodenim kornjašima smatramo one koji provode većinu vremena u vodi kao imago, dok vrste koje provode većinu vremena u vodi samo u ličinačkom stadiju smatramo „lažnim“ vodenim kornjašima. Od četiri podreda kornjaša, samo podredovi Adephaga i Polyphaga imaju vodene predstavnike u Europi. Od ukupno šest vodenih porodica Adephaga, zajedno poznatih kao skupina Hydradephaga, samo se četiri pojavljuju u slatkim vodama Europe. Vodeni predstavnici su dominantni u 10 do 15 porodica Polyphaga, ovisno o preuzetoj sistematici reda Coleoptera (Nilsson 1996) (Tablica 1).

Iz priložene sistematike vidljivo je da su vodeni kornjaši skupina kukaca koja je grupirana ekološki, neovisno o njihovoj filogenetskoj srodnosti (Nilsson 1996). Prema tome vodeni kornjaši ne mogu se odvojiti od kopnenih vrsta prema filogeniji, niti prema jedinstvenoj morfološkoj strukturi, već su vodene vrste poprimile određene značajke karakteristične za život u vodi kao što su preobrazba stražnjih nogu za plivanje ili prisutnost kratkih i gustih dlačica na trbušnoj strani tijela (Matoničkin 1981).

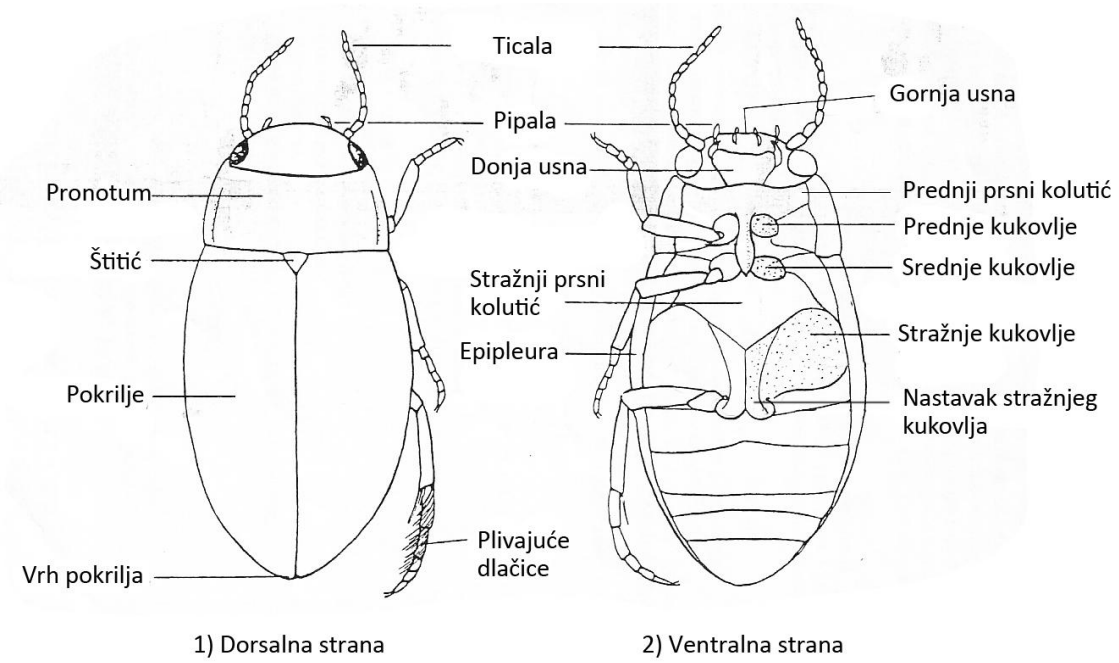
Tablica 1. Klasifikacija vodenih kornjaša Europe s napomenom na fazu razvoja provedenoj u vodi. X označava faze provedene u vodi dok zagrada označava da je većina pripadnika te porodice kopnena. (Preuzeto i prilagođeno iz Nilsson 1996)

	Faza razvoja u vodi	**Ličinka**	**Kukuljica**	**Odrasli (imago)**
Podred	ADEPHAGA			
Porodica	Gyrinidae	x		x
	Haliplidae	x		x
	Noteridae	x	x	x
	Dytiscidae	x		x
Podred	POLYPHAGA			
Porodica	Hydrophilidea			
	Helophoridae			x
	Hydrochilidae	x		x
	Spercheidae	x		x
	Hydrophilidae	x		x
	Staphylinoidea	x		
	Hydraenidae			x
	Scirtoidea			
	Scirtidae	x		
	Dryopoidea			
	Psephenidae	x		x
	Dryopidae	x		x
	Elmidae		x	x
	Chrysomeloidea			
	Chrysomelidae	x	x	(x)
	Curculionoidea			
	Curculionidae	x	x	x

1.2. Značajke vodenih kornjaša

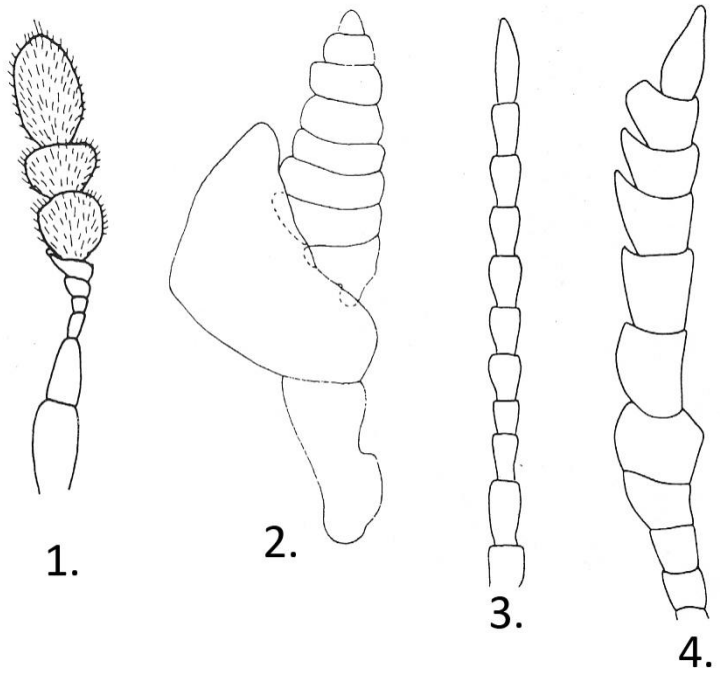
1.2.1. Vanjska građa

Tijelo odraslog kornjaša može se lako prepoznati po karakterističnom izgledu prednjih krila koja su jako hitinizirana i tvore čvrsto pokrilje (elitre) koje pokriva opnasta stražnja krila i zadak (Slika 1). Tijelo je sastavljeno od 20 kolutića koji su smješteni između prvog tjelesnog kolutića (akrona) i zadnjeg tjelesnog kolutića (telzona). Prilikom razvijanja zametka svi su kolutići jednakomjerni, ali su poslije raspoređeni u cjeline (tagme): 6 se kolutića priključuje akronu tvoreći glavu, 3 kolutića tvore prsa, a 11 zajedno s telzonom čine zadak (Slika 1). (Matoničkin 1981)



Slika 1. Vanjska građa vodenih kornjaša (porodica Dytiscidae) (Preuzeto i prilagođeno iz Friday 1988).

Glava kornjaša je cjelovita hitinska čahura različitih oblika i veličina (Matoničkin 1981). Na glavi se nalaze složene oči koje su kod porodice Gyrinidae podijeljene na gornji i donji par. Ticala su obično sastavljena od 11 manjih članaka. Kod nekih porodica krajnji segmenti ticala formiraju batić (Slika 2). Usni organi preoblikovani su za grizenje.



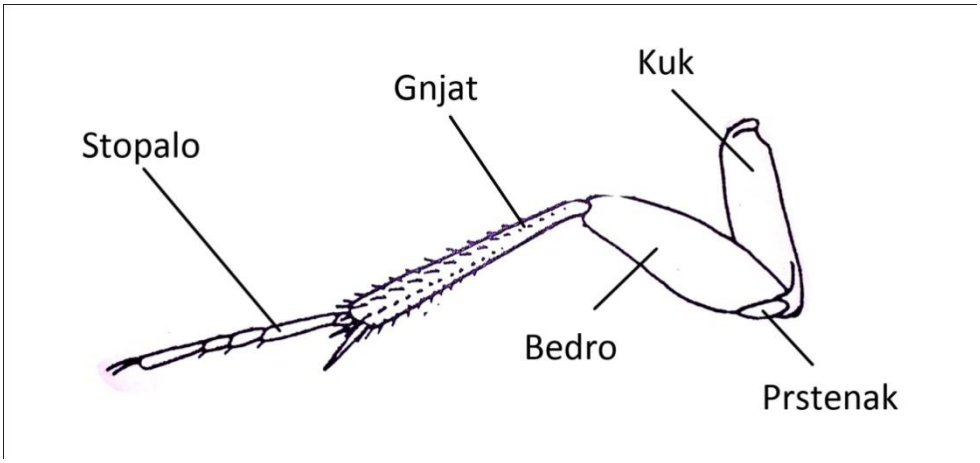
Slika 2. Struktura ticala kod različitih porodica vodenih kornjaša: 1.Hydrophilidae, 2. Dryopidae, 3. Dytiscidae, 4. Noteridae (Preuzeto i prilagođeno iz Nilsson 1996).

Prsa su sastavljena od tri prsna kolutića (prednjeg, srednjeg i stražnjeg). Prednji prsni kolutić je velik i može se pokretati neovisno o drugim dijelovima tijela, a za njega se straga drži trouglasti štitić (Nilsson 1996). Srednji i stražnji prsni kolutić nose po par krila. Prednji par krila je hitiniziran i bez krilnih rebara te formira pokrilje (elitre). Stražnja, letna krila, ako postoje, presložena su ispod pokrilja (Slika 3).



Slika 3. Pokrilje i letna krila kornjaša u letu (preuzeto i prilagođeno sa http://www.ento.csiro.au/education/insects/coleoptera.html).

Na svaki od triju prsnih kolutića vezan je par člankovitih nogu. Sastavljene su od 6 članaka, a to su: kuk (coxa), prstenak (trochanter), bedro (femur), gnjat (tibia) i stopalo (tarsus) (Slika 4.). Kod nekih vodenih kornjaša stražnje noge su preobražene za plivanje; spljoštene su i krute poput vesla i na rubovima često proširene duljim dlakama (Matoničkin 1981).



Slika 4. Građa noge vodenog kornjaša (Preuzeto i prilagođeno iz Nilsson 1996).

Stražnje kukovlje povećano je i spojeno sa stražnjim prsnim kolutićem kod Hydradephaga (Slika 1). Stopalo sa parnim pandžicama obično je sastavljeno od 5 članaka od kojih je jedan članak reduciran na prednjim ili, kod nekih vrsta, svim nogama. Članci prednjeg i stražnjeg stopala obično su prošireni kod mužjaka skupine Hydradephaga i kod nekih vrsta skupine Hydrophiloidea (Nillson 1996). Mužjaci porodice Dytiscidae imaju prve članke prednjih stopala proširene u karakterističnu široku prianjalku (Slika 5).



Slika 5. Prvi članci prednjeg stopala kod mužjaka porodice Dytiscidae (preuzeto sa http://www.coleoguy.blogspot.com)

Zadak je sastavljen od 5 – 7 vidljivih začanih kolutića. Kornjaši nemaju začanih privjesaka. Posljednji kolutići zatka obično su uvučeni u prednje (Matoničkin 1981) .

1.2.2. Unutrašnja građa

Probavilo kornjaša počinje ustima na koja se nastavlja ždrijelo, jednjak, volja i žvačni predželudac. Dalje se nastavlja crijevo a čine ga prednji, srednji i stražnji dio. Predželudac kornjaša sastoji se od jakih kružnih i uzdužnih mišića i 4 nabora s nizovima čvrstih hitinskih zubića i pločica za mrvljenje hrane. Na prijelazu srednjeg u stražnje crijevo nalaze se Malpigijeve cjevčice koje vrše ekskretornu ulogu (Matoničkin 1981).

Za disanje kukci, pa tako i kornjaši, imaju uzdušnice (traheje) koje se otvaraju na površini tijela poredanim odušcima (stigmama), a u utrobi se mnogostruko granaju u sve tanje ogranke koji ulaze u sve organe dovodeći kisik neposredno do stanica. Zbog toga krv pri disanju kukaca nema veću važnost, te im je krvožilni sustav slabo razvijen. Glavni dio krvožilnog sustava je leđna krvna žila koja je jednim dijelom stežljiva poput srca (Matoničkin 1981).

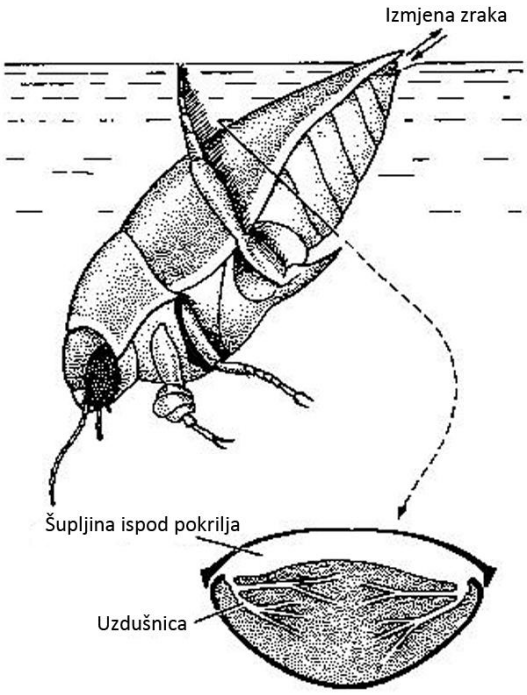
Rasplodni organi kornjaša smješteni su u zatku. I kod mužjaka i kod ženke sastavljeni su na isti način: od parnih plodila (gonada), njihovih izvodnih cijevi i žljezdanih dodataka. Izvodne cjevčice plodila se združuju u neparnu cjevčicu pa imaju neparan spolni otvor. Na spolni otvor priključena je leglica kod ženka i adephagus kod mužjaka.

Živčani sustav je ljestvičave građa, te je u području prsa i zatka došlo do stapanja ganglija (Matoničkin 1981).

1.2.3. Disanje

Izmjena plinova kod kukaca ovisi o difuziji kisika, koja je brza kroz sam zrak, spora kroz vodu, te još sporija kroz kutikulu. Iako je kutikula gotovo nepropusna za plinove, difuzija kisika preko površine tijela je moguća samo kod najsitnijih oblika vodenih kukaca, kao što su neke ličinke. Općenito kukci koji se koriste trahealnim sustavom za disanje, a žive u vodi, imaju veće potrebe za kisikom te su morali stvoriti niz prilagodbi za uzimanje kisika. To pogotovo vrijedi za one vrste koje obitavaju u stajaćicama, gdje je difuzija kisika iz atmosfere u vodu jako mala (Gullan i Cranston 2000).

Postoje dva načina podvodnog disanja kod odraslih vodenih kornjaša. Većina vrsta skupine Hydradephaga ovisi o spremištu zraka koje se nalazi ispod pokrilja (Slika 6). Prikupljeni zrak potječe iz atmosfere ili iz zračnih mjehurića koje proizvode vodene alge i biljke. Većina ostalih vodenih kornjaša nosi sa sobom zrak u obliku tankog sloja vezanog za dlačice na trbušnoj strani, koji vrši funkciju škrge. Taj zračni sloj mora se konstantno obnavljati bilo izlaskom na površinu ili se prisilno održava ispod pokrilja. Ličinke nemaju vanjskih spremišta za zrak već su razvile sustav trahealnih škrga, te su na taj način neovisne o atmosferskom zraku (Nilsson 1996).



Slika 6. Izmjena kisika i disanje kod porodice Dytiscidae (preuzeto i prilagođeno iz Gullan i Cranston 2000)

1.2.4. Prehrana

Pripadnici podreda Adephaga većinom su predatori i hrane se ostalim vodenim beskralježnjacima, kukcima, račićima i maločetinašima (Nilsson 1996), dok su pripadnici podreda Polyphaga uglavnom svejedi ili biljojedi i hrane se vodenim biljem (Friday 1988). Unatoč prehrani odraslih jedinki, većina ličinki svih vrsta vodenih kornjaša su predatori te hvataju živi plijen. Veličina plijena varira od planktonskih račića do punoglavaca i manjih riba (Nilsson 1996).

Kao aktivni i relativno veliki kukci vodeni kornjaši izloženi su riziku od strane većih vodenih grabežljivaca (poput riba), stoga su mnoge vrste razvile kemijsku obranu. Ova vrsta zaštite postoji samo kod odraslih oblika. Osim kralješnjaka, na vodene kornjaše i njihove ličinke vrebaju i ostali grabežljivi kukci, naročito ličinke vretenaca (Nilsson 1996).

1.2.5. Životni ciklus

Kao kukci s potpunom preobrazbom (holometabolija) , kornjaši imaju životni ciklus koji uključuje sljedeće stadije: jaje, ličinku, kukuljicu i odrasli stadij (imago). Jaja vodenih kornjaša su glatka i poprilično mekana te prekrivena čvrstom ljuskom. Mnogi vodeni kornjaši odlažu svoja jaja ili izvan vode, unutar zrakom ispunjenih šupljina kod stabljika vodenih biljaka, ili unutar zrakom popunjenih kukuljica (Hydrophiloidea). Neki pripadnici porodice Hydraenidae prekrivaju svoja jaja mrežicom. Razvoj jajašca je obično izravan, ali može uključivati i duža razdoblja dijapauze (Nilsson 1996).

Sve ličinke skupine Hydradephaga su vodene, dok ličinke nekih Polyphaga mogu biti kopnene. Ličinke se uobičajeno razvijaju ljeti. Prezimljavanje u ličinačkom stadiju javlja se kod nekih vrsta porodice Dytiscidae i kod algivornih vrsta iz porodica Haliplidae i Elmidae. Tijekom svog razvoja većina ličinki vodenih kornjaša prolazi kroz tri faze. Prvu fazu najčešće karakteriziraju organeli za probijanje jaja na prednjem dijelu ličinke. Sljedeće dvije faze su slične te se razlikuju jedino po broju tjelesnih privjesaka. Većina ličinki vodenih kornjaša napušta vodu kako bi se zakukuljile, dok se vodene kukuljice javljaju samo u vrsta izvan Europe. Odrasle jedinke su u pravilu vodene kod svih vrsta osim kod porodice Scirtidae, koje su u potpunosti kopnene. Mnogi odrasli vodeni kornjaši povremeno napuštaju vodu zbog disperzije letom. Kod nekih to se događa jednom u životu (Elmidae), kod drugih u više navrata ili često (većina predstavnika porodica Dytiscidae i Hydrophilidae) (Nilsson 1996).

Životni ciklusi vodenih kornjaša tako su ustrojeni da im omogućavaju uspješno preživljavanje tijekom kratke vodene faze. Tako primjerice vrste koje žive u plitkim povremenim lokvama prolaze jako brzo kroz ličinačku fazu i na taj način mogu u potpunosti iskoristiti povremena vodena staništa (Eyre 2006).

1.3. Ekologija i stanište

Vodeni kornjaši pojavljuju se u skoro svim tipovima slatkovodnih i bočatih staništa i jedna su od najbrojnijih skupina vodenih kukaca. Preferiraju vode stajaćice i vodena staništa obrasla vodenom vegetacijom, koja se pokazala važnim čimbenikom za strukturu zajednica vodenih kornjaša (Nilsson i Söderberg 1996, Gioria i sur. 2010), iako su primjerice Bloechl i

sur. (2010) pokazali da je ona manje važna za sam broj vrsta na određenom staništu. Nadalje, faktori koji utječu na populacije vodenih kornjaša su pH i provodljivost, koji su također bitni za rasprostranjivanje vrsta iz porodice Dytiscydae (Eyre i sur. 1986), starost samog staništa (Fairchild i sur. 2000), te trajnost vodenog staništa i njegova zasjenjenost koji su ujedno i najvažniji čimbenici koji utječu na sastav i brojnost vodenih kornjaša (Lundkvist i sur. 2001). Najveća raznolikost i brojnost vrsta vodenih kornjaša najčešće se nalazi na rubnim dijelovima vode uz obale različitih tipova vodenih staništa (Nilsson 1996). Doduše, različite porodice odabiru različita staništa i prema tipu staništa koji nastanjuju vodene kornjaše možemo generalno podijeliti u dvije skupine: vodeni kornjaši stajaćica i tekućica (Ribera i sur. 2003). Vodeni kornjaši više dominiraju u povremenim ili sezonski plavljenim staništima, dok je njihov broj u stalnim staništima (npr. jezerima) manji. I tu se javljaju iznimke kao što su predstavnici porodica Grynidae i Haliplidae kod kojih većina vrsta preferira stalna staništa (Nilsson 1996).

Prirodna pojava fragmentiranog staništa je jako rijetka, a primjer za takav tip staništa su slatkovodna staništa (Petersen i sur. 2004). Da bi se rasprostranjivali po takvom staništu vodeni kornjaši se koriste svojom sposobnošću leta, a vodenu površinu prepoznaju prema horizontalnoj polarizacijskoj liniji reflektiranoj od površine vode (Miguelez i Valladares 2008). Prednosti rasprostranjivanja letenjem su izbjegavanje inbreedinga (parenja genetički srodnih jedinki), lakši pronalazak staništa sa manjom kompeticijom i velikom količinom hrane, te izbjegavanje nepovoljnih uvjeta (Miguelez i Valladares 2008). Okolišni čimbenici koji potiču rasprostranjivanje letom su: svijetlost, temperatura, koncentracija kisika, salinitet i manjak vode te interakcija s drugim organizmima. Utvrđeno je da dnevni temperaturni maksimumi pozitivno utječu na rasprostranjivanje letom, dok kiša inhibira letenje (Miguelez & Valladares 2008). Otkriveno je da neke vrste, unatoč dobro razvijenoj sposobnosti leta, ne napuštaju presušene lokve. Jedna od tih vrsta je i *Agabus bipustulatus* (Linnaeus 1767) koji se zadržava na vlažnom dijelu presušene lokve, najčešće pod kamenjem, te ne napušta lokvu dok se stanište nije u potpunosti osušilo (Davy - Bowker 2002).

Vodena staništa su jako osjetljiva na ljudski utjecaj i kao takva podložna i najmanjim promjenama, a vodeni kornjaši su dobri indikatori tih istih promjena (Ribera 2000). To primjerice uključuje promjene pH vrijednosti vode (Erye i Foster 1989), povećanje organskih tvari (Wright i sur. 2000), količine otopljenog kisika u vodi i promjene temperature. Stoga se

vodeni kornjaši učestalo koriste kao bioindikatori kvalitete, funkcionalnosti i očuvanosti vodenih staništa. Osim promjena u fizikalno - kemijskim parametrima staništa, promatranjem vodenih kornjaša, istraživači mogu pratiti i sukcesiju vodenih staništa (Valladares i sur. 2002), a s obzirom da u stajaćicama čine dominantni dio faune vodenih beskralješnjaka često služe u procjeni njihove ukupne bioraznolikosti i konzervacijskog statusa (Eyre i Foster 1989; Sánchez-Fernández i sur. 2006). Ima više razloga zašto su vodeni kornjaši idealni bioindikatori bioraznolikosti vodenih ekosustava: taksonomski su dobro poznata skupina, dobro im je proučen životni ciklus i biologija, populacije se relativno lako uzorkuju/istražuju i prate, grupe i srodne vrste zauzimaju većinu staništa na širokom geografskom području, svaka se populacija specijalizira na užem staništu i određeni obrazci primijećeni kod indikatorskog taksona očituju se i na drugim srodnim ili ne srodnim svojtama (Noss 1990, Pearson i Cassola 1992, Pearson 1994). Također, bogatstvo vrsta i njihova rijetkost predstavljaju kriterije očuvanja koji su lako shvaćeni od strane javnosti, te su u širokoj uporabi prilikom očuvanja staništa i samih zajednica koje ta staništa udomljuju (Garrido i Munilla 2008).

1.4. Ciljevi istraživanja

Ciljevi ovog istraživanja su utvrditi sastav zajednica i brojnost jedinki vodenih kornjaša na različitim staništima Odranskog polja, istražiti povezanost između obilježja staništa i sastava zajednica , te utvrditi postoji li razlika u brojnosti jedinki i vrsta povremenih i stalnih stajaćica.

Također, pomoću dobivenih podataka i mjerenja testirat će se hipoteza da je raznolikost i brojnost vodenih kornjaša veća na vodenih staništima koja imaju veću raznolikost vrsta makrofitske vodene vegetacije.

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

2.1. Odransko polje

Istraživanje je provedeno na području Odranskog polja koje se nalazi u nizinskom poplavnom području rijeke Odre i Save i većim dijelom pripada Sisačko - moslavačkoj županiji, te je smješteno između Velike Gorice na sjeverozapadu i grada Siska na jugoistoku (Bobetko-Majstorović i sur. 2004). Veći dio Odranskog polja zaštićen je u kategoriji Značajnog krajobraza „Odransko polje“ i potencijalno je područje ekološke mreže NATURA 2000. Ukupna površina zaštićenog područja iznosi 9.401,79 ha (http://www.zastita-prirode-smz.hr/odransko-polje/).

Rijeka Odra ima više izvora, koji se nalaze u području Čičke poljane sjeverno od Velike Gorice. Duga je 80 km i pripada slivu rijeke Save. To je nizinska rijeka, sporog toka, koja na svom putu do ulijevanja u Savu dva puta presijeca Odransko polje. Uz Lonjsko i Morko polje, Odransko polje je dio većeg retencijskog sustava obrane od poplava za regiju Srednje Posavine, tj. služi za rasterećenje velikih voda u razdobljima velikih kiša i kopnjenja snijega (Bobetko-Majstorović i sur. 2004). Osim retencijske uloge, koja je bitna ne samo za obranu od poplava već i za pročišćavanje vode iz vodotoka, Odransko polje je poznato po velikoj biološkoj raznolikosti čija očuvanost se ogleda u velikom broju rijetkih i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta. Ovdje primjerice nalazimo oko 300 vrsta vaskularnih biljaka, od kojih su neke navedene u Crvenoj knjizi i zaštićene su temeljem Zakona o zaštiti prirode. Od faune je zabilježen veći broj vodozemaca, gmazova, sisavaca, leptira i riba. Vlažne livade Odranskog polja predstavljaju najvažnije područje gniježđenja kosca (*Crex Crex*) u Hrvatskoj i Europi, a poplavne šume hrasta lužnjaka staništa su štekavca (*Haliaeetus albicillia*). Odransko polje je stoga međunarodno važno područje za ptice, navedeno u EU Direktivi o pticama. (http://www.zastita-prirode-smz.hr/odransko-polje/).

2.2. Staništa Odranskog polja

Odransko polje bogato je raznolikim staništima od kojih dominiraju nizinske poplavne šuma hrasta lužnjaka i jasena (39.66%), mješovite hrastovo-grabove šume i čiste grabove šume (17,50 %), mezofilne i vlažne livade, poplavni pašnjaci i travnjaci, i najzanimljivija za ovo istraživanje brojna vodena i močvarna staništa.

Odransko polje karakterizira upravo niz vodenih staništa poput bara, lokava, riječnih rukavaca, mrtvaja, sporih vodotoka, kanala i ribnjaka. Vodena staništa Odranskog polja ovise o režimu podzemnih voda te o učestalosti plavljenja. Za vodene organizme koji žive u ovakvim staništima poplave i njihovo trajanje imaju vrlo važnu ulogu jer utječu na raspored zajednica, određuju uvjete opstanka, brojnost jedinki u zajednici te potiču ili ograničavaju razvoj životinjskih populacija. Od vodenih staništa najznačajnije su dvije skupine: stalne i povremene stajaćice.

Stalne stajaćice pripadaju kopnenim vodama bez vidljivog strujanja. Mogu sadržavati prirodne ili poluprirodne zajednice, te su neobrasle ili obrasle vegetacijom. Tu spadaju slatkovodna jezera, bare, lokve ili dijelovi takvih vodenih površina u kojima se stalno zadržava voda koja potječe od oborina ili podzemnih voda i čija razina može oscilirati. Stalne stajaćice mogu biti i antropogenog podrijetla, kao što su ribnjaci, mrtvaje i riječni rukavci nastali djelovanjem čovjeka. Od biljnih vrsta karakterističnih za stalne stajaćice pojavljuju se: lokvanj (*Nuphar luteum*), lopoč (*Nymphea alba*), žabogriz (*Hydrocharis morsus- ranae*), rezac (*Stratiotes alloides*), vodene leće (*Lemna spp.*), četverolisna raznorotka (*Marsilea quadrifolia*) (Ilijanić i sur. 2008).

Povremene stajaćice su jako specifična staništa, slatkovodna jezera, lokve, bare ili dijelovi takvih voda prirodnog podrijetla koji su povremeno suhi. Ovakva staništa najčešće nastanjuju pelagičke ili bentoske zajednice životinja, te zajednice zelenih algi ili nižih algi. U Odranskom polju nalazimo riječne rukavce koji su još povezani s glavnom rijekom ali su zbog jake suše u određenom periodu bili bez vode. Osim rukavaca u Odranskom polju nailazimo na mnoge mrtvaje i tišine koje su izolirani sustavi i ostaci nekadašnjih meandra i vodotoka koji nisu više povezani sa glavnim tokom rijeke. Tišine imaju veću površinu vode i slobodniju od biljnog pokrova dok su mrtvaje više pokrivene vodenom vegetacijom. Od karakterističnih

biljnih vrsta u privremenim se stajaćicama pojavljuju: vodena leća (*Lemna spp.*), četverolisna raznorotka (*Marsilea quadrifolia*), barska leća (*Spirodela polyrhiza*) (Ilijanić i sur. 2008).

Naposljetku u Odranskom polju nalazimo i spore vodotoke, primjerice kanale sa stalnim protokom vode (Oteretni kanal Sava-Odra). To su stalne tekućice antropogenog podrijetla koje su najčešće građene sa svrhom hidromelioracije poljoprivrednih površina, često s poluprirodnim biljnim i životinjskim zajednicama, sličnim onima prirodnih vodotoka.

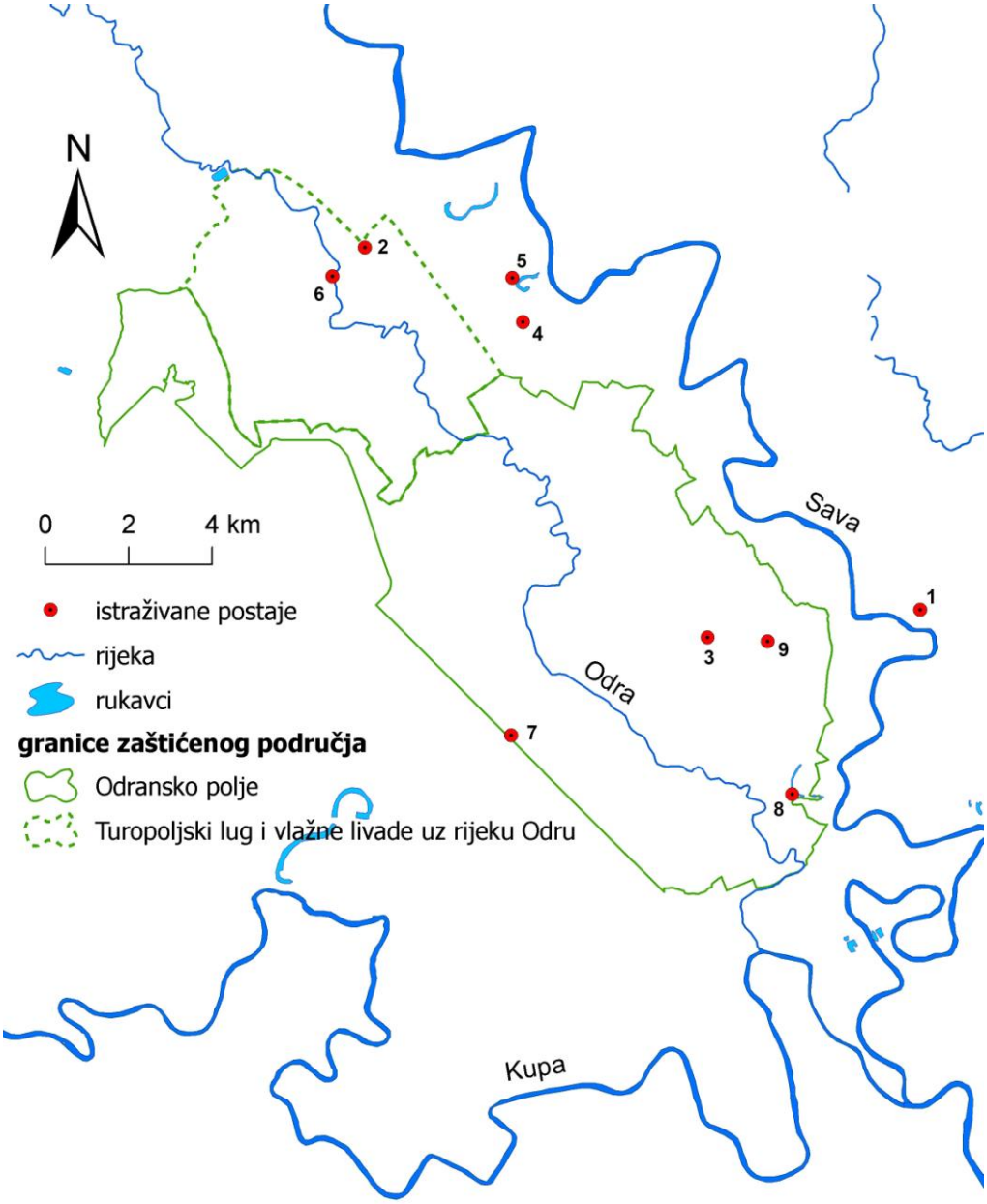
2.3. Opis istraživanih postaja

Za istraživanje vodenih kornjaša na području Odranskog polja i Turopoljskog luga odabrano je ukupno 9 postaja, koje predstavljaju različita vodena staništa. Postaje su odabrane prethodnim izlaskom na teren i pomnom selekcijom da odgovaraju potrebama istraživanja. Četiri postaje nalaze se na području Značajnog krajobraza „Odransko polje“, dvije unutar zaštićenog područja Turopoljski lug i vlažne livade uz rijeku Odru, a ostale van granica zaštićenog područja. Pet postaja je bilo trajnih, a četiri povremene koje su presušile tijekom istraživanja.

Kartografski prikaz istraživanih postaja na području Odranskog polja i Turopoljskog luga vidi se na priloženoj karti (Slika 7), a popis postaja prikazan je u Tablici 2.

Tablica 2. Popis istraživanih postaja s pripadajućim koordinatama

			Koordinate	
R. br.	**Postaja**	**Tip vodenog staništa**	**x**	**y**
1.	Mahovo	lokva/bara	5610070	5047925
2.	Kanal Sava-Odra I	kanal	5596787	5056603
3.	Stara Odra rukavac	rukavac/mrtvaja	5604982	5047261
4.	Suša	rukavac/mrtvaja	5600565	5054813
5.	Ruča ribnjak	nekomercijalni ribnjak	5600309	5055867
6.	Most Selce	rijeka Odra, spori vodotok	5596009	5055909.9
7.	Greda	lokva/bara	5600284	5044919
8.	Tišina	rukavac/mrtvaja	5607006	5043513
9.	Jezera	lokva	5606426	5047167



Slika 7. Karta Odranskog polja i Turopoljskog luga s označenim postajama

2.3.1. Jezera

Ova postaja je lokva na rubu šume, koja ju ne zasjenjuje. S druge strane se nalazi često posjećivani ribnjak zbog čega je dosta primjetan ljudski utjecaj. Lokva, zajedno sa ribnjakom, je stalna stajaćica koja ujedno služi za napajanje obližnjih stada krava i konja. Obala je dijelom zarasla nižim raslinjem, a vodena vegetacija prekriva manje od polovice površine lokve. Na površini bare su prisutne alge u velikim količinama koje stvaraju guste prevlake. Prisutnost submerzne vegetacije je mala dok je dno muljevito (Slika 8).



Slika 8. Postaja Jezera, uslikano 1. svibnja.

2.3.2. Kanal Sava - Odra

Većina vode u Odranskom polju, koja potječe iz Save, dolazi kroz oteretni kanal Sava - Odra (Bobetko-Majstorović i sur. 2004). Ova postaja se nalazi na plićem dijelu kanala, koji unatoč tome nije presušio za vrijeme ljeta. Obala kanala je samo na dijelovima zarasla vegetacijom koja ne zasjenjuje kanal. Pokrivenost površine vodenom vegetacijom je manja od polovice, a submerzna vegetacija je prisutan u srednjoj mjeri. Tlo je muljevito te pošto se ovdje radio o umjetnom kanalu možemo smatrati da je ljudski utjecaj izrazito prisutan (Slika 9).



Slika 9. Postaja Kanal Sava - Odra, uslikano 1. svibnja.

2.3.3. Greda

Ova postaja je bara smještena na rubu Odranskog polja, na pašnjaku, i stoga nije zasjenjena. Gustoća obalne vegetacije je mala i sama obala je plitko položena. Površina vode je srednje prekrivena vodenom vegetacijom, submerzna vegetacija je gusta a podloga je muljevita. Na samoj bari nije vidljiv ljudski utjecaj (Slika 10).



Slika 10. Postaja Greda, uslikano 1. svibnja.

2.3.4. Ruča

Postaja Ruča je nekomercijalni ribnjak uz istoimeno selo Ruča, te je ljudski utjecaj primjetan. Ribnjak nije uređen te je njegova plitko položena obala obrasla malom količinom obalne vegetacije (Slika 11). Ribnjak je malo zasjenjen, a njegova površina jedva prekrivena malom količinom vodene vegetacije. Količina submerzne vegetacije na zemljanoj podlozi je srednja.



Slika 11. Postaja Ruča, uslikano 1. svibnja.

2.3.5. Suša

Ova postaja je rukavac rijeke Odre. Obala je vrlo gusto obrasla obalnom vegetacijom, a površina rukavca je do polovice prekrivena vodenom vegetacijom. Količina submerzne vegetacije je prisutna u srednjoj mjeri dok je dno samog rukavca muljevito. Postaja je malo zasjenjena i nije trajna jer u srpnju presušila (slika 12). Postaja se nalazi u blizini naselja te je primjetan ljudski utjecaj.



Slika 12. Postaja Suša 1. siječnja (lijevo), postaja Suša nakon što je presušila 9. srpnja (desno).

2.3.6. Tišina

Postaja Tišina je stari rukavac (mrtvaja) rijeke Odre. Obala je srednje obrasla obalnom vegetacijom, a rukavac je u potpunosti nezasjenjen. Površina vode je više od polovice prekrivena vodenom vegetacijom, a submerzna vegetacija na muljevitom dnu je vrlo gusta. Obale rukavca su plitko položene. Postaja je tijekom istraživanja prvo djelomično presušila a zatim tijekom ljeta u potpunosti (Slika 13).



Slika 13. Postaja Tišina, uslikano 1. svibnja (gore) i 9. srpnja (dolje).

2.3.7. Mahovo

Mahovo je lokva smještena iza naselja s niskom obalom i muljevitom podlogom te unatoč toj poziciji ljudski utjecaj je slabo primjetan. Obalne vegetacije nema i zasjenjenost je jako slaba. Vodena vegetacija na površini je slabo prisutna kao i submerzna vegetacija (slika 13). Postaja je presušila za vrijeme istraživanja (Slika 14).



Slika 14. Postaja Mahovo u svibnju (lijevo) i srpnju (desno) 2011.

2.3.8. Stara Odra, rukavac

Ova postaja nije rukavac, kako ime nalaže, već mrtvaja. Mrtvaje su izolirani sustavi i ostaci nekadašnjih vodotoka i meandra (Ilijanić i sur. 2008), u ovom slučaju rukavca rijeke Odre. Gustoća obalne vegetacije je mala, dok je površina vode preko polovice prekrivena vodenom vegetacijom. Submerzna vegetacija je prisutna u srednjoj količini dok je podloga muljevita. Obala je plitko položena te je ljudski utjecaj slab. Postaja je malo zasjenjena a voda u rukavcu trajna tijekom čitavog razdoblja istraživanja (slika 15).



Slika 15. Postaja Stara Odra, rukavac, uslikano 1. svibnja.

3. MATERIJALI I METODE

Terensko istraživanje provedeno je u razdoblju od travnja do rujna 2011. s ukupno četiri terenska obilaska. Dinamika i metodologija uzorkovanja na pojedinim istraživanim postajama opisane su u Tablici 3.

Tablica 3. Dinamika i metodologija uzorkovanja po postajama.

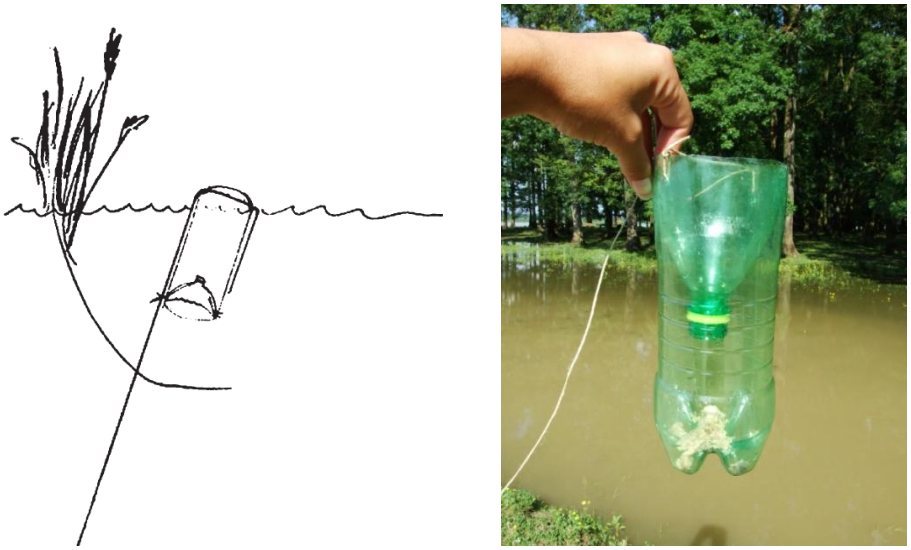
	Datum uzorkovanja			
Postaja/Metoda uzorkovanja	29. 4. - 01. 05. 2011	28. - 29. 5. 2011	9. - 10. 7. 2011	17.- 18. 9. 2011
Mahovo		klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	postaja presušila
Kanal Sava-Odra	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer
Stara Odra, rukavac	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer
Suša	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina	postaja presušila	postaja presušila
Ruča ribnjak	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer
Most Selce	klopka/tunjevina	-	klopka/tunjevina	klopka/tunjevina
Greda	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer
Tišina	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	postaja presušila
Jezera	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer	klopka/tunjevina + kracer

3.1. Metode uzorkovanja i determinacija vodenih kornjaša

Vodeni kornjaši su uzorkovani na terenu dvjema metodama: aktivnim lovom metodom poteza D-mrežicom˝ potezalo se na svakoj postaji 2 X 50 zamaha, a mrežica se povlačila kroz vegetaciju, uz obale odabranih postaja te iznad dna, kako se ne bi zahvatio muljeviti supstrat koji otežava izolaciju uzoraka. Uzorci prikupljeni bentos mrežom detaljno su pregledani odmah na terenu i iz uzoraka su izolirane sve odrasle jedinke vodenih kornjaša.

Druga metoda uključuje postavljanje lovnih zamki s mamcem u obliku improviziranih vrša izrađenih od plastičnih boca (Slika 16). Prilikom svakog izlaska na teren na svakoj postaji postavljene su po dvije vrše tijekom jedne lovne noći. Jedna lovna noć podrazumijeva

postavljanje vrše tijekom prvog dana, a pražnjenje tijekom idućeg dana. Kao mamac korišteni su komadići prerađene tune. Vrše su uvijek postavljene tako da su u potpunosti uronjene u vodu te je njihova pozicija markirana oznakom za lakše pronalaženje drugi dan. Prilikom vađenja vrša njihov sadržaj je ubačen u plastične kadice kako bi mogla uslijediti detaljna izolacija uzoraka.



Slika 16. Skica improvizirane vrše (lijevo) i vrša s mamcem prije postavljanja u vodu (desno).

Svi uzorci su ručno izolirani na terenu, entomološkim pincetama, te su pohranjeni u plastičnim posudicama adekvatne veličine. Za konzervaciju vodenih kornjaša korišten je 70% alkohol etanol, a uzorci su označeni etiketama sa ispisanim datumom uzorkovanja, imenom postaje, te metodom uzorkovanja.

Uzorci su determinirani u laboratoriju, do vrste, uz pomoć lupe XTL-3400D, te ključeva za determinaciju: Friday 1988, Nilsson 1996, Freude i sur. 1971, Nilsson i Holmen 1995.

3.2. Određivanje obilježja postaja

3.2.1. Određivanje fizikalno kemijskih obilježja vode

Na svakoj postaji prilikom svakog uzorkovanja izmjereni su slijedeći fizikalno-kemijski parametri vode pomoću sondi (multiparametarski instrument Consort, model C932T):

- pH
- koncentracija kisika u vodi (mg/l)
- provodljivost (µS/cm)
- temperatura vode (C°)

3.2.2. Karakterizacija postaja

Kako bi što bolje opisali i okarakterizirali svaku istraživanu postaju, osim osnovnih fizikalno-kemijskih parametara vode na postajama su bilježene slijedeće karakteristike: morfometrija, zasjenjenost, gustoća i sastav vodene vegetacije, trajnost i tip staništa, tip podloge i antropogeni utjecaj. Opis istraživanih postaja prema navedenim karakteristikama nalazi se u tablici u Prilogu 1. Također, na svakoj postaji popisana je sva prisutna makrofitska vodena vegetacija. Vrste su određene uz pomoć ključeva za determinaciju (Tutin i sur. 1980) i relevantne botaničke literature.Popis zabilježenih vrsta vodene makrofitske vegetacije po postajama nalazi se u prilogu 2, a nomenklatura vrsta je usklađena prema Flora Croatica Database (Nikolić 2001).

3.4. Statistička obrada podataka

U prikazu podataka su korištene standardne statističke mjere, kao što su srednja vrijednost, standardna devijacija, minimum i maksimum te koeficijent varijacije. Normalna raspodjela varijabli testirana je putem Shapiro-Wilk W testa. Varijable koje nisu slijedile normalnu raspodjelu transformirane su slijedom: drugi korijen, četvrti korijen, logaritam.

Raznolikost zajednica vodenih kornjaša je određena pomoću Shannonova (H') i Simpsonova (1-λ) indeksa raznolikosti, a jednolikost pomoću Pielouvog indeksa jednolikosti (J). Bogatstvo vrsta je vrlo značajan pokazatelj mjere raznolikosti, no ova mjera je nepouzdana ako se u

analizu ne uključi kumulativni broj vrsta, koji se povećava s povećanjem broja uzoraka. Stoga su kao početne analize raznolikosti izrađene kumulativne krivulje povećanja broja svojti (vrsta i podvrsta). Akumulacijska krivulja predstavlja povećanje kumulativnog broja svojti s uzorkovanjem, a rarefakcijska krivulja prikazuje aritmetičke sredine kumulativnog broja svojti nakon dodavanja novog uzorka koji se izračunava ponovnim slučajnim izvlačenjem uzoraka iz ukupnog skupa od N uzoraka. Rarefakcijska krivulja izračunata je permutacijom 999 puta iz polaznog skupa uzoraka. Najzastupljenije vrste neke zajednice moguće je ustanoviti u nekoliko početnih uzoraka, te ove krivulje pokazuju nagli rast na početku uzorkovanja. Međutim, nakon toga se njihov rast uspori jer se daljnjim uzokovanjem povećava samo broj akcidentalnih vrsta. Tek kada krivulje dosegnu asimptotu, što ukazuje da se broj vrsta više ne povećava, moguće je međusobno uspoređivati zajednice s obzirom na bogatstvo svojti (Gotelli i Colwell 2011).

Međusobna sličnost zajednica testirana je Cluster analizom i NMDS analizom pri čemu se kao mjera sličnosti koristio Bray-Curtisov koeficijent sličnosti. Analize su rađene pomoću računalnog paketa PRIMER 6.0 (Clarke i Warwick 2001, Clarke i sur. 2001).

4. REZULTATI

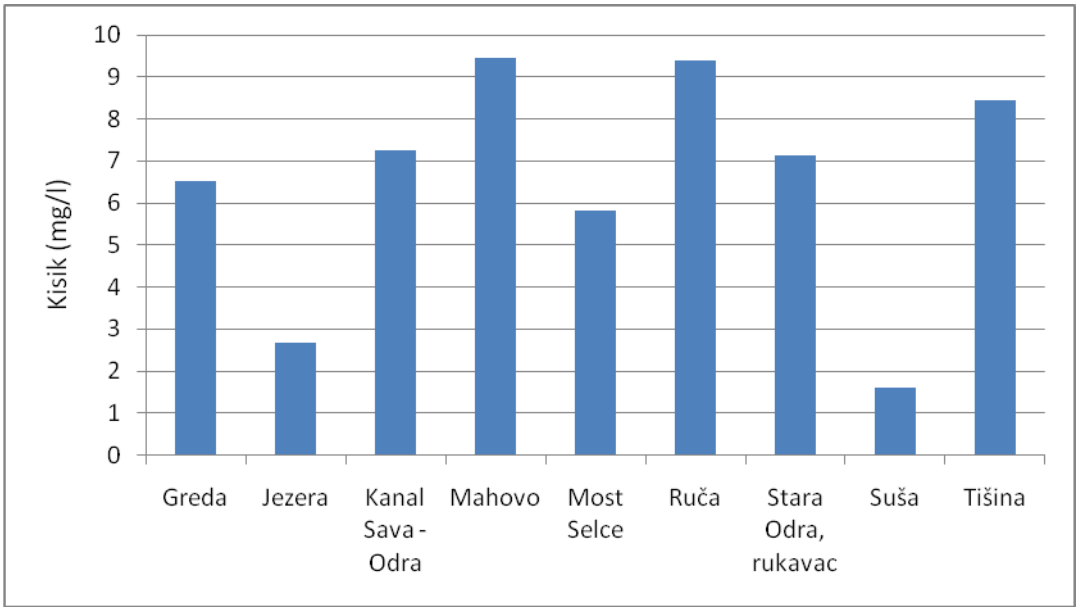
4.1. Fizikalno - kemijski parametri

Svakim odlaskom na teren, za vrijeme uzorkovanja na svakoj postaji, mjereni su fizikalno-kemijski parametri vode. Mjereni su: koncentracija otopljenog kisika, pH, provodljivost, temperatura vode i salinitet.

U rujnu, na postajama Tišina i Mahovo, nisu izvršena mjerenja jer su postaje presušile, dok je postaja Suša presušila još u kolovozu, te se ni na njoj u to doba nisu izvršila mjerenja. Mjerenja svih kemijskih parametara na postajama Mahovo i Jezera počela su se bilježiti tek od 29.5.2011., te za datum 30.4.2011. nisu dostupni podaci niti za jedan parametar.

4.1.1. Koncentracija otopljenog kisika

Prema slici 16 vidljivo je da je najviša prosječna koncentracija otopljenog kisika zabilježena na postaji Mahovo te iznosi 9,45 mg/l. Slična prosječna koncentracija zabilježena je i na postaji Ruča, ali je nešto niža (9,39 mg/l). Najniža prosječna koncentracija otopljenog kisika zabilježena je na postaji Suša (1,61 mg/l).

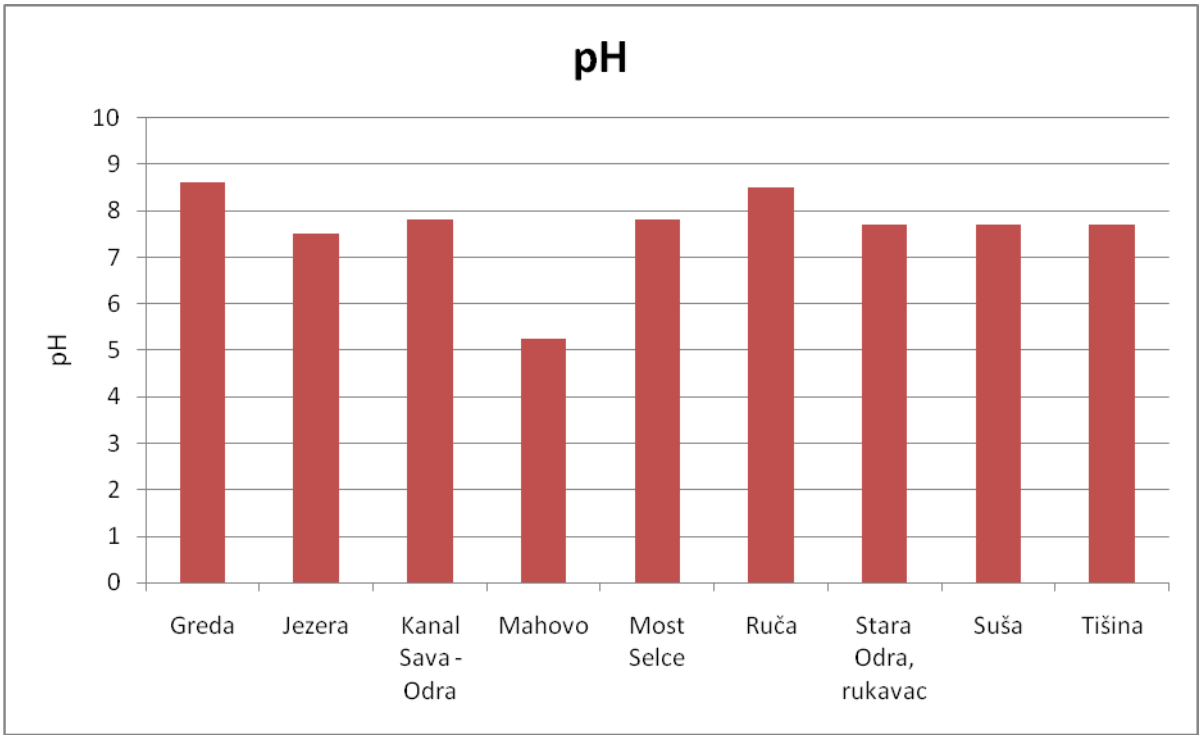


Slika 16. Prosječne koncentracije otopljenog kisika izmjerene na svim postajama.

Iz tablice (prilog 3) je vidljivo da je najviša koncentracija kisika iznosila 13.2 mg/l, te je izmjerena na postaji Mahovo i to 9.7.2011. Najniža koncentracija otopljenog kisika izmjerena je 29.5.2011. na postaji Suša te je iznosila svega 1.61 mg/l. Za datum prvog odlaska na teren (30.4.2011.) nije bilo moguće izmjeriti koncentraciju kisika ni na jednoj postaji zbog pogrešne kalibracije sonde za kisik te dobivena mjerenja ne bi bila mjerodavna. U rujnu, na postajama Tišina i Mahovo, nisu izvršena mjerenja jer su postaje presušile, dok je postaja Suša presušila još u kolovozu, te se ni na njoj u to doba nisu izvršila mjerenja.

4.1.2. pH vode

Najveći prosječni pH vode izmjeren je na postaji Greda i iznosi 8.6 (Slika 17). Na ostalim postajama prosječna pH vrijednost se kreće u blago lužnatom području, te ne pada ispod 7. Jedino je na postaji Mahovo zabilježena prosječna pH vrijednost koja prelazi u blago kiselo područje i iznosi 5.25.

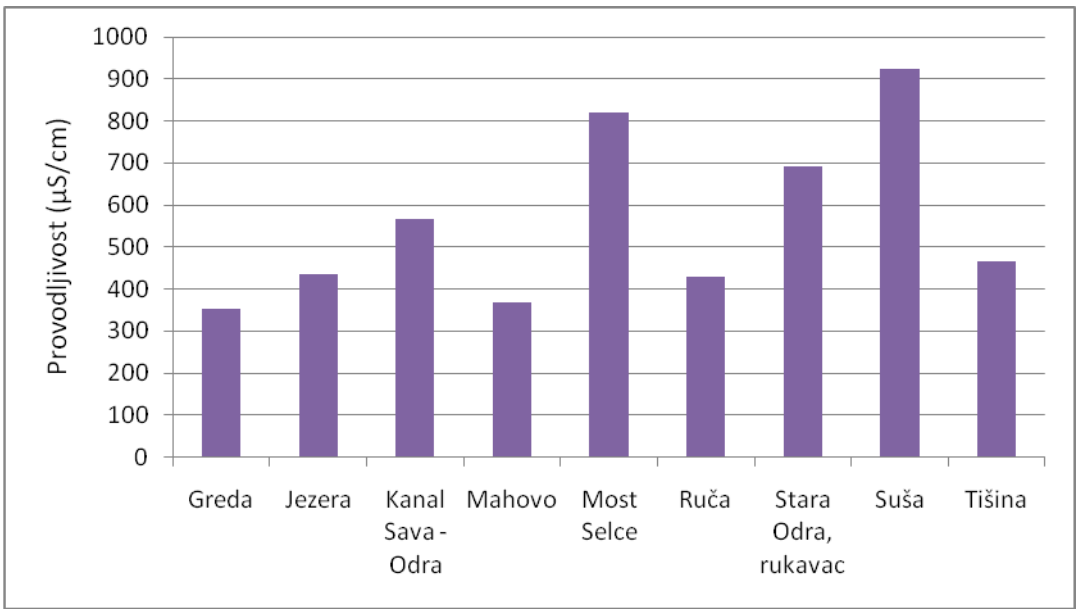


Slika 17. Prosječna pH vrijednost vode izmjerena na svim postajama

Od zabilježenih pH vrijednosti najniža vrijednost je iznosila 1.2 (prilog 3) na postaji Mahovo 29.5.2011., pri čemu se najvjerojatnije radi o greški na uređaju. Najveća varijacija, osim postaje Mahovo, zabilježena je na postaji Greda gdje je pH vrijednost 29.5.2011. iznosila 9,88, što je ujedno i najviša pH vrijednost zabilježena tijekom trajanja istraživanja. Sljedeće mjerenje na toj postaji pokazalo je pad u pH vrijednosti na 7,24. Ostale postaje su pokazale manje varijacije u svojim pH vrijednostima.

4.1.3. Električna provodljivost

Najviša prosječna provodljivost iznosila je 924.5 µS/cm i zabilježena je na postaji Suša, dok je najniža zabilježena na postaji Greda te je iznosila 353 µS/cm (Slika 18.)

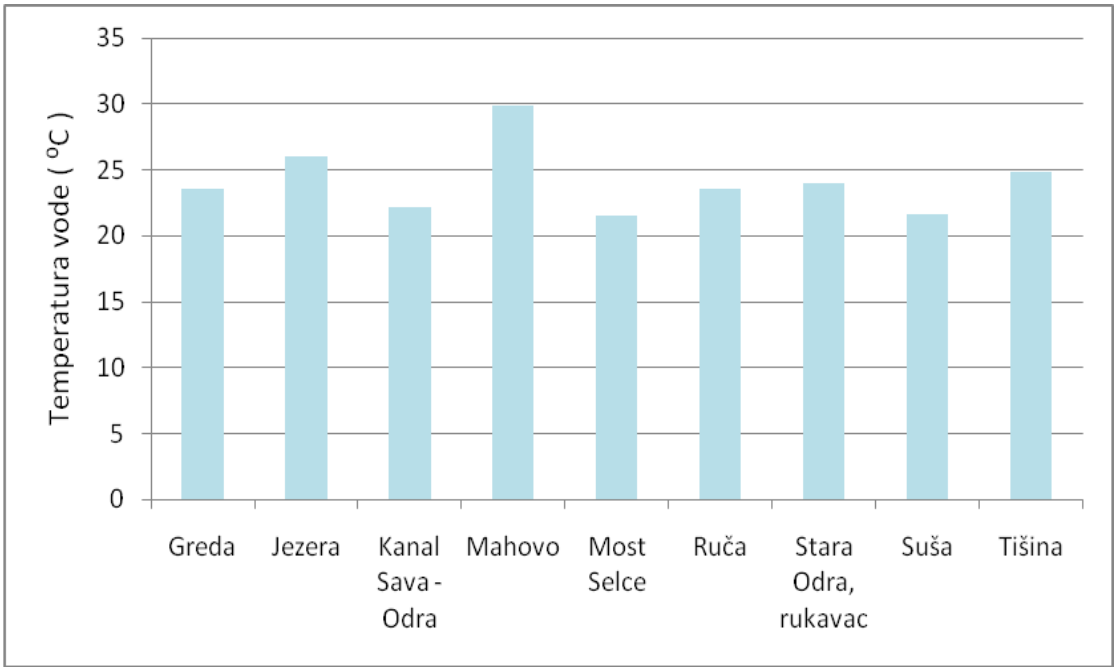


Slika 18. Prosječne vrijednosti električne provodljivosti izmjerene na svim postajama.

Iz grafa (Prilog 3) je vidljivo da su promjene provodljivosti kroz mjesece po postajama većinom usklađene. Najviša provodljivost je zabilježena 9.7.2011. na postaji Most Selce te iznosi 987 µS/cm. Najniža provodljivost iznosi 237 µS/cm te je zabilježena 29.5.2011 na postaji Greda. Provodljivost nije izmjerena 29.5.2011. na postaji Most Selce zbog visokog vodostaja te nemogućnosti spuštanja do rijeke.

4.1.5. Temperatura vode

U prosjeku najnižu temperaturu vode za vrijeme istraživanja je imala postaja Suša i to u prosjeku od 21.6 °C, dok je najviša prosječna temperatura zabilježena na postaji Mahovo u iznosu od 29.8 °C (slika 19).



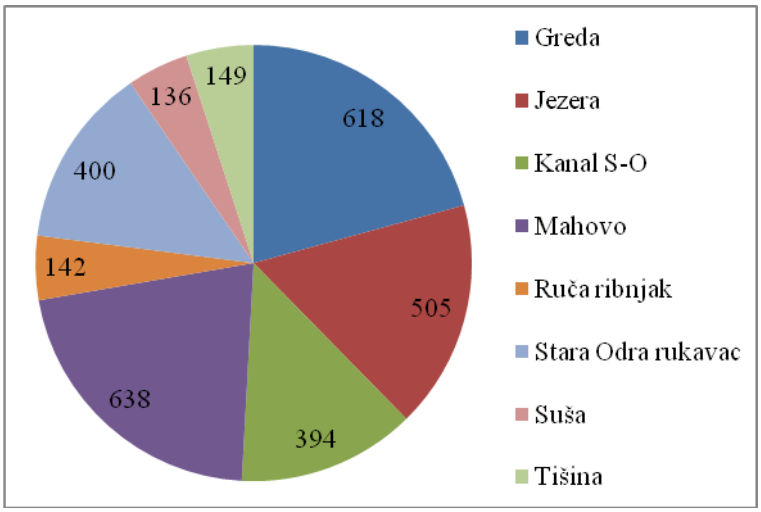
Slika 19. Prosječne vrijednosti temperature vode izmjerene na svim postajama.

Kao što je i očekivano najviše temperature na svim postajama zabilježene su za vrijeme srpnja, osim na postaji Greda. 9.7.2011. najvišu temperaturu vode je imala postaja Mahovo sa izmjerenih 36°C. Na svim postajama najniže temperature izmjerene su 30.4.2011., a od svih postaja najniža temperatura vode je zabilježena na Kanalu Sava - Odra i iznosi 15,6 °C (Prilog 3).

4.2. Brojnost i sastav zajednica vodenih kornjaša

4.2.1. Porodice vodenih kornjaša

Na 8 odabranih postaja na području Odranskog polja za vrijeme istraživanja, u trajanju od 29.4.2011. do 17.09.2011., uhvaćene su ukupno 2982 jedinke koje pripadaju redu Coleoptera. Na postaji Most Selce nije uhvaćena niti jedna jedinka, stoga je ova postaja isključena iz daljnjih analiza. Uhvaćene jedinke mogu se podijeliti u dva podreda: podred Adephaga koji je zastupljen sa 1925 jedinki koje pripadaju trima porodicama (Dytiscidae, Noteridae i Haliplidae), te podred Polyphaga koji je zastupljen sa 1057 jedinki koje pripadaju porodicama Hydrophilidae, Hydraenidae, Helophoridae, Hydrochidae i Dryopidae. Ukupan broj uhvaćenih jedinki po postajama može se vidjeti na Slici 20, a broj jedinki po porodicama na pojedinoj postaji može se vidjeti u Tablicama 4 do 11.



Slika 20. Ukupan broj jedinki zabilježen na pojedinoj postaji tijekom istraživanja

Za vrijeme cjelokupnog trajanja istraživanja najviše je primjeraka uhvaćeno na postaji Mahovo i to 638 jedinki (Tablica 7). Na toj postaji je također zabilježen najviši ulov u jednom danu od 610 jedinki. Najmanje jedinki skupljeno je na postaji Suša (Tablica 9) i to 136.

Tablica 4. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Jezera.

POSTAJA:	Jezera				
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	09.07.2011.	17.09.2011.	**Σ**
Dytiscidae	44	46	105	59	254
Hydrophilidae	26	51	0	10	87
Hydraenidae	0	0	0	2	2
Noteridae	1	0	3	0	4
Helophoridae	0	90	0	1	91
Hydrochidae	14	8	0	0	22
Haliplidae	18	6	19	2	45
Dryopidae	0	0	0	0	0
Σ	103	201	127	74	505

Tablica 5. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Greda.

POSTAJA:	Greda				
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	09.07.2011.	17.09.2011.	**Σ**
Dytiscidae	32	76	74	107	289
Hydrophilidae	17	91	0	22	130
Hydraenidae	0	0	0	0	0
Noteridae	1	0	20	0	21
Helophoridae	24	107	1	0	132
Hydrochidae	0	0	0	0	0
Haliplidae	0	0	34	12	46
Dryopidae	0	0	0	0	0
Σ	74	274	129	141	618

Tablica 6. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Kanal Sava - Odra.

POSTAJA:	Kanal Sava - Odra				
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	09.07.2011.	17.09.2011.	**Σ**
Dytiscidae	3	0	25	51	79
Hydrophilidae	0	0	85	8	93
Hydraenidae	0	0	6	0	6
Noteridae	2	0	14	0	16
Helophoridae	0	0	5	1	6
Hydrochidae	0	0	0	0	0
Haliplidae	9	0	89	96	194
Dryopidae	0	0	0	0	0
Σ	14	0	224	156	394

Tablica 7. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Mahovo.

POSTAJA:	Mahovo		
DATUM:	30.04.2011.	09.07.2011.	**Σ**
Dytiscidae	390	17	407
Hydrophilidae	115	3	118
Hydraenidae	0	0	0
Noteridae	17	0	17
Helophoridae	63	8	71
Hydrochidae	3	0	3
Haliplidae	22	0	22
Dryopidae	0	0	0
Σ	610	28	638

Tablica 8. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Stara Odra, rukavac.

POSTAJA:	Stara Odra, rukavac				
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	09.07.2011.	17.09.2011.	**Σ**
Dytiscidae	9	231	5	0	245
Hydrophilidae	1	55	4	0	60
Hydraenidae	0	0	0	0	0
Noteridae	0	5	1	0	6
Helophoridae	0	75	2	0	77
Hydrochidae	0	0	0	0	0
Haliplidae	0	8	4	0	12
Dryopidae	0	0	0	0	0
Σ	10	374	16	0	400

Tablica 9. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Suša.

POSTAJA:	Suša		
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	**Σ**
Dytiscidae	30	28	58
Hydrophilidae	0	8	8
Hydraenidae	0	0	0
Noteridae	0	0	0
Helophoridae	0	60	60
Hydrochidae	0	0	0
Haliplidae	0	8	8
Dryopidae	0	2	2
Σ	30	106	136

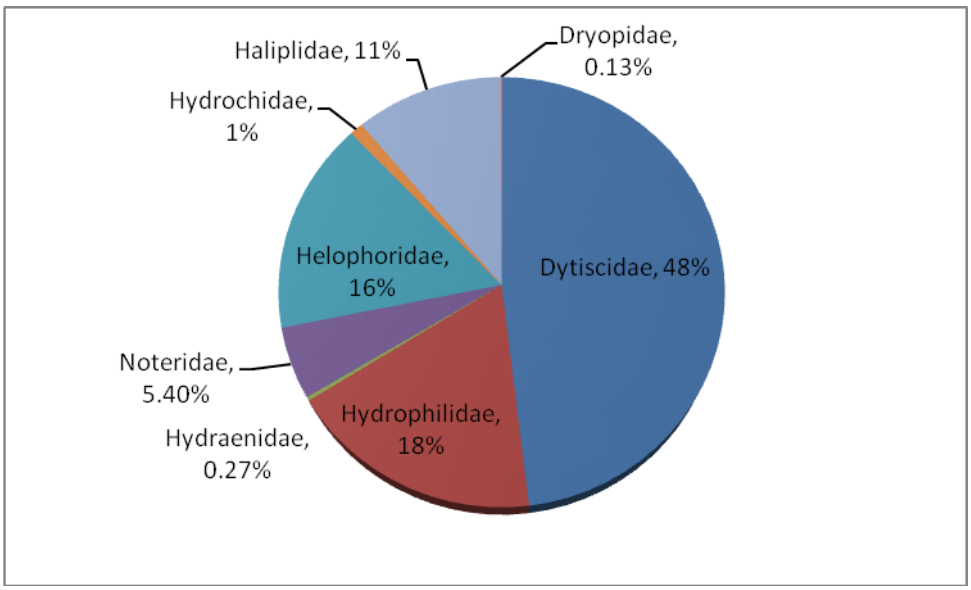
Tablica 10. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Ruča.

POSTAJA:	Ruča			
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	09.07.2011.	**Σ**
Dytiscidae	26	5	8	39
Hydrophilidae	28	1	1	30
Hydraenidae				0
Noteridae	44	0	0	44
Helophoridae	2	0	21	23
Hydrochidae	3	0	0	3
Haliplidae	0	1	0	1
Dryopidae	2	0	0	2
Σ	105	7	30	142

Tablica 11. Brojnost jedinki pojedinih porodica vodenih kornjaša na postaji Tišina.

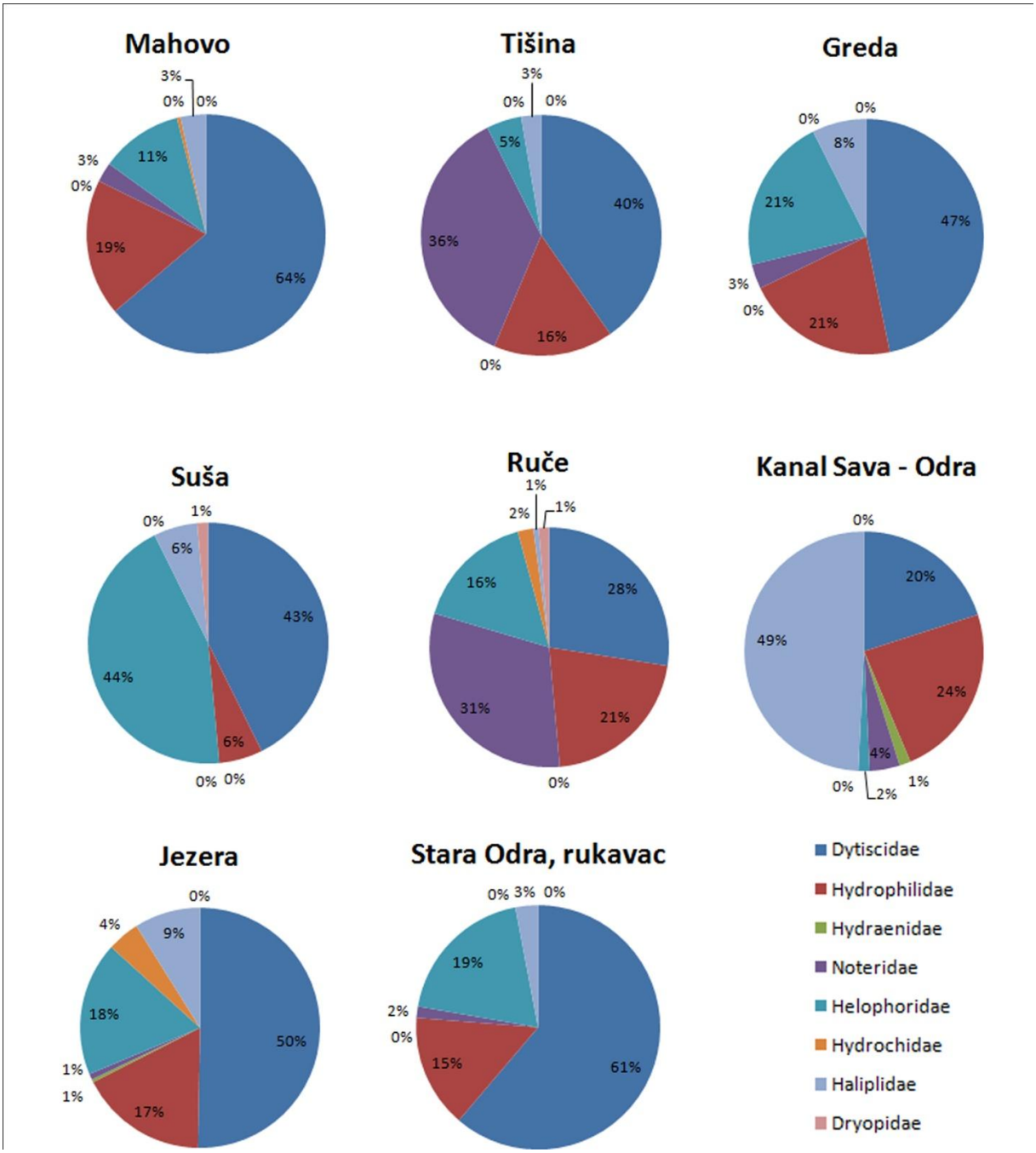
POSTAJA:	Tišina			
DATUM:	30.04.2011.	29.05.2011.	09.07.2011.	**Σ**
Dytiscidae	14	15	31	60
Hydrophilidae	0	21	3	24
Hydraenidae	0	0	0	0
Noteridae	41	0	13	54
Helophoridae	0	5	2	7
Hydrochidae	0	0	0	0
Haliplidae	4	0	0	4
Dryopidae	0	0	0	0
Σ	59	41	49	149

Zastupljenost pojedine porodice u ukupnom broju jedinki prikazana je na Slici 21 iz koje je vidljivo da najveći broj uzorkovanih jedinki pripada porodici Dytiscidae (48 %) i Hydrophilidae (18 %). Od svih zabilježenih porodica podreda Adephaga najviše ulovljenih jedinki pripada porodici Dytiscidae, dok najmanji udio zauzima porodica Noteridae sa 5,40 % od ukupnog broja jedinki. Unutar podreda Polyphaga najviše jedinki pripada porodici Hydrophilidae, a najmanje porodici Dryopidae i to 0,13 % od ukupnog broja jedinki (Slika 21).



Slika 21. Udio pojedine porodice u ukupnom broju jedinki zabilježenih na svim postajama u Odranskom polju.

Na slici 22 vidi se da su porodice podreda Adephaga, i to većinom porodica Dytiscidae, bile dominantne na svim postajama osim na postaji Suša gdje nešto više prevladavaju porodice podreda Polyphaga. Najveći udio jedinki porodice Dytiscidae zabilježen je na postaji Mahovo gdje su sačinjavale 64 % ukupnog ulova sa te postaje, dok je primjerice najveći udio jedinki iz Porodice Haliplidae bio zabilježen na postaji Kanal Sava – Odra (49 %). Unutar podreda Polyphaga većinom dominiraju porodice Helophoridae i Hydrophilidae. Najveći udio jedinki iz porodice Helophoridae zabilježen je na postaji Suša (44 %), dok je najveći udio jedinki iz porodice Hydrophilidae zabilježen na postaji Kanal Sava – Odra (24 %).

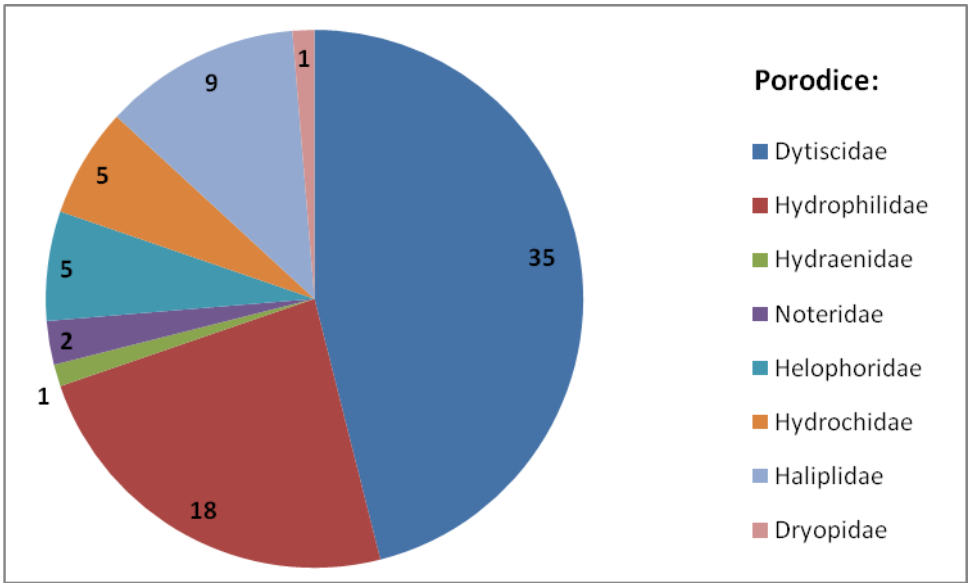


Slika 22. Udio pojedine porodice u ukupnom broju jedinki po postajama

4.2.2 Vrste vodenih kornjaša

Tijekom istraživanja utvrđeno je ukupno 76 različitih svojti vodenih kornjaša koje pripadaju osam različitih porodica. Od 2982 uzorkovanih jedinki, 2622 jedinki je određeno do razine vrste i utvrđeno je 66 vrsta vodenih kornjaša.

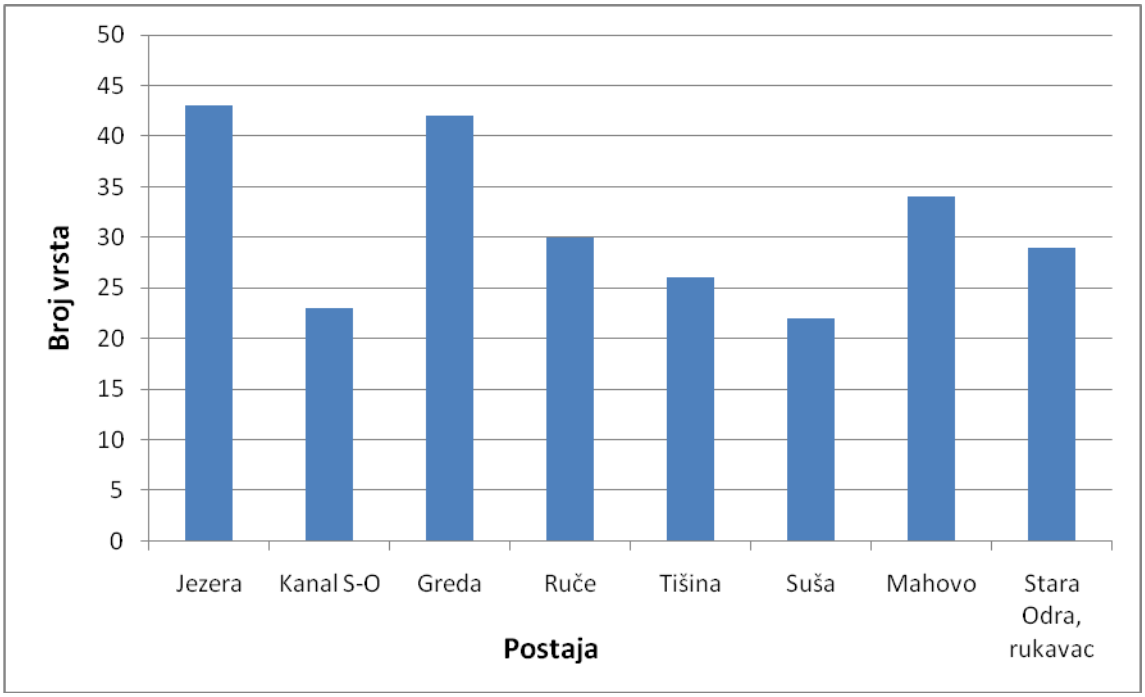
Vrstama najbrojnija je porodica Dytiscidae s 35 zabilježenih vrsta, dok najmanje vrsta pripada porodicama Hydraenidae i Dryopidae, koje su zastupljene samo s po jednom vrstom. Broj utvrđenih vrsta po porodicama vidi se na slici 23.



Slika 23. Broj vrsta po porodicama.

Na slici 24 vidi se ukupan broj vrsta zabilježen na pojedinoj postaji. Na postaji Jezera zabilježeno je najviše vrsta (43), dok je najsiromašnija vrstama bila postaja Suša, s 22 zabilježene vrste. Najbrojnija vrsta je *Hydroglyphus geminus* (Fabricius 1792), s 466 uhvaćene jedinke. Od ostalih vrsta po brojnosti su se istaknule *Laccophilus minutus* (Linné 1758) (279 uhvaćene jedinke), *Helochares obscurus* (O. F. Muller, 1776) (235 uhvaćene jedinke) , *Helophorus brevipalpis* (Bedel 1881) (224 uhvaćene jedinke) i *Cybister lateralimarginalis* (De Geer 1774) (151 uhvaćene jedinke). Najmanji broj jedinki (po jedna) zabilježen je za vrste *Agabus undulatus* (Schrank 1776), *Enochrus bicolor* (Fabricius 1792), *Haliplus (Haliplus) fluviatilis* (Aube 1836), *Haliplus (Liaphlus) variegatus* (Sturm 1834), *Hydrochus megalophallus* (Berge Henegouwen 1988), *Hydroporus pubescens* (Gyllenhal 1808), *Hydroporus striola* (Gyllenhal 1826), *Ilybius ater* (De Geer 1774) i *Graphoderus bilineatus* (De

Geer 1774). Vrsta *Graphoderus bilineatus* ističe se pošto je rijetka i ugrožena vrsta. Radi se o „Natura 2000“ vrsti koja se nalazi na Prilogu II i IV Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43/EEZ), kao i na Dodatku II Bernske Konvencije. Prema kategoriji ugroženosti ova vrsta je osjetljiva (VU).



Slika 24. Broj zabilježenih vrsta po postaji.

Slijedi sistematski pregled svojti zabilježenih tijekom istraživanja, a sistematska podjela preuzeta je iz Lobl i Smetana (2003). Popis i brojnost utvrđenih svojti vodenih kornjaša po postajama nalazi se u tablici Priloga 4.

4.3. Sistematski pregled svojti vodenih kornjaša

PORODICA: *Dytiscidae* Leach, 1815

- **rod:** *Agabus* Leach, 1817
  podrod: *Gaurodytes* C.G. Thomson, 1859
  bipustulatus Linné, 1767
  podrod: *Agabus* Leach 1815
  undulatus Schrank, 1776

Podporodica: *Dytiscinae* Leach, 1815

- **rod:** *Acilius* Leach, 1817
  podrod: *Acilius* Leach, 1817
  canaliculatus Nicolai, 1822
  sulcatus Linné, 1758
- **rod:** *Cybister* Curtis, 1827
  podrod: *Scaphinectes* Ádám, 1993
  lateralimarginalis lateralimarginalis DeGeer, 1774
- **rod:** *Dytiscus* Linné, 1758
  dimidiatus Bergstrâsser, 1778
  marginalis marginalis Linné, 1758
- podrod: *Hydaticus* Leach, 1817
  aruspex Clark, 1864
  transversalis transversalis Pontoppidan, 1763
  sp.
- **rod:** *Hydroglyphus* Motschulsky, 1853
  geminus Fabricius, 1792

- **rod:** *Graptodytes* Seidlitz, 1887
  pictus Fabricius, 1787
- **rod:** *Hydroporus* Clairville, 1806
  angustatus Sturm, 1835
  palustris Linné, 1761
  planus Fabricius, 178 l
  pubescens Gyllenhal, 1808
  striola Gyllenhal, 1826
  sp.
- **rod:** *Hygrotus* Stephens1 1828
  podrod: *Coelambus* C.G. Thomson, 1860
  impressopunctatus impressopunctatus Schaller, 1783
  sp.

podrod: *Hygrotus* Stephens, 1828

inaequalis inaequalis Fabricius, 1777

- **rod:** *Hyphydrus* Illiger, 1802

  ovatus Linné, 1761
- **rod:** *Laccophilus* Leach

  hyalinus hyalinus DeGeer, 1774

  minutus Linné, 1758

  poecilus Klug, 1834

  sp.
- **rod:** *Graphoderus* Dejean, 1833

  austriacus Sturm, 1834

  bilineatus DeGeer, 1774

  cinereus Linné, 1758
- **rod:** *Rhantus* Dejean, 1833
  - *suturalis* MacLeay, 1825
  - sp.

- **rod:** Porhydrus Guignot, 1945

  lineatus Fabricius, 1775
- **rod:** *Ilybius* Erichson, 1832

  ater DeGeer, 1774
- **rod:** *Colymbetes* ClairvUle, 1806

  fuscus Linné, 1758
- **rod:** *Copelatus* Erichson, 1832

  haemorrhoidalis Fabricius, 1787

PORODICA: *Hydrophilidae* Latreille, 1802

- **rod:** *Anacaena* Thomson, 1859

  limbata Fabricius, 179

  lutescens Stephens, 1829
- **rod:** *Berosus* Leach, 181

  podrod: *Berosus* Leach,1817

  geminus Reiche & Saulcy, 1856

  signaticollis Charpentier, 1825

  podrod: *Enoplurus* Hope,183

  frontifoveatus Kuwert, Kuwert 1888
- **rod:** *Enochrus* Thomson, 1859

  podrod: *Enochrus* Thomson, 1859

  melanocephalus Olivier, 1792

podrod: *Lumetus* Zaitzev, 1908

bicolor Fabricius, 1792

quadripunctatus Herbst, 1797

testaceus Fabricius, 1801

podrod: *Methydrus* Rey, 1885

nigritus Sharp, 1872

- **rod:** *Helochares* Mulsant, 1844

  podrod: *Helochares* Mulsant, 1844

  obscurus O. F. Muller, 1776

  sp.

- **rod:** *Hydrobius* Leach, 1815

  fuscipes Linnaeus, 1758

- **rod:** *Hydrochara* Berthold, 1827

  caraboides Linnaeus, 1758

  flavipes Steven, 1808

- **rod:** *Laccobius* Erichson, 1837

  podrod: Laccobius Erichson, 1837

  minutus Linnaeus, 1758

- **rod:** Limnoxenus Motschulsky, 1853

  niger Gmelin, 1790

- **rod:** *Coelostoma* BrutIe, 1835

  podrod: *Coelostoma* Brulle, 1835

  orbiculare Fabricius, 1775

PORODICA: Helophoridae Leach, 1815

- **rod:** *Helophorus* Fabricius, 1775

  podrod: *Helophorus* Fabricius, 1775

  aquaticus Linnaeus, 1758

  podrod: *Rhopalohelophorus* Kuwert, 1886

  brevipalpis brevipalpis Bedel, 1881:

  croaticus Kuwert, 1886

  obscurus Mulsant. 1844

  sp.

PORODICA: Hydrochidae Thomson, 1859

- **rod:** Hydrochus Leach, 1817
  elongatus Schaller, 1783
  flavipennis Kiister, 1852
  ignicollis Motschulsky, 1860
  megaphallus Berge Henegouwen, 1988:
  sp.

PORODICA: Haliplidae Kirby, 1837

- **rod:** *Haliplus* Latreille, 1802
  podrod: *Haliplus* Latreille, 1802
  fluviatilis Aubé, 1836
  heydeni Wehncke, 1875
  immaculatus Gerhardt, 1877
  ruficollis DeGeer, 1774
  sp.
- podrod: *Liaphlus* Guignot, 1928
  flavicollis Sturm, 1834
  fulvus Fabricius, 1801
  variegatus Sturm, 1834
- **rod:** *Peltodytes* Régimbart, 1879
  caesus Duftschmid, 1805

PORODICA: Noteridae CG. Thomson, 1860

- **rod:** *Noterus* Clairville, 1806

  clavicornis DeGeer, 1774

  crassicornis O.F. Müller, 1776

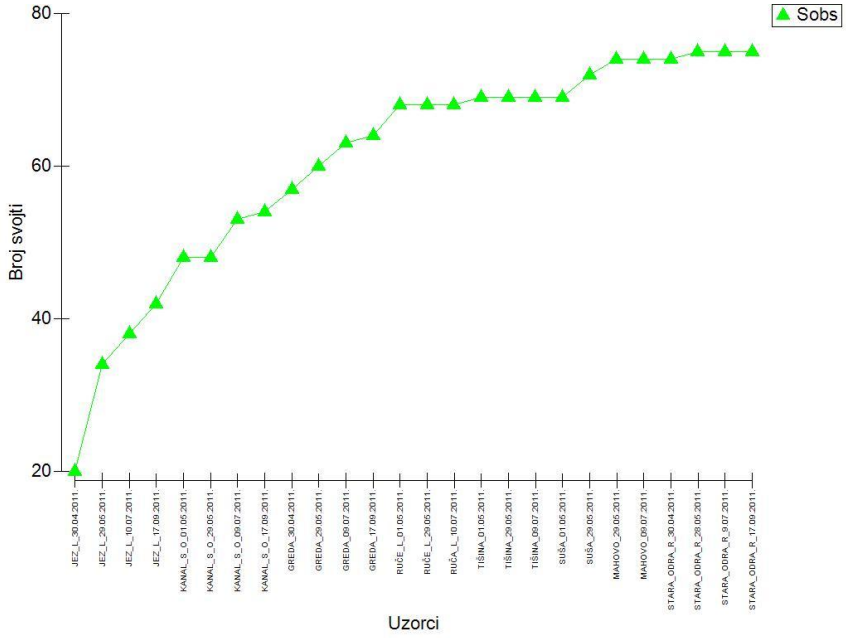
PORODICA: Hydraenidae Mulsant, 1844

- **rod:** *Hydraena* Kugelann, 1794

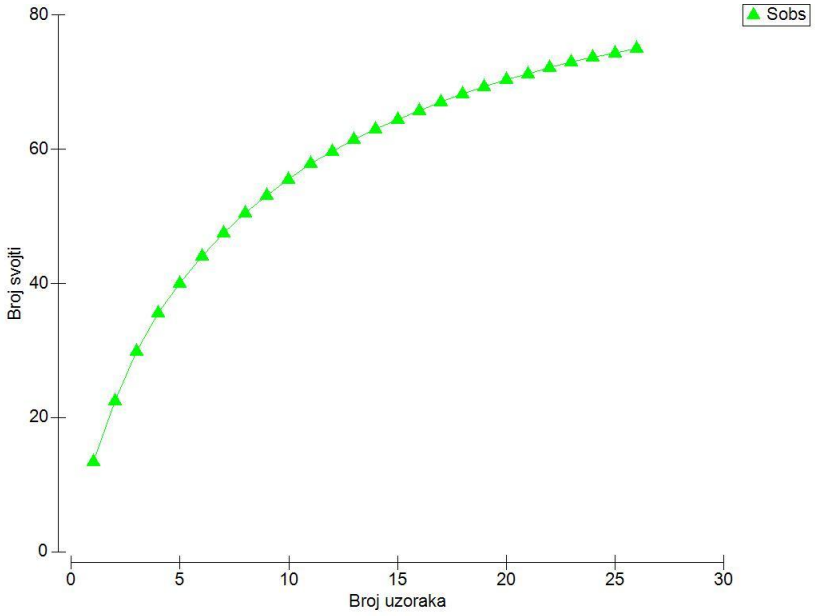
  sp.

4.4. Bogatstvo i raznolikost vodenih kornjaša

Tijekom istraživanja ukupno je prikupljeno 66 vrsta vodenih kornjaša odnosno 76 svojti, budući su neke određene samo do roda ili porodice. Vrste su prikupljene na temelju 26 uzoraka na ukupno 8 istraživanih postaja (Slika 25 i 26).

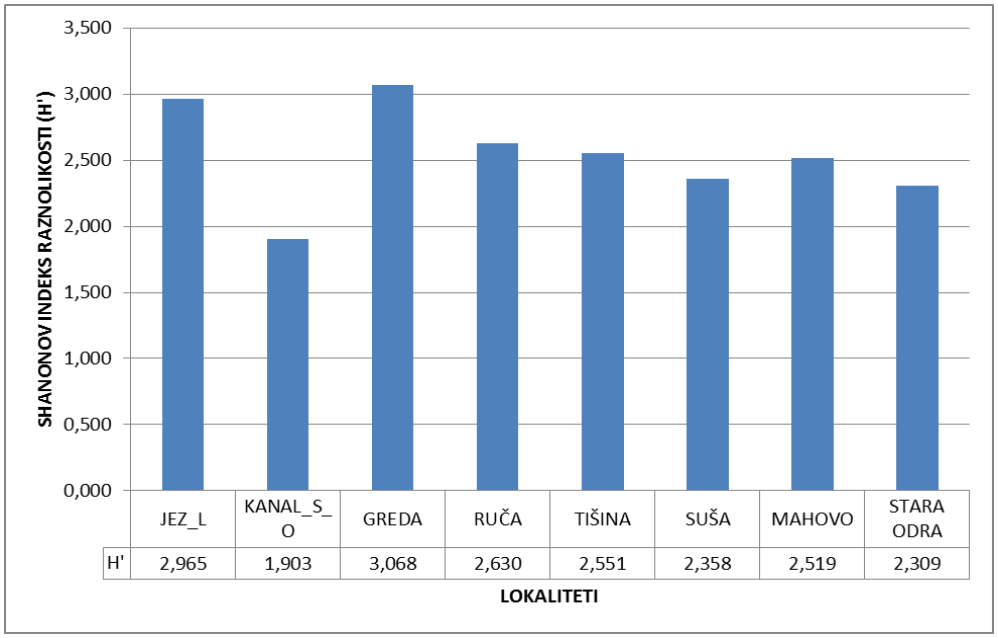


Slika 25. Akumulacijska krivulja povećanja kumulativnog broja svojti vodenih kornjaša na istraživanim lokalitetima.

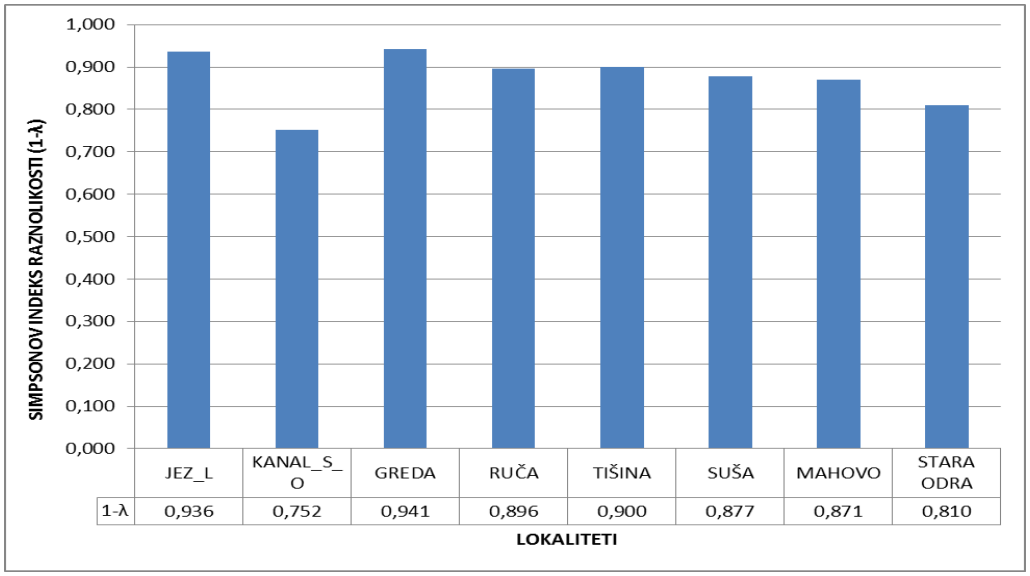


Slika 26. Rarefakcijska krivulja povećanja broja svojti vodenih kornjaša s povećanjem broja uzoraka.

Shanonov indeks raznolikosti (H') i Simpsonov indeks raznolikosti (1-λ) su najveći na lokalitetu Greda, a najmanji na lokalitetu Kanal Sava-Odra (Slika 27 i 28).

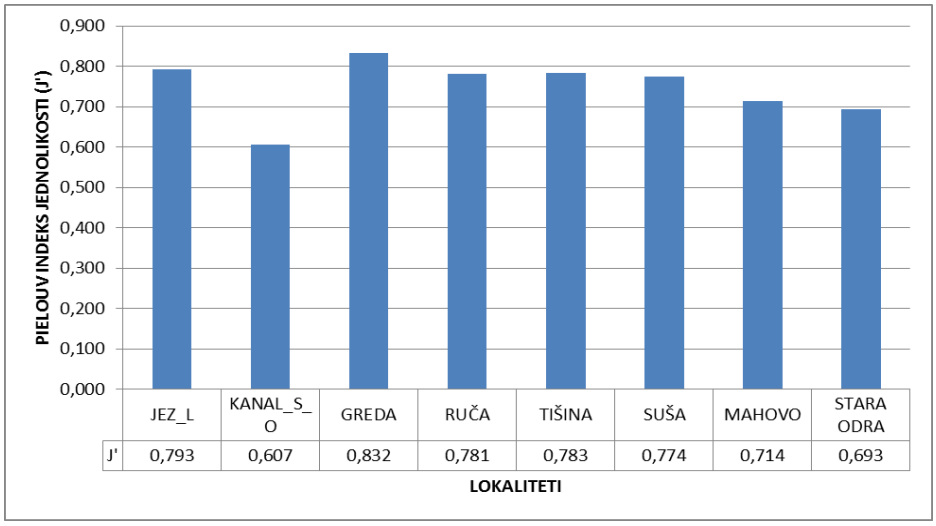


Slika 27. Shanonov indeks raznolikosti (H') na istraživanim lokalitetima (srednja vrijednost).



Slika 28. Simpsonov indeks raznolikosti (1-λ) na istraživanim lokalitetima (srednja vrijednost).

Pielouv indeks jednolikosti (J') također je najveći na lokalitetu Greda, a najmanji na lokalitetu Kanal Sava-Odra (Slika 29).



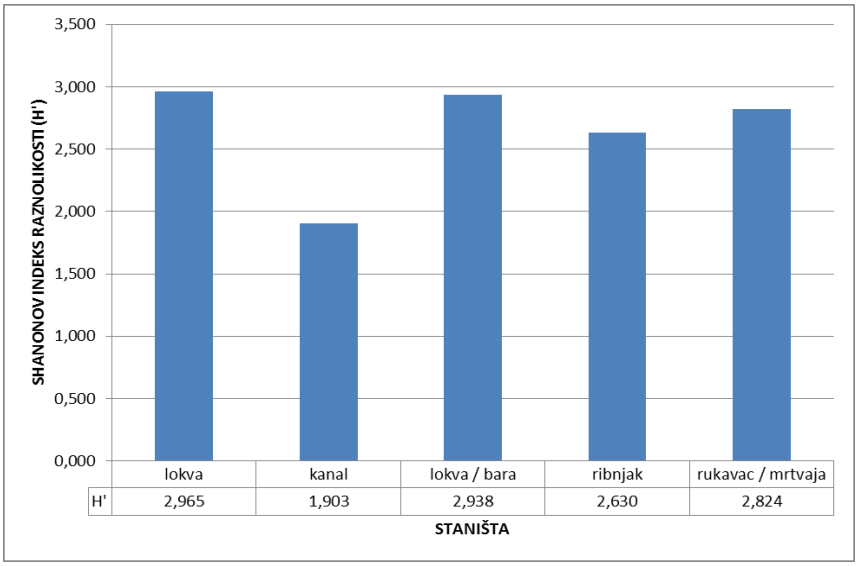
Slika 29. Pielouv indeks jednolikosti (J') na istraživanim lokalitetima (srednja vrijednost).

Tijekom provedenih istraživanja najviša vrijednost Shanonovog indeksa raznolikosti (H') utvrđena je na lokalitetu Jezero, a najniža na lokalitetu Stara Odra. Najviša vrijednost Simpsonovog indeksa raznolikosti (1-λ) utvrđena je na lokalitetu Kanal Sava-Odra, a najniža vrijednost na lokalitetu Stara Odra. Najviša i najniža vrijednost Pielouvog indeksa jednolikosti utvrđena je lokalitetu Ruča (Tablica 12).

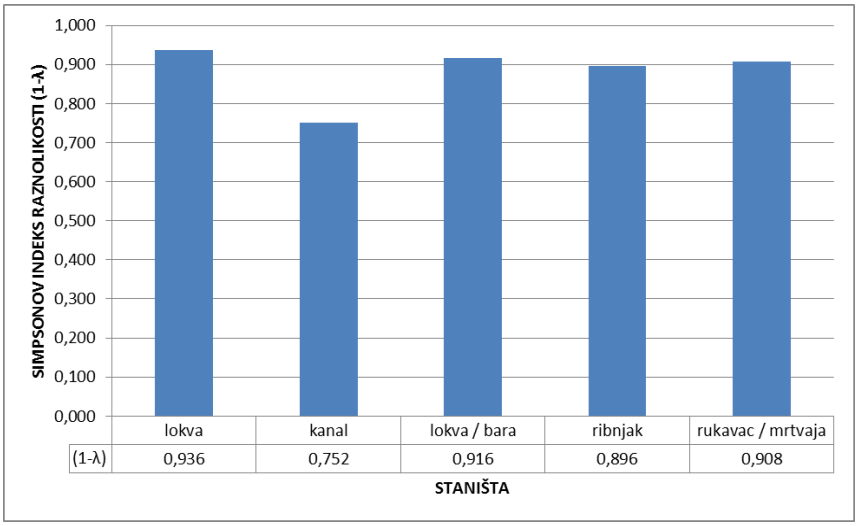
Tablica 12. Zbirni podaci opisne statistike indeksa raznolikosti i jednolikosti na istraživanim lokalitetima tijekom 2011. godine. Masno otisnutim slovima su označene minimalne i maksimalne vrijednosti.

LOKALITETI	OPISNA STATISTIKA	Shanonov indeks (H')	Simpsonov indeks (1-λ)	Pielov indeks jednolikosti (J')
Jezero	minimum	1,773	0,717	0,672
	maksimum	**2,555**	0,896	0,839
	srednja vrijednost	2,255	0,841	0,780
	standardna devijacija	0,363	0,084	0,076
Kanal S. O.	minimum	1,340	0,611	0,559
	maksimum	2,144	**0,923**	0,931
	srednja vrijednost	1,742	0,756	**0,706**
	standardna devijacija	0,402	0,157	0,198
Greda	minimum	1,857	0,786	0,747
	maksimum	2,551	0,905	0,873
	srednja vrijednost	**2,305**	**0,867**	0,811
	standardna devijacija	0,311	0,055	0,051
Ruča	minimum	1,049	0,475	**0,539**
	maksimum	2,304	0,905	**0,963**
	srednja vrijednost	1,634	0,737	0,749
	standardna devijacija	0,632	0,230	**0,212**
Tišina	minimum	1,618	0,748	0,736
	maksimum	2,122	0,855	0,827
	srednja vrijednost	1,930	0,814	0,788
	standardna devijacija	**0,273**	**0,058**	**0,047**
Suša	minimum	1,030	0,641	0,708
	maksimum	2,083	0,815	0,937
	srednja vrijednost	**1,556**	0,728	0,822
	standardna devijacija	0,745	0,123	0,162
Mahovo	minimum	1,525	0,796	0,703
	maksimum	2,459	0,862	0,947
	srednja vrijednost	1,992	0,829	**0,825**
	standardna devijacija	0,661	0,047	0,173
Stara Odra	minimum	**0,639**	**0,378**	0,582
	maksimum	2,179	0,917	0,927
	srednja vrijednost	1,651	**0,692**	0,731
	standardna devijacija	**0,876**	**0,280**	0,177

Shanonov indeks raznolikosti (H') i Simpsonov indeks raznolikosti (1-λ) su najveći na staništu lokva/bara,a najmanji na staništu kanal (Slika 30 i 31).

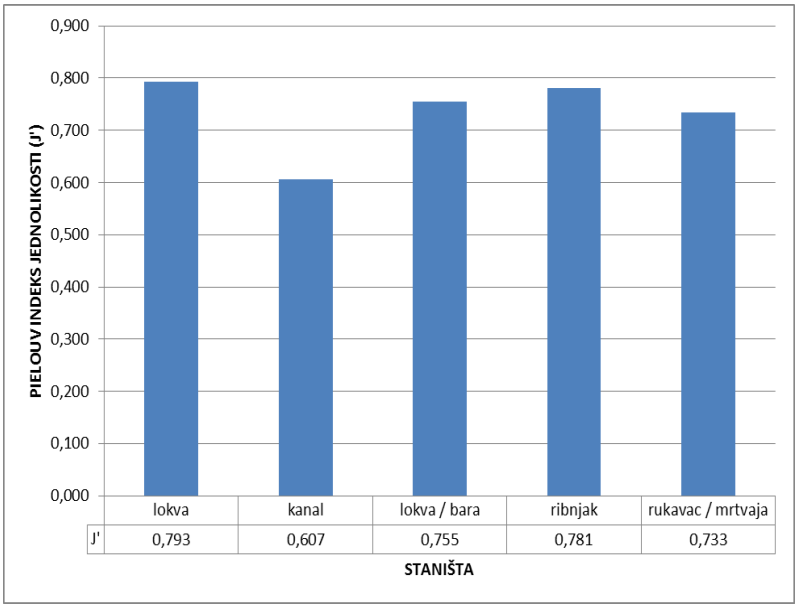


Slika 30. Shanonov indeks raznolikosti (H') na istraživanim staništima (srednja vrijednost).



Slika 31. Simpsonov indeks raznolikosti (1-λ) na istraživanim staništima (srednja vrijednost).

Pielouv indeks jednolikosti (J') najveći je na staništu lokva, a najmanji na staništu kanal (Slika 32).

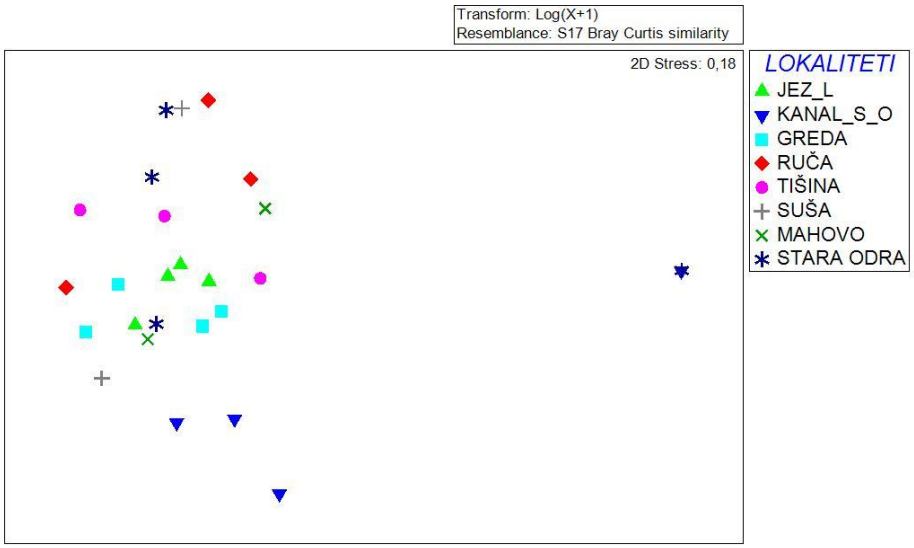


Slika 32. Pielouv indeks jednolikosti (J') na istraživanim staništima (srednja vrijednost).

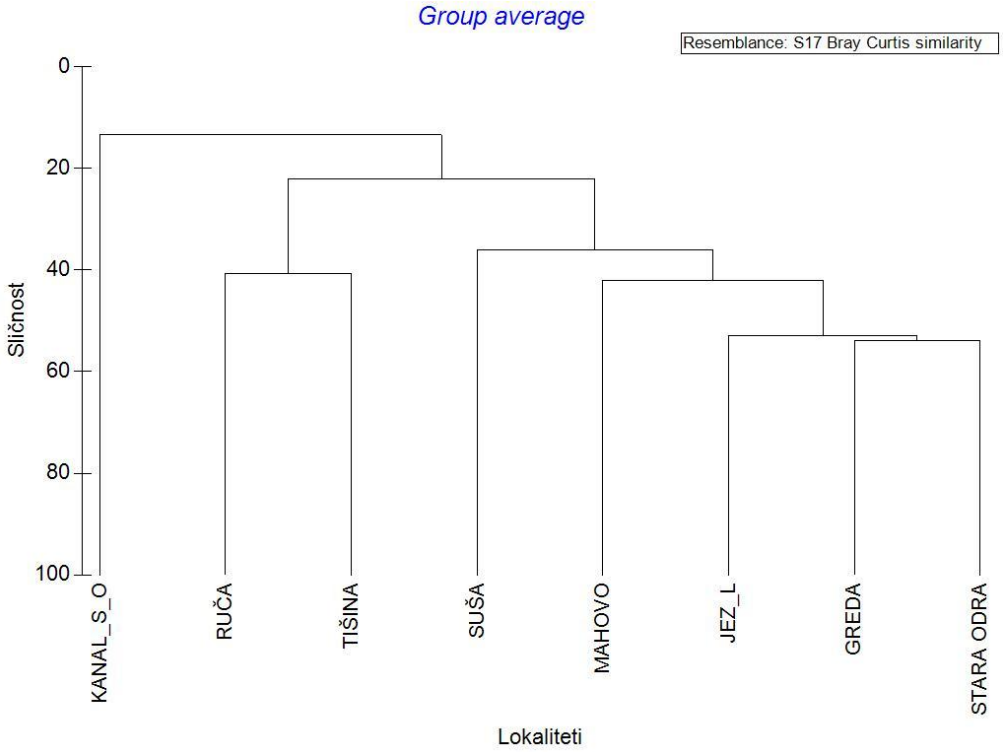
4.5. Analiza sličnosti zajednica vodenih kornjaša

Istraživani lokaliteti su međusobno uspoređeni s obzirom na sličnost zajednica vodenih kornjaša upotrebom Bray-Curtisovog koeficijenta sličnosti. Brojnost vodenih kornjaša je transfromirana (log (x+1)) prije analize, a za formiranje klastera korištena je metoda „*group average linking*“.

Iz dendrogarama i rezultata primjene metode nemetričkog multidimenzijonalnog skaliranja (NMDS analiza) jasno je vidljivo kako se zajednica vodenih kornjaša na lokalitetu Kanal Sava-Odra potpuno odvojila tj. značajno je različita od ostale strukture zajednica. Zajednice na ostalim lokalitetima ukazuju na veliku sličnost u sastavu. Osobito zajednice na lokalitetima Jezero, Greda i Stara Odra, koji predstavljaju sličan tip staništa (lokva, lokva/bara, rukavac/mrtvaja). Postaje Ruča i Tišina predstavljaju zasebnu grupu, premda po tipu staništa nisu u potpunosti slične (ribnjak i rukavac/mrtvaja) (Slika 33 i 34).

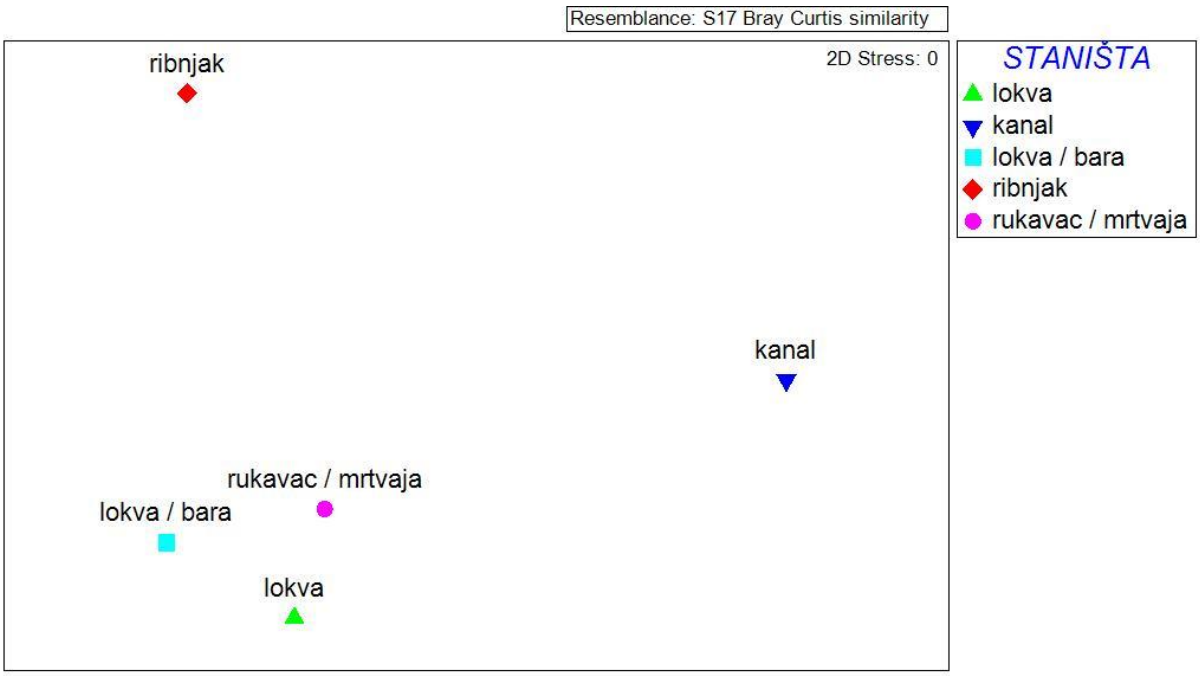


Slika 33. Prikaz rezultata multivarijantne analize (NMDS) (log(x+1) transformirani podaci) uz superponirane rezultate klaster analize temeljene na Bray-Curtisovom koeficijentu sličnosti (*group average linking)* na istraživanim lokalitetima.



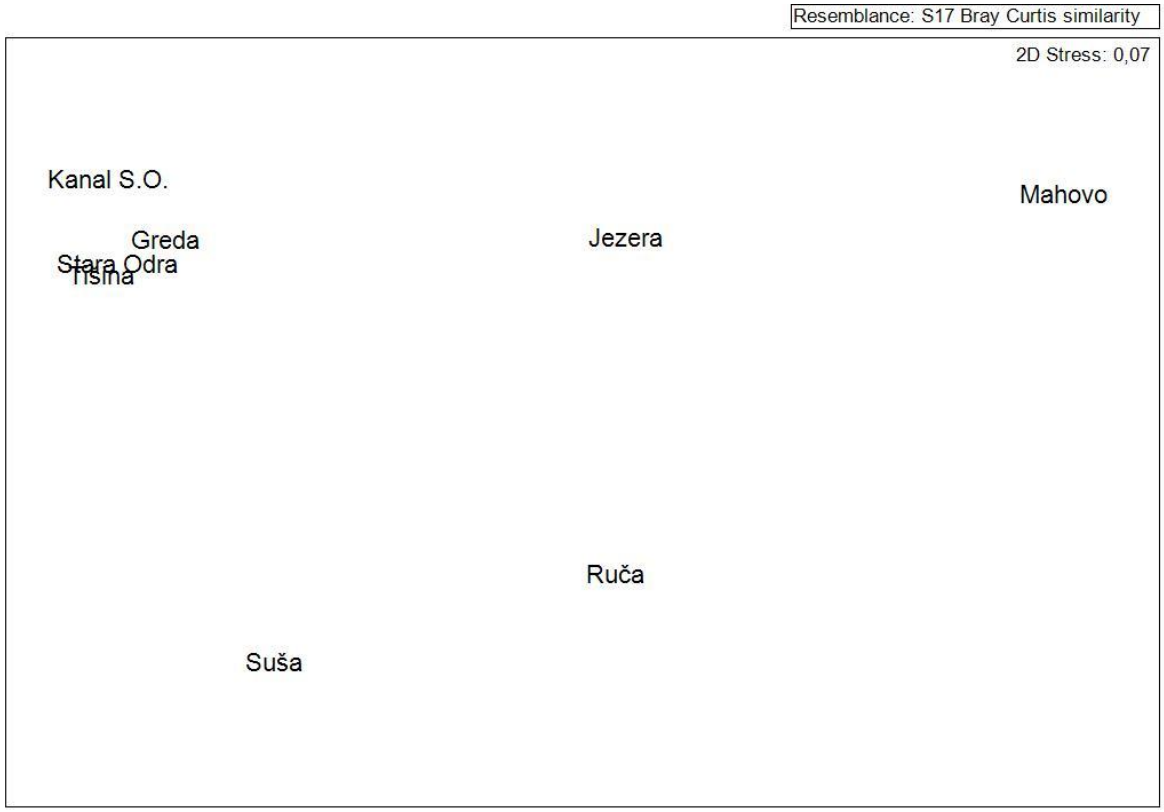
Slika 34. Dendrogram klaster analize temeljen na Bray-Curtisovom koeficijentu sličnosti (*group average linking*) izračunat prema log- transformiranim srednjim podacima brojnosti vodenih kornjaša na istraživanim lokalitetima.

Iz rezultata primjene metode nemetričkog multidimenzijonalnog skaliranja (NMDS analiza) jasno je vidljivo kako se zajednica vodenih kornjaša na sličnim staništima grupiraju zajedno (lokva, lokva/bara, rukavac/mrtvaja), dok se zajednice kornjaša na značajno različitim staništima potpuno odvajaju (ribnjak i kanal) (Slika 35).

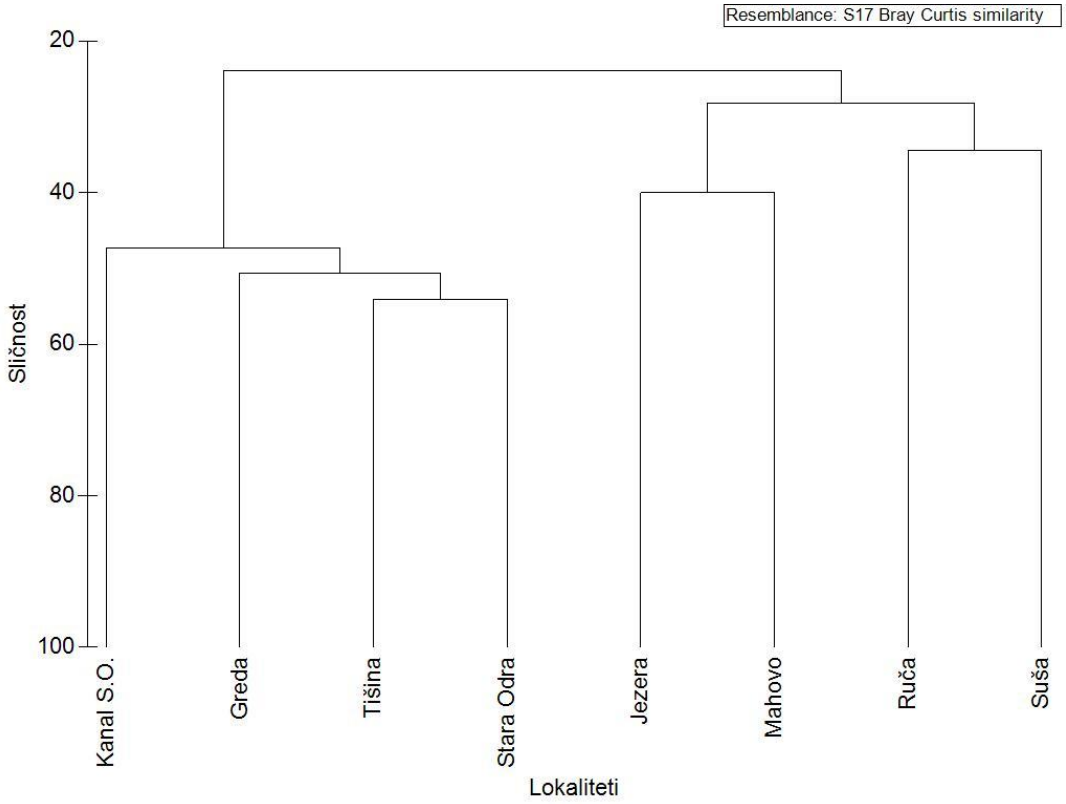


Slika 35. Prikaz rezultata multivarijantne analize (NMDS) (log(x+1) transformirani podaci) uz superponirane rezultate klaster analize temeljene na Bray-Curtisovom koeficijentu sličnosti (*group average linking)* u sastavu zajednica vodenih kornjaša istraživanih staništa.

Iz rezultata primjene metode nemetričkog multidimenzijonalnog skaliranja (NMDS analiza) vidljiva je najveća sličnost u sastavu zajednica makrofitske vodene vegetacije između lokaliteta Greda, Stara Odra i Tišina, Kanal Sava-Odra se i ovdje odvaja u zasebnu granu, dok se Jezera, Mahovo, Ruča i Suša odvajaju u posebnu grupu (Slika 36 i 37).



Slika 36. Prikaz rezultata multivarijantne analize (NMDS) uz superponirane rezultate klaster analize temeljene na Bray-Curtisovom koeficijentu sličnosti (*group average linking)* u sastavu makrofitske vodene vegetacije na istraživanim lokalitetima.



Slika 37. Dendrogram klaster analize temeljen na Bray-Curtisovom koeficijentu sličnosti (*group average linking*) izračunat prema sastavu makrofitske vodene vegetacije na istraživanim lokalitetima.

Na temelju provedene Bray-Curtisove analize sličnosti između trajnih i povremenih staništa, utvrđena je prosječna sličnost od 9,33% između trajnih staništa i 16,36% između povremenih vodenih staništa. Pri tome je utvrđeno da vrsta *Cybister lateralimarginalis* najviše doprinosi sličnosti i između trajnih i između povremenih staništa (Tablica 13 i 14).

Tablica 13. Popis vrsta vodenih kornjaša trajnih vodenih staništa koje doprinose više od 90% sličnosti prema Bray-Curtisovom indeksu. Masno su otisnute maksimalne i minimalne vrijednosti.

Vrste	Prosječna gustoća	Prosječna sličnost	SD
Cybister lateralimarginalis (De Geer 1774)	3,73	**2,02**	0,42
Hydroglyphus geminus (Fabricius 1792)	17,07	1,54	0,5
Peltodytes caesus (Duftschmid 1805)	4	0,92	0,42
Dytiscus dimidiatus (Bergstrasser 1778)	5,07	0,74	0,31
Helochares obscurus (O. F. Muller 1776)	5	0,72	0,5
Dytiscus marginalis (Linnaeus 1758)	2,53	0,56	0,44
Laccophilus minutus (Linnaeus 1758)	3,93	0,47	0,51
Haliplus sp.	11,73	0,44	0,1
Noterus clavicornis (De Geer 1774)	4,2	0,37	0,32
Anacaena limbata (Fabricius 1792)	6,47	0,36	0,35
Helophorus (Rhopalohelophorus) brevipalpis (Bedel 1881)	5,53	**0,3**	0,24

Tablica 14. Popis vrsta vodenih kornjaša povremenih vodenih staništa koje doprinose više od 90% sličnosti prema Bray-Curtisovom indeksu. Masno su otisnute maksimalne i minimalne vrijednosti.

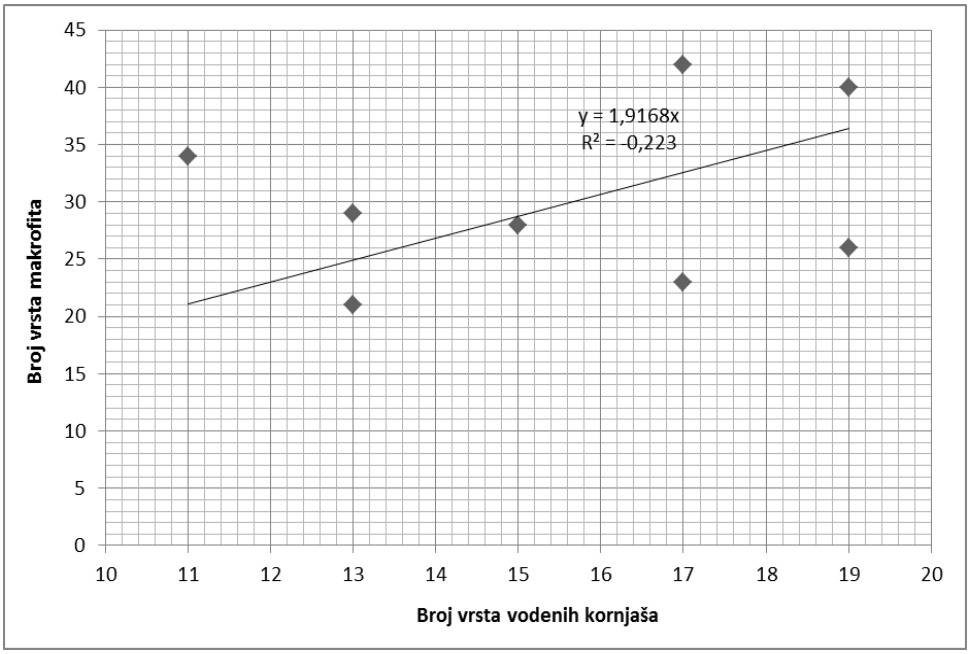
Vrste	Prosječna gustoća	Prosječna sličnost	SD
Cybister lateralimarginalis (De Geer 1774)	8,64	**4,24**	0,65
Hydroglyphus geminus (Fabricius 1792)	19,09	3,02	0,74
Helochares obscurus (O. F. Muller 1776)	14,55	1,67	0,57
Helophorus (Rhopalohelophorus) brevipalpis (Bedel 1881)	12,82	1,08	0,33
Noterus crassicornis (O. F. Muller 1776)	4,45	1	0,25
Dytiscus dimidiatus (Bergstrasser 1778)	3,18	0,81	0,55
Helophorus sp.	4,09	0,71	0,29
Peltodytes caesus (Duftschmid 1805)	5,64	0,52	0,39
Laccophilus minutus (Linnaeus 1758)	20	0,49	0,34
Hydroporus sp.	2,82	0,34	0,23
Colymbetes fuscus (Linnaeus 1758)	2,73	0,3	0,32
Noterus clavicornis (De Geer 1774)	3,91	0,29	0,21
Hydaticus transversalis (Pontoppidan 1763)	1,18	**0,23**	0,42
Graphoderus cinereus (Linnaeus 1758)	2,18	**0,23**	0,37

Na temelju provedene Bray-Curtisove analize utvrđena je prosječna različitost od 86,61% između istraživanih trajnih i povremenih vodenih staništa. Različitosti između navedenih tipova staništa najviše pridonosi vrsta *Hydroglyphus geminus* (Tablica 15).

Tablica 15. Popis vrsta vodenih kornjaša povremenih i trajnih vodenih staništa koji doprinose više od 90% različitosti prema Bray-Curtisovom indeksu.

Vrste	Prosječna različitost	SD
Hydroglyphus geminus (Fabricius 1792)	10,22	0,92
Cybister lateralimarginalis (De Geer 1774)	5,77	0,71
Helophorus (Rhopalohelophorus) brevipalpis (Bedel 1881)	5,57	0,73
Helochares obscurus (O. F. Muller 1776)	5,39	1,05
Laccophilus minutus (Linnaeus 1758)	4,79	0,68
Haliplus sp.	4,7	0,42
Noterus crassicornis (O. F. Muller 1776)	3,99	0,49
Noterus clavicornis (De Geer 1774)	3,7	0,52
Helophorus sp.	3,67	0,54
Peltodytes caesus (Duftschmid 1805)	3,6	0,71
Dytiscus dimidiatus (Bergstrasser 1778)	3,55	0,73
Anacaena limbata (Fabricius 1792)	2,78	0,45
Helophorus (Rhopalohelophorus) croaticus (Kuwert 1886)	2,6	0,45
Hydroporus sp.	2,42	0,45
Dytiscus marginalis (Linnaeus 1758)	2,31	0,47
Graphoderus cinereus (Linnaeus 1758)	1,76	0,38
Helophorus aquaticus (Linnaeus 1758)	1,31	0,38
Colymbetes fuscus (Linnaeus 1758)	1,29	0,56
Hydrochara flavipes (Steven 1808)	1,09	0,54
Hydaticus transversalis (Pontoppidan 1763)	1,02	0,61
Enochrus quadripunctatus (Herbst 1797)	0,93	0,61
Acilius sulcatus (Linnaeus 1758)	0,92	0,34
Hyphydrus ovatus (Linnaeus 1761)	0,87	0,49
Laccophilus hyalinus (De Geer 1774)	0,84	0,32
Helophorus (Rhopalohelophorus) obscurus (Mulsant 1844)	0,83	0,36
Hydroporus palustris (Linnaeus 1761)	0,76	0,6
Hydrobius fuscipes (Linnaeus 1758)	0,73	0,6
Hydrochara caraboides (Linnaeus 1758)	0,67	0,48

Na temelju usporedbe broja vrsta vodenih kornjaša i broja vrsta makrofitske vodene vegetacije utvrđena je pozitivna linearna korelacija, no Pearsonov koeficijent determinacije nije statistički značajan (p>0,05) (Slika 38).



Slika 38. Odnos broja vrsta vodenih kornjaša i broja vrsta makrofitske vodene vegetacije na osam istraživanih lokaliteta s označenom vrijednosti Pearsonovog koeficijenta determinacije R^2.

5. RASPRAVA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je istražiti zajednice vodenih kornjaša na različitim vodenim staništima u Odranskom polju i analizirati utjecaj abiotičkih čimbenika (fizikalno-kemijski parametri vode i prethodno određena obilježja postaja) na strukturu zajednice.

Prilikom mjerenja koncentracije otopljenog kisika očekivalo se da će ona opadati kako raste temperatura vode, te da će najmanje vrijednosti kisika biti za vrijeme ljetnih mjeseci. Na svim postajama je prema očekivanju temperatura vode u srpnju bila najveća, osim na postaji Most selce. Ova postaja se ističe po tome što je jedina tekućica dok su sve ostale postaje stajaćice. Poznato je da temperatura vode u rijekama imaju manje varijacije u temperaturi vode u odnosu na stajaćice. Unatoč porastu temperature vode, koncentracija otopljenog kisika nije pokazala očekivani trend opadanja za vrijeme srpnja na svim postajama. Jedino su postaje Greda, Kanal Sava - Odra i Most Selce pokazale najnižu koncentraciju otopljenog kisika u srpnju dok je na drugim postajama koncentracija otopljenog kisika varirala. Do istih rezultata su došli i Boven i sur. (2008), te su odstupanja od očekivanja pripisali vodenoj vegetaciji i algama koje su proizvodile kisik. Većina istraživanih postaja imala je srednju do veliku prisutnost vodene vegetacije, pogotovo tijekom ljetnih mjeseci, koja je vjerojatno kompenzirala gubitak kisika zbog povišenja temperature. Za vrijeme istraživanja pH vrijednost vode je jako malo varirala te se zadržavala u lužnatom području. Male razlike u pH vrijednostima i povećanje lužnatosti posljedica su uklanjanja CO_2 iz sustava djelovanjem fotosinteze (Bronmark i Hansson 2005). Jedino je na postaji Mahovo zabilježen minimalna pH vrijednost od 1.2 što je najvjerojatnije greška u mjerenju s obzirom da toliko niski pH čini vodu izuzetno kiselom i nepovoljnom za život. Na provodljivost vode utječe koncentracija otopljenih soli na način da veća koncentracija rezultira većom provodljivošću. Mjereći provodljivost vode možemo vidjeti koja postaja se češće isušuje po tome što će koncentracija otopljenih soli biti veća kako se volumen vode smanjuje. To se može vidjeti i u tablici u prilogu 3 koja ukazuje da je provodljivost na postajama koje su se isušile bila najveća pred samo isušivanje. Tu činjenicu su Valladares i sur. (2002) iskoristili pri određivanju trajnosti vodenih staništa.

Tijekom istraživanja u nizinskom poplavnom području Odranskog polja na 9 istraživanih postaja prikupljene su ukupno 2982 jedinke vodenih kornjaša koje se mogu svrstati u 76 svojti (45 svojti Hydradepaga i 31 svojta podreda Polyphaga) i 8 porodica. Faunu vodenih kornjaša u Hrvatskoj dosad su istraživali Novak (1952) koji je objedinio popis faune kornjaša Dalmacije i okolnih krajeva, Franciscolo (1972, 1978, 1979) na području Hrvatskog Primorja, te Gueorguiev (1965, 1977) u sklopu istraživanja faune Hydradephaga Jugoslavije i Balkanskog poluotoka. U novije vrijeme istraživanja su proveli Merdić i sur. (2005) i Turić i sur. (2011, 2012) na području Kopačkog rita i Gorskog kotara, te Temunović i sur. (2006) na području Lonjskog polja. U Lonjskom polju na 6 postaja zabilježeno je 29 svojti skupine Hydradephaga, dok je na području Kopačkog rita, također na 6 postaja, zabilježeno 28 svojti vodenih kornjaša. U nedavnom istraživanju strukture zajednice vodenih kornjaša na poplavnim područjima i kanalima u Parku prirode Kopački rit zabilježeno je 50 vrsta. Istraživana područja iz gore navedenih radova vrlo su slična Odranskom polju po karakteristikama staništa i nalaze se u neposrednoj blizini, a radi se o nizinskim poplavnim područjima. Uspoređujući ova područja, na Odranskom polju zabilježeno je veće bogatstvo vrsta. Na sličnom nizinskom močvarnom području u Njemačkoj Bloechl i sur. (2010) zabilježili su na 14 postaja 2527 jedinki vodenih kornjaša svrstanih u 63 svojte. Nadalje, u Mađarskoj je također istraživana fauna vodenih kornjaša poplavnog područja te je zabilježeno 3 895 jedinki, svrstanih u 66 svojti prikupljenih sa 19 postaja (Molnar i sur. 2009). Uspoređujući broj svojti zabilježen na Odranskom polju i na gore navedenim područjima u Hrvatskoj i izvan Hrvatske možemo ustanoviti da je broj vrsta u ovom istraživanju uistinu velik i čini približno jednu četvrtinu od ukupno zabilježenog broja vrsta vodenih kornjaša Hrvatske (oko 300 vrsta) prema katalogu faune Jugoslavije (Gueorguiev 1971). Iz akumulacijske krivulje vidljivo je da asimptota nije dosegnuta, što upućuje da daljnjim uzorkovanjem možemo očekivati nalaze novih vrsta za faunu vodenih kornjaša ovog područja.

Vrstama najbrojnije porodice bile su Dytiscidae i Hydrophilidae, što se poklapa s rezultatima svih gore navedenih autora. Najbrojnije vrste u Odranskom polju bile su *Hydroglyphus geminus*, *Laccophilus minutus* i *Helochares obscurus* koji je primjerice subdominantna vrsta u istraživanju močvarnog kompleksa u Mađarskoj (Molnar i sur. 2009). Vrsta *Laccophilus minutus* je vrlo česta i široko rasprostranjena diljem Palearktika koja često

preferira stajaćice s malo ili bez vodene vegetacije (Nilsson 1995). Ova vrsta uistinu je bila najbrojnija na postaji Mahovo (168 jedinki) koja je jedina okarakterizirana kao postaja bez obalne vegetacije i gotovo bez vodene makrofitske vegetacije (Vidi Prilog 1).

Odransko polje je unatoč blizine glavnih hrvatskih prometnica i glavnog grada Zagreba vrlo očuvano, i stoga je predloženo za uključivanje u ekološku mrežu NATURA 2000. Očuvanost cijelog područja ističe se i u bogatstvu vrsta vodenih kornjaša, što mnogi autori navode kao jedan od glavnih kriterija pri procjenjivanju očuvanosti i konzervacijske vrijednosti nekog područja (Eyre i Foster 1998). Bogatstvo vrsta vodenih kornjaša može služiti i pri procjeni raznolikosti drugih skupina vodenih beskralješnjaka koji žive na istom staništu (Sanchez-Fernandez 2006). Prisutnost rijetke i stenovalentne vrste, *Graphoderus bilineatus*, osjetljive na kolebanje ekoloških čimbenika, je također dokaz očuvanosti staništa. Ova vrsta nalazi se na crvenom popisu ugroženih vrsta u kategoriji ''osjetljiva'' (VU, IUCN 1996) i ciljana je vrsta očuvanja za predloženo NATURA 2000 područje Odransko polje (DZZP 2012). Zabilježena je na postaji Jezera na kojoj je ujedno zabilježen i najveći broj vrsta vodenih kornjaša, što podupire povezanost između očuvanosti staništa i broja vrsta.

Na dvije privremene postaje tijekom istraživanja zabilježen je najveći broj jedinki. Florenico i Serrano (2009) navode da vrste u privremenim postajama imaju brže životne cikluse, kao prilagodbu na dinamičnost njihovog staništa, te je to jedan od razloga velike količine jedinki zabilježenih na takvim postajama. Također navode da ove jedinke preferiraju privremena staništa jer ne mogu konkurirati s vrstama trajnih staništa, ali su zato bolje prilagođene sušnim razdobljima. Sličnosti trajnim i povremenim postajama pridonosi vrsta *Cybister lateralimarginalis* koja prezimljuje na trajnim postajama u odraslom obliku te u proljeće počinje sa seljenjem (Nilsson i Holmen 1995). Iz tog razloga ova je vrsta bila prisutna i na trajnim i na povremenim postajama. Najvećoj različitosti između trajnih i privremenih staništa pridonosi vrsta *Hydroglyphus geminus*. To je manja paleartička vrsta iz porodice Dytiscidae, koja nastanjuje udubljene bazene vode, najčešće ljudskog porijekla i privremene bare i lokve, preferirajući one novonastale (Nilsson i Holmen 1995). Ima kratki ciklus razmnožavanja da bi se bolje prilagodila na uvjete u povremenim postajama što objašnjava da je upravo od ove vrste najviše jedinki zabilježeno.

Na temelju sličnosti prema strukturi zajednice vodenih kornjaša jasno se vidi da se postaja Kanal Sava – Odra odvaja od ostalih postaja. Ako se usporede po sličnosti zajednica različiti tipovi staništa jasno se zajedno grupiraju lokve, bare i rukavci, a odvaja se kanal i ribnjak. Turić i sur. (2012) u svom istraživanju na području Kopačkog rita također su utvrdili jasne razlike u faunističkom sastavu vodenih kornjaša između kanala i poplavnih područja. Našim istraživanjem potvrdili smo da kanali imaju specifičnu faunu vodenih kornjaša koja se razlikuje od faune ostalih tipova istraživanih staništa. Enrih i sur. (2005) su dobili slične rezultate u istraživanju postaja Kopačkog rita te su te razlike pripisali veličini i dužini samog kanala (2005). Kanal kao tip staništa se također jasno odvojio prema strukturi zajednice vodenih kornjaša što se poklapa i s analizom na temelju postaja.

Mnogi autori navode da gustoća i sastav vodene vegetacije ima veliki utjecaj na zajednice vodenih kornjaša (Gioria i sur. 2010, Molnar i sur. 2009, Nilsson i Söderberg 1996). Mnogi vodeni kornjaši koriste se vodenom vegetacijom za razmnožavanje (odlaganje i spremanje jaja), kretanje, a neki se i hrane njome (Nillson 1996). Uspoređujući broj zabilježenih vrsta vodenih kornjaša i makrofitske vodene vegetacije utvrđena je pozitivna linearna korelacija. Do sličnih rezultata su došli i Gioria i sur. (2010), te su potvrdili pozitivnu korelaciju između sastava zajednice biljaka i vodenih kornjaša. Iz dobivenih rezultata možemo reći da smo uspjeli potvrditi hipotezu zadanu u ciljevima istraživanja, da je raznolikost i brojnost vodenih kornjaša veća na vodenih staništima koja imaju veću raznolikost vrsta makrofitske vodene vegetacije. Premda Pearsonov koeficijent determinacije (R^2) nije statistički značajan, korelacija između broja vrsta makrofitske vodene vegetacije i broja vrsta vodenih kornjaša je pozitivna, a dobiveni rezultati posljedica su nedostatka procjene brojnosti makrofitske vegetacije tijekom svakog izlaska na teren.

6. ZAKLJUČCI

- Područje Odranskog polja izuzetno je bogato vodenim kornjašima u odnosu na ostala poplavna područja Hrvatske i cijele regije, te prisutnost najugroženijih vrsta Europe potvrđuje njegovu važnost u zaštiti biološke raznolikosti.
- Ukupan broj zabilježenih svojti vodenih kornjaša (76) predstavlja do sada najvišu vrijednost bogatstva vrsta ove skupine za jedno poplavno polje u Hrvatskoj.
- Najveća raznolikost vodenih kornjaša je bila na postaji Jezera, dok je porodica Dytiscidae bila najdominantnija s obzirom na broj vrsta na svim istraživanim postajama.
- Zajednice vodenih kornjaša ukazuju na razlike u obilježjima staništa i stalnosti vode.
- Bogatstvo zajednica vodenih kornjaša pozitivno je korelirano s bogatstvom zajednica makrofitske vodene vegetacije.

7. LITERATURA

1. Bloechl A., Koenemann S., Philippi B., 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.

2. Boven L, Stoks R, Forro L, Brendonck L (2008) Seasonal dynamics in water quality and vegetation cover in temporary polls with variable hydro-periods in Kiskunsag (Hungary). Wetlands 28: 401–410

3. Brönmark, C. i Hansson, L.-A. (1998) The Biology of Lakes and Ponds. Oxford University Press. Oxford, UK

4. Clarke K.R, Warwick R.M,. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, ed. 2. PRIMER-E, Plymouth.

5. Clarke K.R., Gorley R.N., 2006: PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

6. Davy – Bowker J. 2002: Amark and recapture study of water beetles (Coleoptera: Dytiscidae) in a group of semi – permanent and temporary ponds. Aquatic Ecology 36: 435 – 446.

7. DZZP 2012: Prijedlog ekološke mreže Natura 2000. Stručna podloga. Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb, 2012.

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

9. Erye M.D., Ball S.G., Foster G.N. 1986: An initial calssification of the habitats of aquatic Coleoptera in north - east England. Journal Applied Ecology 23: 841 - 852.

10. Eyre M. D., Foster G. N. 1989: A comparison of aquatic Heteroptera and Coleoptera communities as a basis for environmental and conservation assessments in static water sites. Journal of Applied Entomology 108: 355 – 362.

11. Fairchild G.W., Faldus A.M., Matta J.F. 2000: Beetle assemblages in ponds; effects of habitat and site age. Freshater Ecology 44: 523 - 534.

12. Franciscolo, E. M., 1972: Hydroadephaga of Yugoslav Adriatic Islands. Part I. Acta entomologica Jugoslavica 8: 55-90.

13. Franciscolo, E. M., 1978: Hydradephaga of Yugoslav Adriatic Islands. Part II. Cres, Lošinj and Unije. Acta entomologica Jugoslavica 14: 35-47.

14. Franciscolo, E. M., 1979: Drugi prilog poznavanju ditiscida (Coleoptera) Jugoslavije. Sažetak. Acta entomologica Jugoslavica 15(1-2): 133-137.

15. Freude, H., K. W. Harde, G. A. Lohse, 1971: Die Käfer Mitteleuropas 3. Goecke & Evers, Krefeld.

16. Friday L. E., 1988: A Key to the Adults of British Water Beetles. Field Studies 7: 1-151.

17. Garrido J., Munilla I. 2008: Aquatic Coleoptera and Hemiptera assemblages in three costal lagoons of the New Iberian Peninsula: Assessment of conservation value and response to environmental factors. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 18: 557 – 569.

18. Gioria M., Schaffers A., Bacaro G., Feehan J. 2010: The conservation value of farmland ponds: Predicting water beetle assemblages using vascular plants as a surrogate group. Biological Conservation 143: 1125–1133.

19. Gotelli N.J., Colwell R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4: 379-391.

20. Guéorguiev V.B. 1965: Deuxieme contribution a la connaissance des coléopteres hydrocanthares de Yougoslavie. Acta Entomológica Musei Nationalis Pragae 36: 489–500.

21. Gueorguiev, V. B., 1971: Coleoptera Hydrocanthares et Palpicornia. Catalogus faunae Jugoslaviae. III/6. SAZU, Ljubljana.

22. Gueorguiev V.B. 1977: Contribution a l'étude des coléoptéres hydrocanthares (haliplidae, hygrobiidae, ditiscidae et gyrinidae) de la Péninsule Balkanique. Acta Entomológica Musei Nationalis Pragae 39: 309-318.

23. Gullan P. J., Cranston P. 2010: Insects: An Outline of Entomology, 4th Edition. Wiley-Blackwell Publishing, Oxford.

24. Ilijanić Lj., Topić J., Anić I., Gottstein S., Kušan V., Peternel H., Hima V., Ivaštinović D. (2008): Priručnik za kartiranje i upravljanje staništima u Parku prirode Lonjsko polje. Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje, Krapje.

25. IUCN 2012: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. www.iucnredlist.org. Downloaded on 06 February 2013.

26. Jäch M.A., Blake M. 2008: Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. Hydrobiologia 595: 419–442.

27. Lundkvist E., Landin J., Karlsson F. 2001: Dispersing diving beetles (Dytiscidae) in agricultural and urban landscapes in south – eastern Sweden. Annales Zoologici Fennici 39: 109 – 123.

28. Matoničkin I. 1981: Beskralješnjaci. Biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb.

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

30. Miguelez D., 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

31. Molnar A., Csabai Z., Tothmeresz B. 2009: Influence of flooding and vegetation patterns on aquatic beetle diversity in a constructed wetland complex. Wetlands 29: 1214–1223.

32. Nilsson A. N., Holmen M. 1995: Fauna Entomologica Scandinavica, Vol. 32. The Aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. Scandinavian Science Press Ltd, Copenhagen.

33. Nilsson A. N. 1996: Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook. Volume 1. Apollo Books, Stenstrup.

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

35. Noss R.F. 1990: Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4: 355–364.

36. Novak P. 1952: Kornjaši Jadranskog primorja (Coleoptera). JAZU, Zagreb.

37. Pearson D. L. 1994: Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. Biological Sciences 345: 75–79.

38. Pearson D. L., Cassola F. 1992: World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. Conservation Biology 6: 376–390.

39. Petersen I., Masters Z., Hildrew A. G., Ormerod S. J. 2004: Dispersal of adult aquatic insects in catchments of differing land use. Journal of Applied Ecology 41: 934 – 950.

40. Ribera I. 2000: Biogeography and conservation of Iberian water beetles. *Biological Conservation* 92: 131-150.

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

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

43. Sanchez – Fernandez D., Abellan P., Mellado A., Velasco J., Millan A. 2006: Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterenian aquatic ecosystems? The case of the Segura river basin (SE Spain). Biodiversity and Conservation 15: 4507 – 4520.

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

45. Turić N, Merdić E, Hackenberger. K. B, Jeličić Ž, Vignjević G. & Csábai Z. 2011: Structure of aquatic assemblages of Coleoptera and Heteroptera in relation to habitat type and flood dynamic structure. Aquatic Insects. 34: 189-205.

46. Valladares L. F., Garrido J., Garcia – Criado F. 2002: The assemblages of aquatic Coleoptera from shallow lakes in the norhten Iberian Meseta: Influence of environmental variables. European Journal of Entomology 99: 289 – 298.

47. http://coleoguy.blogspot.com/p/coleoptera-pictures.html

48. http://www.ento.csiro.au/education/insects/coleoptera.html

49. http://www.zastita-prirode-smz.hr/odransko-polje/

8. PRILOZI

- Prilog 1. Opis istraživanih postaja prema odabranim karakteristikama
- Prilog 2. Popis zabilježenih vrsta vodene makrofitske vegetacije po postajama
- Prilog 3. Mjerenja Fizikalno-kemijskih parametara vode
- Prilog 4. Popis i brojnost zabilježenih svojti vodenih kornjaša po postajama