

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Nina Marn

MORFOLOŠKA VARIJABILNOST RAKOVA
VRSTE *Austropotamobius torrentium*
NA PODRUČJU PARKA PRIRODE
ŽUMBERAK –SAMOBORSKO GORJE

Zagreb, 2009

Ovaj rad izrađen je u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Ivane Maguire i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2008/2009.

SADRŽAJ RADA

1. UVOD	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	8
3. MATERIJAL I METODE	10
3.1. MATERIJAL	11
3.2. METODE	12
4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	16
5. REZULTATI	19
6. RASPRAVA	31
7. ZAKLJUČCI	35
8. ZAHVALE	37
9. POPIS LITERATURE	39
10. SAŽETAK	43
11. SUMMARY	45
12. PRILOZI	47

Uvod

Do danas je u svijetu opisano oko 600 vrsta slatkovodnih deseteronožnih rakova iz podreda Astacida, podijeljenih u dvije nadporodice i tri porodice (Holdich, 2002):

Sistematika:

Koljeno: ARTHROPODA – člankonošci

Razred: CRUSTACEA – rakovi

Red: DECAPODA – deseteronošci

Podred: ASTACIDA

Natporodica: ASTACOIDEA

Porodica: CAMBARIDAE

Porodica: ASTACIDAE

Rod: *ASTACUS*

Rod: *AUSTROPOTAMOBIOUS*

Natporodica: PARASTACOIDEA

Porodica: PARASTACIDAE

Na području Europe danas živi pet vrsta autohtonih slatkovodnih rakova iz porodice Astacidae: *Astacus astacus* (riječni ili plemeniti rak), *Astacus leptodactylus* (dunavski, turski, uskoškari ili barski rak), *Astacus pachypus*, *Austropotamobius pallipes* (bjelonogi ili primorski rak) i *Austropotamobius torrentium* (rak kamenjar ili potočni rak) (slika 1).

Filogenetski mlađi rod *Astacus* rasprostranjen je kroz cijelu Europu izuzev Iberijskog poluotoka. Areal roda *Astacus* se prostire na istok do Rusije, na sjever do Skandinavije, jug do Turske, a na zapad do Francuske. Rod *Austropotamobius* ima manji areal, granice su mu Balkanski poluotok na istoku, Britansko otočje na sjeveru, Italija na jugu i Iberijski poluotok na zapadu (Hobbs, 1988).



SLIKA 1. Rasprostranjenost autohtonih vrsta slatkovodnih rakova iz porodice Astacidea diljem Europe (Holdich i Lowery, 1988).

U Europi, osim autohtonih, danas žive i alohtone vrste. Najčešće su to američke vrste *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) također iz porodice Astacidae, zatim pripadnici porodice Cambaridae: *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) i *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) i neke vrste australskog roda *Cherax* (Erichson, 1846) iz porodice Parastacidae. Američke vrste unesene su u 19. i 20. stoljeću zbog uzgoja, a kasnije kako bi obnovile račjom kugom pogođene populacije autohtonih vrsta (Ackefors, 1998; Holdich, 2003). Tada se znalo da su američke vrste otporne na uzročnika račje kuge – gljivicu *Aphanomyces astaci*, ali se nije znalo da su upravo oni i prijenosnici. Zbog toga, kao i zbog njihove agresivnosti i fekunditeta, ubrzo su istisnuli autohtone vrste u kompeticiji za prostor i hranu. Pribrojimo li ovome i promjene staništa, ometanje rakova ljudskim aktivnostima i pretjeran izlov, razumljivo je zbog čega su populacije autohtonih rakova u stalnom opadanju (Holdich, 1999; Taugbøl i Skurdal, 1999).

Hrvatsku karakterizira velika raznolikost ekoloških sistema i staništa. Obzirom da je smještena na granici nekoliko biogeografskih regija, obuhvaća dijelove s različitim geološkim, pedološkim, hidrološkim i klimatskim uvjetima (Radović, 2000). Kao posljedica toga, na teritoriju Hrvatske obitavaju čak četiri vrste iz porodice Astacidae: *Astacus astacus*, *Austropotamobius leptodactylus*, *Austropotamobius pallipes* i *Austropotamobius torrentium*. Zabilježene su i invazivne vrste *Orconectes limosus* u močvarama Parka prirode Kopački rit (Maguire i Klobučar, 2003) te *Pacifastacus leniusculus* u Muri (Maguire i sur., 2008).

Kako su slatkovodni rakovi u Hrvatskoj ugroženi zbog više negativnih utjecaja, a ponajviše zbog degradacije staništa na kojima obitavaju, pod zakonskom su zaštitom još od 1998. godine. Vrste *Astacus astacus*, *Austropotamobius pallipes* i *A. torrentium* zaštićene su Pravilnikom o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim, (Narodne novine 07/06), i Zakonom o zaštiti prirode (Narodne novine 70/05) te ih je zabranjeno namjerno hvatati, držati ili ubijati. Sve tri vrste zaštićene su i na razini Europe: uvrštene su na IUCN-ovu crvenu listu ugroženih vrsta (IUCN - *International Union for Conservation of Nature*) u kategoriju rizičnih vrsta (VU – *vulnerable*), što znači da nisu kritično ugrožene, ali postoji visoki rizik od izumiranja u ne tako dalekoj budućnosti. Sve tri vrste su uvrštene i u Apendiks br. III Bernske konvencije po kojem je njihovo iskorištavanje pod strogom kontrolom i nadzorom svake države (Taylor, 2002), a vrste *A. torrentium* i *A. pallipes* uvrštene su i u Direktivu o staništima Europske unije.

Od svih Europskih slatkovodnih rakova *Austropotamobius torrentium* ima najmanji areal. Nastanjuje prostor koji se proteže na sjever do Njemačke i Češke, zapadno do Luksemburga i Francuske, južno do Grčke i istočno do Bugarske (Holdich, 2002). Nedavno je pronađen u Turskoj (Harhoglu i Günern, 2006), ali se ne zna sa sigurnošću da li je to njegovo prirodno stanište ili je unesen.

U Hrvatskoj se nalazi u vodotocima koji pripadaju Crnomorskom slivu (Maguire i Gottstein-Matočec, 2004), a nedavno je utvrđen i u Jadranskom slivu (Maguire i sur, 2006). Populacije su pronađene u rijekama i potocima Hrvatskog zagorja, Slavonije, Gorskog kotara, Like i Dalmatinske zagore.

Zahvaljujući činjenici da stanište raka kamenjara uglavnom ne odgovara drugim vrstama slatkovodnih rakova, populacije su manje pogođene račjom kugom koju prenose alohtone vrste rakova (Bohl, 1999.; Renz i Breithaupt, 2000). Također su nepogodni za komercijalnu eksploataciju zbog male veličine (Laurent, 1998), tako da je njihova rasprostranjenost u Europi uglavnom nepromijenjena ljudskim djelovanjem (Troschel i sur., 1995; Kappus i sur., 1999).

Najveći izmjereni primjerci raka kamenjara bili su dugi svega 11cm (Troschel i Dehus, 1993), pa je ovo najmanja vrsta porodice Astacidae. Na gornjoj strani karapaksa postoji samo jedan par postorbitalnih grebena, što je ujedno i karakteristika cijelog roda *Austropotamobius*. Strane karapaksa su glatke i nema trnova iza cervikalne brazde. Rostrum je kratak i ima oblik jednakostraničnog trokuta, a njegov oblik je promjenjiv. U odnosu na druge vrste, rostrum ima manje rostralne trnove. Kliješta potočnog raka su kod starijih mužjaka debela i široka, dok su kod ženki nešto uža. Na nepokrenom prstu kliješta nalazi se jako udubljenje, koje je kod regeniranih kliješta slabije izraženo. Regenirana kliješta su, osim toga, uvijek uža. Površina kliješta prekrivena je velikim i grubim granulama (slika 2).



SLIKA 2. *Austropotamobius torrentium* - oblik rostruma i granulirana kliješta

Rakovi su noćne životinje, tako da se tijekom dana skrivaju u skloništima, a po noći izlaze van i traže hranu. Noćni način života prilagodba je na izbjegavanje predatora, ali i na dnevni ciklus njihovog plijena (Skurdal i Taugbøl, 2002). Osim beskralješnjaka bentosa, detritusa i vodene vegetacije, mogu konzumirati i drugu vrstu hrane, te su ključni organizmi u mnogim hranidbenim lancima kopnenih voda i važna su karika u kruženju organskih tvari

(Creed, 1994; Nyström i sur., 1996). Razmnožavanje se odvija u jesen, a reproduksijski ciklus ovisi o klimi i uvjetima staništa. Tipično stanište potočnog raka smješteno je na višim nadmorskim visinama u hladnim, nešto bržim potocima, a najbitniji faktor pri biranju staništa upravo je supstrat na dnu vodotoka (Stucki i Romer, 2001). Ova vrsta preferira staništa s mnoštvom zaklona ili mogućnošću da ih rakovi sami iskopaju. Glavni uzroci nestanka potočnog raka posljedica su ljudskog djelovanja – uništavanje staništa i geografska separacija i izolacija staništa. Najčešće nema rekolonizacije nakon što nestane lokalna populacija (Bohl, 1997).

Status vrsta *Austropotamobius torrentium* i *A. pallipes* posebno je zamršen, što je vjerojatno posljedica nedovoljne istraženosti u cijelom njihovom arealu (Trontelj i sur., 2005). Neki autori (Baric i sur., 2005; Grandjean i sur., 2002; i Trontelj i sur., 2005) predlažu da se obje vrste roda *Austropotamobius* smatraju kompleksima. Pri izradi planova za očuvanje ili ponovno unošenje vrste na neko područje treba što točnije odrediti genetičku strukturu populacija, kako bi se spriječilo unošenje genetički različitih grupa jedinki u isti hidrogeografski bazen (Grandjean i Souty-Grosset, 2000). Također, dobri rezultati se postižu ako su jedinke izabrane za reintrodukciju najbolje prilagođene staništu.

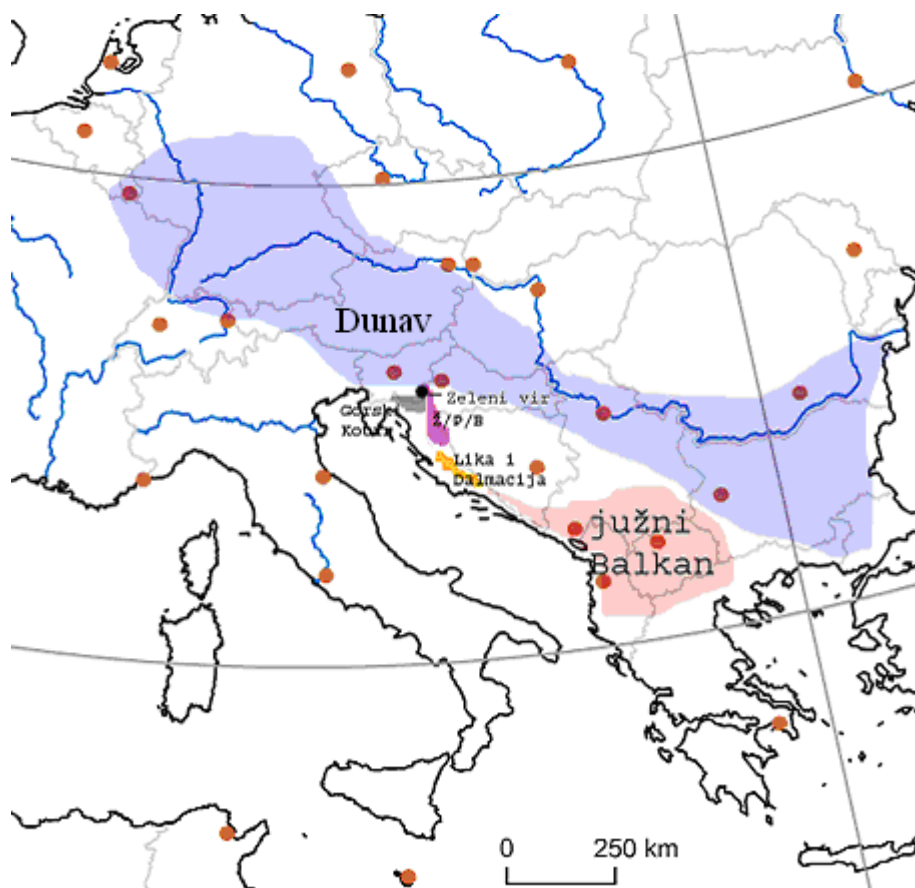
Poznato je da se organizmi prilagođavaju uvjetima u okolišu na različite načine, a neke od tih prilagodbi imaju utjecaj na morfologiju organizma. Iako postoje prilagodbe koje se mogu objasniti samo genotipskom, odnosno fenotipskom varijabilnošću, u većini slučajeva oba ova mehanizma imaju bitni značaj i treba ih uzeti u obzir. Prema Swain i Foote (1999) varijacije u morfologiji nisu nužno povezane s varijacijama genotipa, ali fenotipske promjene mogu ukazivati na dulju odvojenost i početak diferencijacije i prilagodbe specifičnim novim uvjetima i to bez promjene genotipa. Zbog toga se morfometrijske metode mogu pokazati pogodnijima za istraživanje kratkoročnih posljedica utjecaja okoliša ili početka diferencijacije nego što su genetička istraživanja. Rezultati morfometrijskih mjerenja mogu se koristiti za odvajanje populacija ili djelova populacija, a multivarijantna diskriminantna analiza može se primijeniti kako bi se izdvojile one morfološke značajke koje karakteriziraju pojedinu populaciju i na temelju kojih se populacije jasno razdvajaju (Sint i sur., 2005).

Međutim, iako je specijacija proces u kojem su genetičke razlike između srodnih populacija usko vezane uz sekundarno stjecanje morfoloških razlika, u nekim slučajevima srodne vrste mogu nakupljati genetičke razlike bez istovremenih morfoloških promjena. U takvim slučajevima, razlikovanje vrsta prema morfološkim karakteristikama može biti otežano ili nemoguće, te je potrebno upotrijebiti molekularne metode (Franjević, 2006).

Ovo istraživanje provedeno je u sklopu projekta «Biološke i ekološke karakteristike rakova vrste *Austropotamobius torrentium* s područja Parka prirode Žumberak –

Samoborsko gorje» koje se nastavlja na raniji projekt «Filogenetske i filogeografske osobitosti rakova vrste *Austropotamobius torrentium* s područja Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje u odnosu na ostatak Hrvatske i Dinaride» proveden tijekom 2007. godine. Voditelji oba projekta su doc.dr.sc. Ivana Maguire i doc.dr.sc. Göran Klobučar. Istraživanja u sklopu prošlog projekta ukazala su na nekoliko bitnih zaključaka:

1. Na području PP Žumberak-Samoborsko gorje, na osnovu molekularnih analiza mitohondrijskih gena 16S i COI, ustanovljene su 4 genetički distinktivne skupine (haplogrupe): Dunav, Gorski kotar, Zeleni vir i Žumberak/Plitvice/Bjelolasica što predstavlja ogromnu genetičku raznolikost i bogatstvo na tako maloj geografskoj površini u odnosu na cjelokupni areal vrste gdje su ustanovljeno sveukupno šest haplogrupa (uz navedene još i južni Balkan te Lika i Dalmacija) (Slika 3).



SLIKA 3. Haplotip (geografske) skupine potočnih rakova (*A. torrentium*) zabilježene u Hrvatskoj u odnosu na ostatak europskih populacija.

2. Dobiveni rezultati pokazali su vrlo visoke genetičke udaljenosti između ustanovljenih haplotip odnosno geografskih grupa. Najveće udaljenosti su ustanovljene upravo između grupa prisutnih u PP Žumberak-Samoborsko gorje (Gorski kotar, Zeleni vir i Žumberak/Plitvice/Bjelolasica) i između tih i haplogrupa Dunav i južni Balkan. Ovako

visoke vrijednosti navode na zaključak da se vrlo vjerojatno vrsta *A. torrentium* zapravo sastoji od više podvrsta ili čak i vrsta koje se tek trebaju definirati, a PP Žumberak-Samoborsko gorje bi mogao predstavljati jedinstveni fenomen jer sadrži čak četiri od šest takvih genetički distinktnih grupacija vrste *A. torrentium*.

3. Procjena razdvajanja navedenih haplogrupa na temelju molekuskog sata za mitohondrijski gen COI upućuje na to da je najranije razdvajanje nastupilo između skupine haplogrupa Gorski kotar-Zeleni vir-Žumberak/Plitvice/Bjelolasica i skupine haplogrupa Dunav-južni Balkan, i to prije između 3,5 i 5 milijuna godina. Do odvajanja unutar skupina grupa došlo je nešto kasnije (prije između 4,3 i 1,65 milijuna godina). Migracije populacija i odvajanje evolucijskih linija zbivalo se pod utjecajem tektonskih zbivanja.

Cilj istraživanja

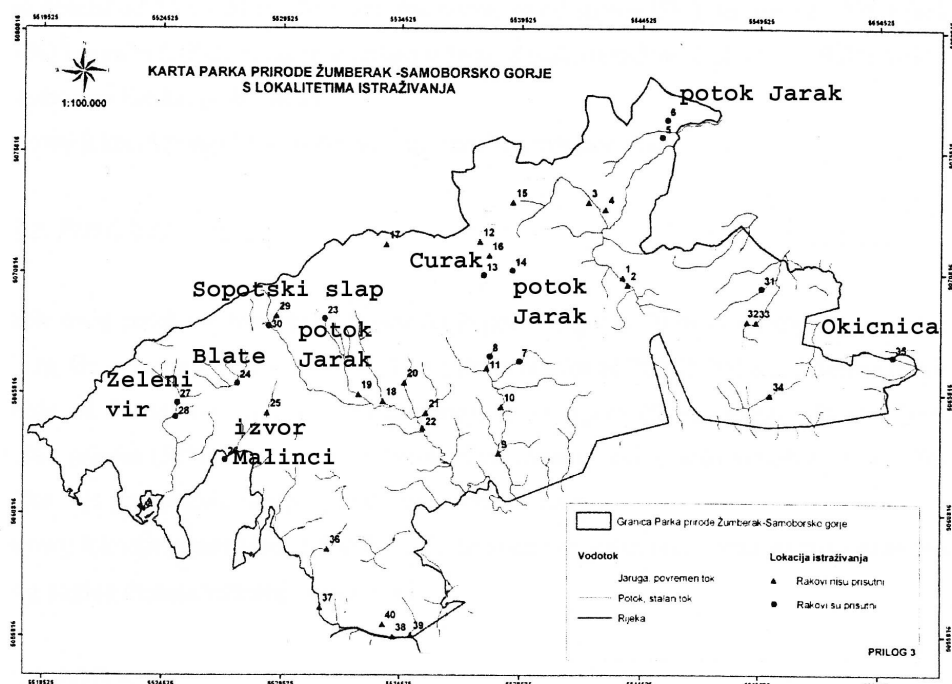
Cilj ovog istraživanja bio je ispitati odražava li morfološka ranije utvrđenu genetičku varijabilnost, odnosno:

1. Potvrditi radi li se o kriptičnim vrstama ili ipak postoje neke morfološke značajke koje ih razlikuju.
2. Utvrditi one morfološke značajke po kojima se rakovi različitih populacija značajno razlikuju, što bi olakšalo budući rad na terenu i omogućilo brzo vizualno prepoznavanje životinja. Jasan popis diskriminirajućih morfoloških značajki koristio bi ne samo znanstvenicima, nego i zaposlenicima Parka u radu s ovom vrstom rakova i u eventualnim programima repopulacije.
3. Rezultate morfoloških analiza usporediti s rezultatima prethodnih molekularnih istraživanja.

Materijal i metode

3.1. MATERIJAL

U izradi eksperimentalnog dijela diplomskog rada korišteni su uzorci vrste *Austropotamobius torrentium* (potočni rak) prikupljeni s 9 lokacija (Slika 4, tablica 1) na području Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje.



SLIKA 4. Karta PP Žumberak-Samoborsko gorje s upisanim lokacijama na kojima su sakupljene jedinice rakova za morfometrijske-merističke i molekularno-biološke analize (preuzeto iz Pršir, 2005)

TABLICA 1. Lokaliteti i njihove koordinate te broj ulovljenih rakova i njihov spol

Lokacija	Koordinata x	koordinata y	nm visina/ m	broj i spol analiziranih rakova
potok Jarak (I. pritoka Bregane)	554 5858	507 6740	252	3m, 1ž
potok Curak (Izvir, iznad sela Glušinja)	553 7996	507 0725	594	2m, 1ž
potok Jarak (pritoka Žumberačke Slapnice, selo Jelenić)	553 9043	506 6844	393	1m, 1ž
potok Okićnica	555 5132	506 7356	422	3m
ispod Sopotskog slapa	506 8913	553 1338	517	3m, 5ž
potok Jarak (pritoka Žumberačke Slapnice)	506 8686	552 8980	660	5m, 4ž
potok Zeleni vir	506 4775	552 5047	546	7m, 1ž
Izvor poslije Malinaca (pritoka Jamnika)	506 4737	552 7614	592	5m, 7ž
potok Blate	506 6248	552 7626	654	8m, 4ž

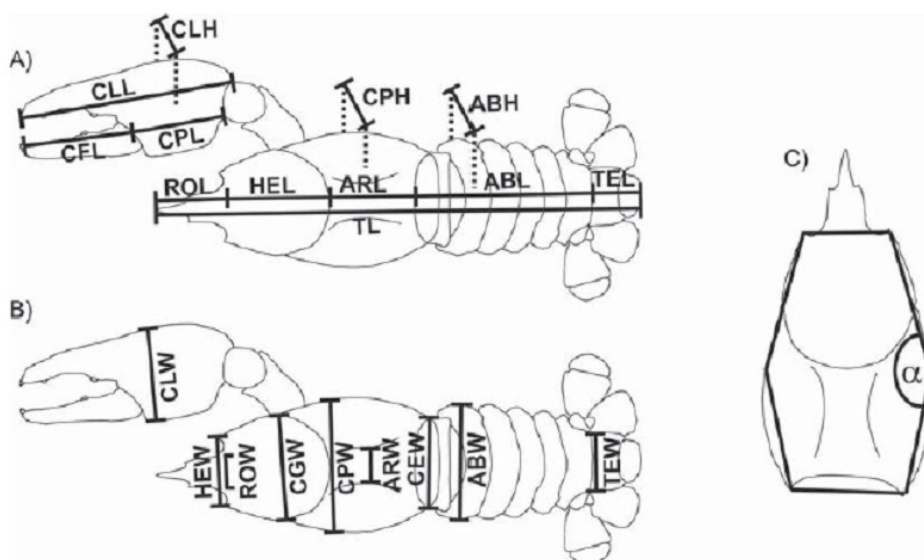
Rakovi su lovljeni rukom i vršama koje smo napravili od plastičnih boca i mrežice (slika 5), a kao mamac poslužili su komadi kranjske kobase. Postavljeno je po četiri do pet vrša u potoke u kojima je u prethodnom istraživanju (Pršir, 2005) utvrđeno prisustvo potočnih rakova i to u razmacima od nekoliko metara. Vrše smo učvrstili pomoću kamenja ili granja, a na lokacijama su ostavljene oko dva dana.



SLIKA 5. Ručno izrađena vrša

3.2. METODE

Svakom ulovljenom raku su izmjerene, pomoću digitalnog pomičnog mjerila, **23 morfometrijske značajke** (od kojih neke i za desnu i za lijevu stranu životinje) (Slika 6 i Tablica 2) i zabilježeno je **5 merističkih značajki** za lijevu i desnu stranu životinje (broj trnova na telzonu, broj trnova na egzopoditu antena, broj i položaj trnova na merusu trećeg maksilipeda, prisutnost i veličina talona na drugom paru pleopoda u mužjaka, prisutnost i naglašenost rostralne kreste) (Slika 7 i Tablica 3).



SLIKA 6. Mjerene morfometrijske značajke (preuzeto iz Sint et al., 2005)

TABLICA 2. Objašnjenje kratica korištenih u morfometrijskim mjerenjima.

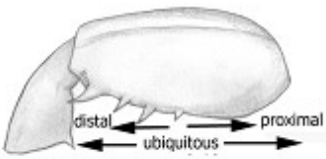




KRATICA	ZNAČAJKA
CLL	Duljina nepomičnog prsta
CFL	Duljina pomičnog prsta
CPL	Duljina dlana
CLH	Debljina kliješta
APP	Duljina apeksa
ROL	Duljina rostruma
HEL	Duljina glave
ARL	Duljina prsa
CEF	Duljina cefalotoraksa
CPH	Debljina prsa
ABL	Duljina repa
ABH	Debljina repa
TEL	Duljina telzona
TL	Totalna duljina
CLW	Širina kliješta
HEW	Širina glave iza očiju
ROW	Širina rostruma
CGW	Širina glave ispred cerviklane brazde
CPW	Širina prsa iza cervikalne brazde
ARW	Širina areole
CEW	Širina cefalotoraksa prije repa
ABW	Širina prvog začanog kolutića
TEW	Širina telzona

Obzirom da se morfološka obilježja karapaksa mogu pokazati korisnima pri razlikovanju populacija (Sint i sur., 2005), u daljnje analize uključena je i bočna zakrivljenost karapaksa izražena kao kut α (Slika 6). Bočna zakrivljenost izražena je u stupnjevima (degrees), a izračunata je na najširem dijelu karapaksa korištenjem slijedeće formule:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{HEL}{\frac{CPW - HEW}{2}} \right) + \arctg \left(\frac{ARL}{\frac{CPW - CEW}{2}} \right)$$

Morfometrijska mjerenja su izvršena digitalnim pomičnim mjerilom s točnošću od 0,01 mm. Za svako mjereno morfometrijsko obilježje populacije su opisane standardnim deskriptivnim statističkim metodama (broj jedinki, srednja vrijednost, minimum, maksimum, standardna devijacija), koje se upotrebljavaju kako bi se opisale značajke neke skupine rezultata. Nakon toga podaci za morfometrijska obilježja su normalizirani tako što im je vrijednost podijeljena s odgovarajućom postorbitalnom duljinom ($POL=HEL+ARL$) i u rezultatima koji se odnose na morfometrijske značajke uzimali smo u obzir samo normalizirane ulazne vrijednosti.

Morfometrijski i meristički podaci su zatim obrađeni Mann-Whitney U testom kako bi se utvrdile razlike među mužjacima i ženjkama.

MERISTIČKE ZNAČAJKE	OPIS ZNAČAJKE
	Merus 3. maksilipeda s opisom pozicije trnova. Popis kratica korišten za opis i poziciju trnova na merusu 3. maksilipeda prikazan je u tablici 3.
	Položaj rostralne kreste na rostrumu.
	Položaj i izgled egzopodita antene i izgled trnova na njemu. Kratice ScafopL (lijevo) i ScafopD (desno)
	Oblik drugog para pleopoda u mužjaka i pozicija i oblik talona.
	Telson i pozicija trnova na njemu. Kratice TELTRNL (lijevo) i TELTRND (desno)

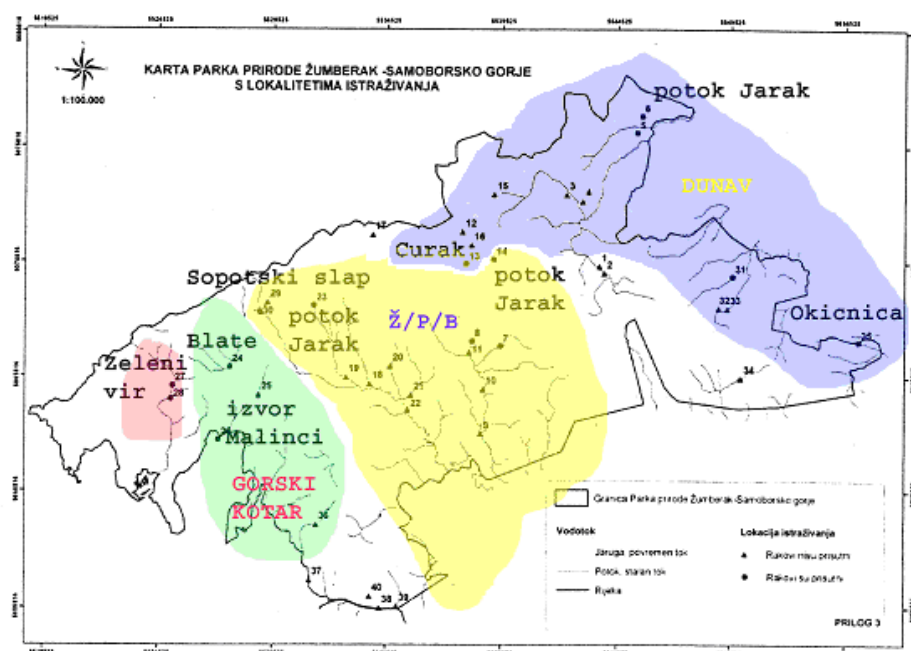
SLIKA 7. Bilježene merističke značajke.

TABLICA 3. Popis kratica i nazivi vezani uz merističku značajku merus 3. maksilipeda

kratica	značenje
MxLDis (MLVD)	Lijevi merus, pozicija trnova ventralna distalno
MxLProx (MLVP)	Lijevi merus, pozicija trnova ventralna proksimalno
MxLCentr (MLVC)	Lijevi merus, pozicija trnova ventralna centralno
MxLUbiq (MLVU)	Lijevi merus, pozicija trnova ventralna ubikvitalna(posvuda)
MxDDis (MDVD)	Desni merus, pozicija trnova ventralna distalno
MxDProx (MDVP)	Desni merus, pozicija trnova ventralna proksimalno
MxDCentr (MDVC)	Desni merus, pozicija trnova ventralna centralno
MxDUbiq (MDVU)	Desni merus, pozicija trnova ventralna ubikvitalna (posvuda)

Uzimajući u obzir rezultate genetičke analize provedene u sklopu projekta «Filogenetske i filogeografske osobitosti rakova vrste *Austropotamobius torrentium* s područja Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje u odnosu na ostatak Hrvatske i Dinaride», jedinke su svrstane u četiri skupine (Slika 8):

- **središnja i jugoistočna Europa (Dunav):** jedinke ulovljene na potoku Jarak (I. pritoka Bregane), potok Curak (Izvir, iznad sela Glušinja) i potoku Okićnica (osam mužjaka i dvije ženke)
- **Žumberak/Plitvice/Bjelolasica (ŽPB):** jedinke ulovljene na potoku Jarak (pritoka Žumberačke Slapnice, selo Jelenić), ispod Sopotskog slapa i na drugom potoku Jarak (pritoka Žumberačke Slapnice) (devet mužjaka i deset ženki)
- **Gorski Kotar (GK):** jedinke ulovljene na izvoru poslije Malinaca (pritoka Jamnika) i na potoku Blate (13 mužjaka i 11 ženki)
- **Zeleni vir:** jedinke ulovljene na potoku Zeleni vir (sedam mužjaka i jedna ženka)



SLIKA 8. Haplotip (geografske) skupine potočnih rakova (*A. torrentium*) u PP Žumberak-Samoborsko gorje

Mann-Whitney U testom ispitano je razlikuju li se jedinke različitih grupa po morfometrijskim obilježjima, a zatim su stepwise metodom izdvojena morfometrijska obilježja koja najviše doprinose diskriminaciji populacija te je provedena diskriminantna analiza.

Cjelokupna statistička obrada podataka izvedena je pomoću programa Microsoft Excel i Statistica, a u svim statističkim analizama korišten je nivo značajnosti od 5% ($p < 0,05$).

Područje istraživanja

Park prirode Žumberak - Samoborsko gorje obuhvaća oko 350 km², a zakonom je proglašen parkom prirode 28. svibnja 1999. Prema zakonu o zaštiti prirode, park prirode je prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje s naglašenim estetskim, ekološkim, odgojno-obrazovnim, kulturno-povijesnim i turističko-rekreacijskim vrijednostima, a u njemu su dopuštene djelatnosti kojima se ne ugrožavaju njegove bitne značajke i uloge (Zakon o zaštiti prirode, 2005).

Park prirode smješten je 30-ak kilometara jugozapadno od Zagreba (Slika 9) te predstavlja izdvojeno brdsko ruralno područje koje u svom sastavu nema niti jednog gradskog naselja. Obuhvaća najveći dio prostora masiva Samoborskog i Žumberačkog gorja: Žumberačko gorje više je i zapadnije, s najvišim vrhom Sv. Gera (1178 m), a Samoborsko gorje niže je i pitomije s najvišim vrhom Japetić (871 m).



Slika 9. Geografski položaj Parka prirode Žumberak- Samoborsko gorje

Najveći dio teritorija je područje krškog reljefa s brojnim površinskim i podzemnim krškim i fluviokrškim reljefnim oblicima i krškom hidrologijom. Prema geološkoj starosti najstarije stijene na području Parka datiraju iz razdoblja paleozoika (perm - više od 250 milijuna godina), a u građi prevladavaju dolomiti trijasko starosti te jurske i kredne naslage vapnenca, što je uvjetovalo postanku krša koji prekriva čak 90% površine PP. Pojava, prostorni raspored i značajke krškog reljefa u uskoj su vezi s uvjetima koji su utjecali na njihovo stvaranje: geološkom građom (dolomiti / vapnenac) i tektonskom strukturom terena, paleoklimatskim i recentnim klimatskim i hidrogeografskim uvjetima, biljnim pokrovom, a posredno i antropogenim utjecajima (Buzjak, 2002).

Glavni vodotoci Bregane, Lipovačke i Rudarske Gradne, Kupčine i Slapnice tvore morfološki i biološki zanimljive duboko usječene doline, a u nekima od njih nailazi se i na slapove i još uvijek aktivne sedrene barijere.

Osim rijeka, područje Parka prirode karakterizira velik broj izvora. Do sada su prikupljeni osnovni podaci za ukupno 337 izvora, a među njima se po svojoj izdašnosti ističe 5 izvora koji uvijek daju od 10 do 100 litara vode u sekundi (Slika 10).



Slika 10. Potok Zeleni Vir na kojem je ulovljeno 8 jedinki vrste *A.torrentium*

Raznolikost staništa uvjetovala je veliku biološku raznolikost ovoga kraja.

Vegetacijski pokrov čine većinom listopadne šume, i to bukove, miješane hrastovo-bukove i hrastovo-grabove šume u nižim predjelima. Šumski pokrov izmjenjuje se s vegetacijom travnjaka, polja, livada, pašnjaka, ali i kultiviranim površinama kao što su polja, voćnjaci i vinogradi.

Osim biljnim, ovo područje obiluje i životinjskim vrstama, što kralježnjacima, što beskralježnjacima, od kojih su mnoge i zaštićene Zakonom Republike Hrvatske (<http://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr>).

Rezultati

Ukupno je izmjerena šezdeset i jedna životinja; 37 mužjaka i 24 ženke. Kako bismo utvrdili razlikuju li se međusobno mužjaci i ženke, proveden je Mann-Whitney U test uz nivo značajnosti $p < 0,05$ (Tablica 4).

TABLICA 4. Rezultati Mann-Whitey U testa za razlike između mužjaka i ženki. Statistički značajne vrijednosti p su označene crvenom bojom. (Objašnjenja kratica za izmjerena morfometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

Morf. značajka	Broj jedinki (mužjaci)	Broj jedinki (ženke)	U	Z	p-vrijednost
dcll	36	24	142,0000	4,37589	0,000012
dcfl	36	24	210,0000	3,34982	0,000809
dcpl	36	23	384,0000	0,46625	0,641035
dclw	36	24	152,0000	4,22500	0,000024
dclh	36	24	128,0000	4,58714	0,000004
lcll	37	24	151,0000	4,32570	0,000015
lcfl	37	24	221,0000	3,29225	0,000994
lcpl	37	24	139,0000	4,50286	0,000007
lclw	37	24	193,0000	3,70563	0,000211
lclh	37	24	156,0000	4,25188	0,000021
dcef	37	24	406,0000	-0,56101	0,574790
lcef	37	24	396,0000	-0,70865	0,478545
rol	37	24	326,0000	-1,74209	0,081494
apex	37	24	416,0000	-0,41338	0,679331
row	37	24	404,0000	-0,59054	0,554830
hew	37	24	341,0000	1,52064	0,128352
cgw	37	24	430,0000	0,20669	0,836253
cpw	37	24	387,0000	0,84152	0,400059
hel	37	24	314,0000	-1,91925	0,054954
arl	37	24	314,0000	1,91925	0,054954
arw	37	24	388,0000	-0,82675	0,408377
cph	37	24	350,0000	-1,38777	0,165209
cew	37	24	360,0000	-1,24013	0,214928
abw	37	24	48,0000	-5,84633	0,000000
abl	37	24	191,0000	-3,73516	0,000188
abh	37	24	131,0000	-4,62096	0,000004
tel	37	24	197,0000	-3,64658	0,000266
tew	37	24	261,0000	-2,70171	0,006899
tl	37	24	183,0000	-3,85326	0,000117
alfa	37	24	339,0000	-1,55016	0,121103

Ovdje treba napomenuti kako je upotrebom Spearmanovog koeficijenta korelacije utvrđeno da je većina morfometrijskih značajki statistički značajno korelirana i za mužjake i za ženke (Prilog I i II), što je uobičajeno za rakove iz porodice Astacidae (Streissl and Hödl, 2002). Ipak, kako bismo dobili što bolji uvid u morfološku varijabilnost populacija potočnog raka, obrađeni su podaci za lijevu i desnu stranu životinja.

Kako je vidljivo iz tablice 4, mužjaci i ženke svih populacija najviše se međusobno razlikuju po izmjerenim vrijednostima za kliješta (CLL, CFL, CLW, CLH) za lijevu i desnu stranu tijela, abdomen (ABW, ABL, ABH), telzon (TEL, TEW) te ukupnu duljinu tijela (TL). Razlike u veličini i obliku kliješta i abdomena posljedica su spolnog dimorfizma koji je

prisutan u rakova porodice Astacidae (Streissl and Hödl, 2002) i zbog kojeg smo podatke za mužjake i ženke analizirali odvojeno.

Nakon podjele jedinki u odgovarajuće grupe (Dunav: osam mužjaka i dvije ženke, Žumberak/Plitvice/Bjelolasica: devet mužjaka i deset ženki, Gorski Kotar: 13 mužjaka i 11 ženki, Zeleni vir: sedam mužjaka i jedna ženka), proveden je Mann-Whitney U test za one grupe gdje je bilo dovoljno jedinki (ŽPB i GK) te su utvrđene razlike među spolovima i unutar grupa. Mužjaci i ženke u više se karakteristika razlikuju unutar grupe Gorski Kotar: skoro sve vrijednosti izmjerene za kliješta: DCLL, LCLL, DCFL, LCFL, DCLW, LCLW, DCLH, LCLH, LCPL i sve vrijednosti za abdomen: ABW, ABL, ABH, duljina rostruma (ROL), širina areole (ARH), duljina telzona (TEL) i ukupna duljina jedinki (TL). Jedinke grupe Žumberak/Plitvice/Bjelolasica međusobno se razlikuju po nekim karakteristikama kliješta (DCLW, LCLW, DCLH, LCLH, LCPL) i abdomena (ABW, ABL, ABH) te obliku karapaksa (kut α). Za grupe Dunav i Zeleni vir nije bilo moguće provesti statističku analizu zbog ograničenog broja jedinki (dvije odnosno jedna ženka) (rezultati nisu prikazani).

Statistički deskriptivno opisane izmjerene značajke mužjaka i ženki prikazane za svaku populaciju zasebno prikazane su u tablicama 5 do 8.

TABLICA 5. Deskriptivnom statistikom opisane morfometrijske i merističke značajke mužjaka (a) i ženki (b) populacija grupe središnja i jugoistočna Europa (Dunav). (Objašnjenja kratica za izmjerena morfometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

a)	Morf. značajka	Broj jed	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
	dcil	8	1,026800	0,877853	1,141045	0,078031
	dcfl	8	0,593975	0,445268	0,661734	0,071345
	dcpl	7	0,451749	0,233162	0,874152	0,219443
	dcw	8	0,439247	0,320983	0,497268	0,062177
	dclh	8	0,258746	0,123274	0,302386	0,062375
	lcil	8	1,000962	0,883405	1,122924	0,074535
	lcfl	8	0,583619	0,479960	0,671096	0,062840
	lcpl	8	0,373581	0,310542	0,448868	0,049733
	lcw	8	0,413677	0,345981	0,489461	0,051671
	lclh	8	0,247212	0,159650	0,297424	0,043097
	dcef	8	1,160696	1,062984	1,223263	0,052282
	lcef	8	1,153456	1,063321	1,209727	0,046655
	rol	8	0,292313	0,171549	0,341141	0,054910
	apex	8	0,104171	0,075808	0,133306	0,016113
	row	8	0,171368	0,132286	0,199844	0,021294
	hew	8	0,404331	0,349139	0,458974	0,037680
	cgw	8	0,607958	0,569231	0,644662	0,031126
	cpw	8	0,685021	0,642813	0,740630	0,035156
	hel	8	0,558205	0,535256	0,573680	0,011279
	arl	8	0,441795	0,426320	0,464744	0,011279
	arw	8	0,238859	0,164301	0,362179	0,057861
	cph	8	0,562252	0,528535	0,613973	0,027088
	cew	8	0,502032	0,438840	0,546058	0,031896
	abw	8	0,582129	0,501661	0,625213	0,039389
	abl	8	1,037406	0,854123	1,375488	0,181943
	abh	8	0,321952	0,277166	0,379391	0,034198
	tel	8	0,372072	0,315917	0,416525	0,028259
	tew	8	0,312552	0,264573	0,341141	0,027943
	tl	8	2,582675	2,340079	2,731687	0,134723
	alfa	8	1,479720	1,380051	1,551828	0,063108

b)	Morf. značajka	Broj jedinki	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
	dcil	2	0,843913	0,838871	0,848955	0,007130
	dcfl	2	0,512860	0,510452	0,515248	0,003391
	dcpl	2	0,422829	0,385030	0,460628	0,053456
	dcw	2	0,386753	0,385705	0,387802	0,001483
	dclh	2	0,248360	0,245448	0,251252	0,004104
	lcil	2	0,839538	0,822030	0,857047	0,024760
	lcfl	2	0,500417	0,496966	0,503869	0,004881
	lcpl	2	0,316178	0,315430	0,316925	0,001057
	lcw	2	0,364248	0,346837	0,381659	0,024623
	lclh	2	0,228559	0,213018	0,244100	0,021978
	dcef	2	1,162215	1,134274	1,190155	0,039514
	lcef	2	1,178811	1,146563	1,211059	0,045605
	rol	2	0,315891	0,308159	0,323623	0,010935
	apex	2	0,105640	0,102495	0,108785	0,004448
	row	2	0,183000	0,169777	0,196224	0,018701
	hew	2	0,380591	0,354574	0,406608	0,036793
	cgw	2	0,599339	0,580337	0,618341	0,026873
	cpw	2	0,679448	0,667729	0,691167	0,016573
	hel	2	0,556832	0,555630	0,558034	0,001699
	arl	2	0,443168	0,441966	0,444370	0,001699
	arw	2	0,215781	0,213082	0,218480	0,003817
	cph	2	0,549271	0,545516	0,553027	0,005311
	cew	2	0,496548	0,496131	0,496966	0,000590
	abw	2	0,636241	0,623122	0,649359	0,018552
	abl	2	1,033682	0,994538	1,072825	0,055358
	abh	2	0,321142	0,305462	0,336823	0,022176
	tel	2	0,387377	0,379609	0,395145	0,010986
	tew	2	0,327843	0,325691	0,329995	0,003044
	tl	2	2,678065	2,589440	2,766689	0,125334
	alfa	2	1,485918	1,464415	1,507422	0,030411

TABLICA 6. Deskriptivnom statistikom opisane morfometrijske i merističke značajke mužjaka (a) i ženki (b) populacija grupe Žumberak/Plitvice/Bjelolasica (ŽPB). (Objašnjenja kratica za izmjerena morfometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

a)

Morf. značajka	Broj jed	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
dcll	9	1,188265	0,894112	1,451468	0,228956
dclf	9	0,731455	0,514833	0,914573	0,151959
dcpl	9	0,389243	0,181031	0,508900	0,097803
dclw	9	0,513621	0,428300	0,576157	0,050297
dclh	9	0,303473	0,258653	0,343242	0,028147
lcll	9	1,107219	0,801603	1,384333	0,219685
lclf	9	0,704490	0,557736	0,888125	0,137488
lcpl	9	0,403366	0,315833	0,493333	0,062070
lclw	9	0,480008	0,290964	0,545667	0,079313
lclh	9	0,280746	0,155568	0,321000	0,051220
dcef	9	1,200250	1,156120	1,251667	0,036004
lcef	9	1,194155	1,140389	1,260333	0,039907
rol	9	0,290128	0,256546	0,322684	0,023800
apex	9	0,068529	0,051823	0,080329	0,011386
row	9	0,166394	0,145344	0,180739	0,012880
hew	9	0,358061	0,323828	0,389217	0,017086
cgw	9	0,600993	0,552509	0,626724	0,025912
cpw	9	0,690008	0,643971	0,735333	0,028625
hel	9	0,567489	0,534042	0,589389	0,015550
arl	9	0,432511	0,410611	0,465958	0,015550
arw	9	0,206703	0,182342	0,238667	0,022221
cph	9	0,576669	0,535945	0,618895	0,030185
cew	9	0,435166	0,390458	0,502952	0,037196
abw	9	0,528917	0,063614	0,621752	0,177189
abl	9	0,914746	0,823432	1,040929	0,063550
abh	9	0,322790	0,300795	0,348682	0,018908
tel	9	0,375379	0,353413	0,400520	0,019473
tew	9	0,302776	0,270034	0,350256	0,025583
tl	9	2,605086	2,454894	2,764660	0,114708
alfa	9	1,430245	1,364295	1,495284	0,041382

b)

Morf. značajka	Broj jedinki	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
dcl	10	1,006579	0,794423	1,584656	0,215619
dclf	10	0,639453	0,503007	0,993651	0,131629
dcpl	10	0,404226	0,143658	0,597320	0,141468
dclw	10	0,440921	0,320467	0,724339	0,107759
dclh	10	0,246737	0,155895	0,393651	0,059824
lcll	10	0,993516	0,825041	1,562963	0,209322
lclf	10	0,644417	0,504101	1,030688	0,145864
lcpl	10	0,343793	0,281291	0,549735	0,076068
lclw	10	0,440832	0,347167	0,719048	0,101813
lclh	10	0,249010	0,184453	0,415344	0,061253
dcef	10	1,260634	1,128854	2,033862	0,272998
lcef	10	1,259912	1,137233	2,025397	0,269835
rol	10	0,318964	0,264127	0,470899	0,058573
apex	10	0,076663	0,045894	0,106878	0,015991
row	10	0,175784	0,154399	0,266138	0,033109
hew	10	0,367741	0,310082	0,563492	0,071581
cgw	10	0,629385	0,565883	1,011111	0,135176
cpw	10	0,714823	0,620011	1,170899	0,161090
hel	10	0,606894	0,546636	0,937037	0,116649
arl	10	0,393106	0,062963	0,453364	0,116649
arw	10	0,211000	0,166068	0,350265	0,052775
cph	10	0,637007	0,556983	1,073016	0,154320
cew	10	0,496230	0,438963	0,785185	0,102871
abw	10	0,726394	0,586113	1,212698	0,175743
abl	10	1,054750	0,944644	1,686243	0,224064
abh	10	0,376062	0,329542	0,613757	0,084855
tel	10	0,409712	0,358209	0,615344	0,074827
tew	10	0,337274	0,294796	0,525926	0,067950
tl	10	2,851356	2,607436	4,575661	0,606816
alfa	10	1,418882	0,755628	1,576028	0,235394

TABLICA 7. Deskriptivnom statistikom opisane morfometrijske i merističke značajke mužjaka (a) i ženki (b) populacija grupe Zeleni vir. (Objašnjenja kratica za izmjerena morfometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

a)	Morf. značajka	Broj jed	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
	dcll	7	1,215629	1,019396	1,298655	0,109670
	dclf	7	0,743633	0,595300	0,818994	0,080304
	dcpl	7	0,453129	0,260914	0,641596	0,148845
	dclw	7	0,503174	0,368661	0,565022	0,066126
	dclh	7	0,302118	0,229392	0,348238	0,048039
	lcll	7	1,196800	1,088400	1,301506	0,081631
	lclf	7	0,754516	0,676240	0,859842	0,067694
	lcpl	7	0,444068	0,409497	0,492377	0,029495
	lclw	7	0,502808	0,428644	0,567713	0,046396
	lclh	7	0,298413	0,233597	0,338117	0,035411
	dcef	7	1,194350	1,173067	1,226784	0,021253
	lcef	7	1,199578	1,165688	1,237145	0,027121
	rol	7	0,324507	0,292141	0,373368	0,032768
	apex	7	0,086219	0,070223	0,103459	0,014326
	row	7	0,161048	0,140921	0,179437	0,015224
	hew	7	0,359974	0,328236	0,401381	0,024325
	cgw	7	0,602653	0,584866	0,628933	0,014846
	cpw	7	0,686161	0,658157	0,721328	0,022568
	hel	7	0,550996	0,533001	0,566207	0,012860
	arl	7	0,449004	0,433793	0,466999	0,012860
	arw	7	0,190863	0,168564	0,211861	0,013422
	cph	7	0,584226	0,560378	0,614351	0,020263
	cew	7	0,458222	0,436404	0,512279	0,027073
	abw	7	0,590297	0,555267	0,639678	0,033579
	abl	7	0,898114	0,841982	0,974290	0,047993
	abh	7	0,332225	0,315516	0,349962	0,012109
	tel	7	0,370781	0,342276	0,407371	0,021989
	tew	7	0,309848	0,282564	0,333461	0,016073
	tl	7	2,572524	2,460820	2,690714	0,091827
	alfa	7	1,453644	1,364831	1,496937	0,037335

b)	Morf. značajka	Broj jedinki	Srednja Vrijed.	Min	Maks
	dcll	1	1,073641	1,073641	1,073641
	dclf	1	0,618837	0,618837	0,618837
	dcpl	1	0,302149	0,302149	0,302149
	dclw	1	0,421302	0,421302	0,421302
	dclh	1	0,248104	0,248104	0,248104
	lcll	1	0,919722	0,919722	0,919722
	lclf	1	0,667826	0,667826	0,667826
	lcpl	1	0,324905	0,324905	0,324905
	lclw	1	0,330278	0,330278	0,330278
	lclh	1	0,194374	0,194374	0,194374
	dcef	1	1,216182	1,216182	1,216182
	lcef	1	1,219027	1,219027	1,219027
	rol	1	0,321745	0,321745	0,321745
	apex	1	0,039823	0,039823	0,039823
	row	1	0,154235	0,154235	0,154235
	hew	1	0,384324	0,384324	0,384324
	cgw	1	0,597977	0,597977	0,597977
	cpw	1	0,680152	0,680152	0,680152
	hel	1	0,574589	0,574589	0,574589
	arl	1	0,425411	0,425411	0,425411
	arw	1	0,194374	0,194374	0,194374
	cph	1	0,599241	0,599241	0,599241
	cew	1	0,522124	0,522124	0,522124
	abw	1	0,727876	0,727876	0,727876
	abl	1	1,002845	1,002845	1,002845
	abh	1	0,395702	0,395702	0,395702
	tel	1	0,422566	0,422566	0,422566
	tew	1	0,327750	0,327750	0,327750
	tl	1	2,770228	2,770228	2,770228
	alfa	1	1,494348	1,494348	1,494348

TABLICA 8. Deskriptivnom statistikom opisane morfometrijske i merističke značajke mužjaka (a) i ženki (b) populacija grupe Gorski Kotar (GK). (Objašnjenja kratica za izmjerena morfometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

a)	Morf. značajka	Broj jed	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
	dcil	12	1,166192	0,962553	1,306413	0,111007
	dcfl	12	0,690302	0,550213	0,751221	0,063509
	dcpl	13	0,437220	0,238747	0,724699	0,129409
	dclw	12	0,536164	0,454437	0,598298	0,042543
	dclh	12	0,307494	0,275745	0,333029	0,019113
	lcil	13	1,171475	0,952766	1,318941	0,114165
	lcfl	13	0,682625	0,539574	0,778463	0,066386
	lcpl	13	0,457274	0,398723	0,492252	0,025271
	lclw	13	0,540949	0,466375	0,594044	0,041473
	lclh	13	0,312976	0,277756	0,335132	0,018815
	dcef	13	1,206267	1,160764	1,254330	0,027551
	lcef	13	1,209589	1,148428	1,259799	0,028773
	rol	13	0,271165	0,229817	0,298177	0,017420
	apex	13	0,085561	0,061706	0,099035	0,011366
	row	13	0,158539	0,144179	0,176813	0,011868
	hew	13	0,378288	0,325109	0,403044	0,022328
	cgw	13	0,593375	0,392052	0,643547	0,063128
	cpw	13	0,699593	0,629369	0,783045	0,042498
	hel	13	0,555073	0,525930	0,580458	0,015725
	arl	13	0,444927	0,419542	0,474070	0,015725
	arw	13	0,199508	0,180383	0,230402	0,015796
	cph	13	0,574668	0,530442	0,604072	0,021472
	cew	13	0,475845	0,414246	0,512610	0,033640
	abw	13	0,602942	0,532970	0,650340	0,032992
	abl	13	0,981765	0,902339	1,198125	0,075001
	abh	13	0,322887	0,290079	0,378977	0,025437
	tel	13	0,375282	0,341899	0,405106	0,017321
	few	13	0,323883	0,287659	0,350638	0,015917
	tl	13	2,589753	2,465820	2,693617	0,066318
	alfa	13	1,439671	1,321337	1,594009	0,067896

b)	Morf. značajka	Broj jedinki	Srednja Vrijed.	Min	Maks	Std. Dev.
	dcil	11	0,944221	0,649794	1,114203	0,113961
	dcfl	11	0,597442	0,511889	0,692447	0,047372
	dcpl	10	0,410946	0,321287	0,546260	0,072853
	dclw	11	0,442336	0,354321	0,519335	0,040983
	dclh	11	0,247728	0,193827	0,301409	0,026228
	lcil	11	0,952327	0,874074	1,118179	0,066830
	lcfl	11	0,583714	0,539127	0,648717	0,030828
	lcpl	11	0,362888	0,308642	0,443079	0,033614
	lclw	11	0,444201	0,360082	0,527286	0,041898
	lclh	11	0,249970	0,198354	0,306831	0,026038
	dcef	11	1,222663	1,191358	1,306865	0,033152
	lcef	11	1,222457	1,197985	1,308519	0,032902
	rol	11	0,293702	0,221900	0,333745	0,028526
	apex	11	0,093984	0,081364	0,114222	0,011569
	row	11	0,163038	0,153372	0,179617	0,009164
	hew	11	0,367304	0,324148	0,416460	0,028274
	cgw	11	0,617736	0,584955	0,664185	0,019750
	cpw	11	0,698879	0,655185	0,794458	0,036596
	hel	11	0,561785	0,542184	0,578644	0,011881
	arl	11	0,438215	0,421356	0,457816	0,011881
	arw	11	0,212129	0,200611	0,225881	0,008918
	cph	11	0,580255	0,519084	0,628205	0,026954
	cew	11	0,493398	0,453700	0,587262	0,039364
	abw	11	0,719840	0,595591	0,836642	0,061644
	abl	11	1,034338	0,744194	1,172870	0,110909
	abh	11	0,375897	0,332429	0,431348	0,029789
	tel	11	0,402663	0,374263	0,451199	0,023781
	few	11	0,342961	0,323621	0,378412	0,021499
	tl	11	2,737129	2,638144	3,021505	0,115855
	alfa	11	1,448002	1,339417	1,533437	0,048698

U daljnjim analizama koncentrirali smo se na eventualne razlike među jedinkama različitih grupa te smo, gdje je to bilo moguće, Mann-Whitney U testom međusobno usporedili sve četiri grupe odvojeno za svaki spol.

Kompletan tablični prikaz svih uspoređivanih morfometrijskih obilježja nalazi se u prilogu (Prilog III).

a) mužjaci: Najviše se razlikuju mužjaci grupe Dunav i grupe Zeleni vir i to u čak 12 od uspoređivanih 30 morfometrijskih obilježja: oblik kliješta (DCLL, LCLL, DCFL, LCFL, LCPL, LCLW, LCLH), širina glave (HEW), bočno mjerena duljina karapaksa (LCEF), širina areole (ARW), širina karapaksa na njegovom posteriornom dijelu (CEW) i duljina abdomena (ABL). Mužjaci grupe Dunav i grupe Gorski Kotar (GK) međusobno se razlikuju u 13 mjerenih morfometrijskih obilježja, ali se u ovom slučaju više različitih vrijednosti odnosi na oblik kliješta (DCLL, LCLL, DCFL, LCFL, DCLW, LCLW, DCLH, LCLH, LCPL). Jedinke se uz to razlikuju i po duljini apeksa, širini areole (ARW), širini karapaksa na njegovom posteriornom dijelu (CEW) i po duljini karapaksa mjerenoj na lijevoj strani tijela (LCEF). U najmanje mjerenih obilježja se međusobno razlikuju mužjaci grupe Žumberak/Plitvice/Bjelolasica (ŽPB) i grupe Zeleni vir, odnosno samo u duljini rostruma (ROL), te mužjaci grupe Zeleni vir i grupe GK (duljina rostruma i duljina abdomena).

b) ženke: Zbog ograničenog broja jedinki, bilo je moguće usporediti samo ženke grupe ŽPB i grupe GK. Rezultati pokazuju razlike u sedam mjerenih obilježja: duljina apeksa, duljina dlana lijevog kliješta (LCPL), duljina karapaksa (DCEF, LCEF), širina karapaksa na prednjem kraju (CGW) i na najširem dijelu (CPW) te kut α . Obzirom na premali broj uzoraka iz grupe Zeleni vir (jedna jedinka) i grupe Dunav (dvije jedinke), ove grupe nije bilo moguće usporediti s ostalima.

Kako je utvrđeno postojanje razlika u nekim morfometrijskim značajkama između proučavanih grupa populacija, uslijedila je primjena diskriminantne analize (DA) kako bi iz svih mjerenih morfometrijskih značajki pronašli one koje najbolje razdvajaju (diskriminiraju) proučavane grupe populacija. Iako su razlike utvrđene i za mužjake i za ženke, zbog premalog broja ženki u pojedinim grupama (Zeleni vir i Dunav) DA smo proveli samo za mužjake.

Metodom «stepwise» obrađeno je 19 odabranih morfometrijskih značajki, a rezultati diskriminante analize prikazani su u tablici 9. Vidljivo je da su vrijednosti koje opisuju oblik kliješta jedne od najznačajnijih pri diskriminaciji populacija. Duljina lijevog kliješta ima najviše vrijednosti u sve tri diskriminantne funkcije (Root 1, Root 2, Root 3), a uz nju visoke

vrijednosti u prvoj diskriminantnoj funkciji imala je i širina lijevog kliješta (LCLW), te u drugoj i trećoj funkciji duljina prsta lijevog kliješta (LCFL).

TABLICA 9. Rezultati diskriminantne analize (DA) za mušjake: Standardizirani koeficijenti kanoničkih diskriminantnih funkcija. (Objašnjenja kratica za izmjerena morfometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

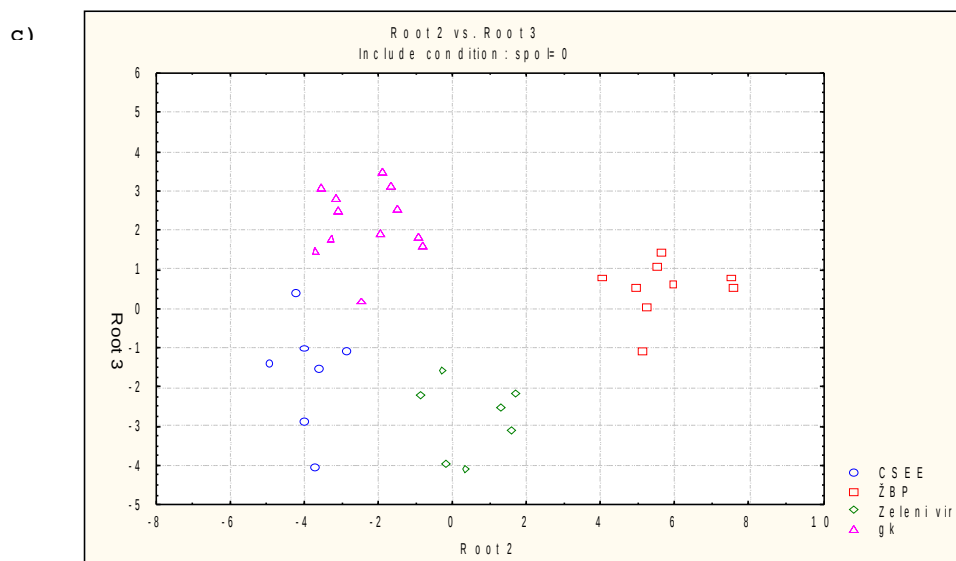
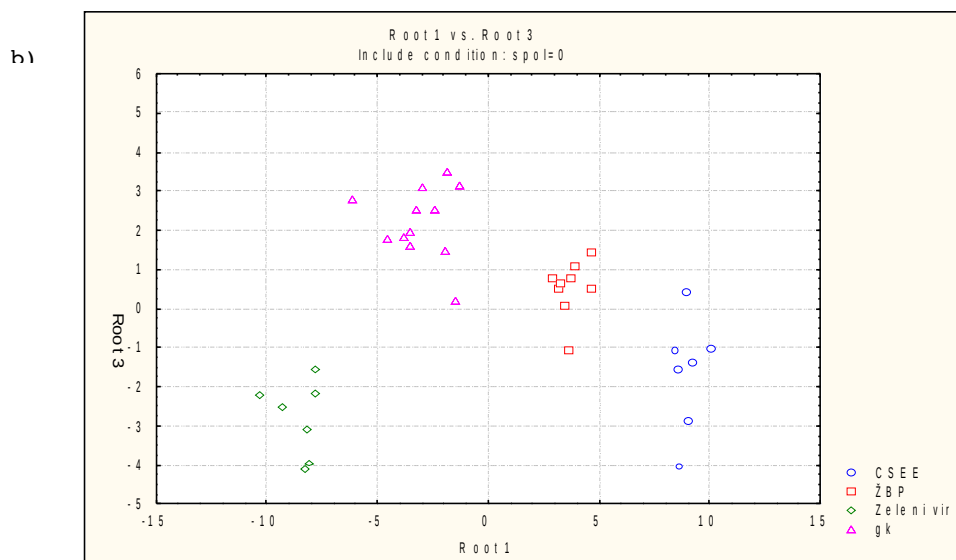
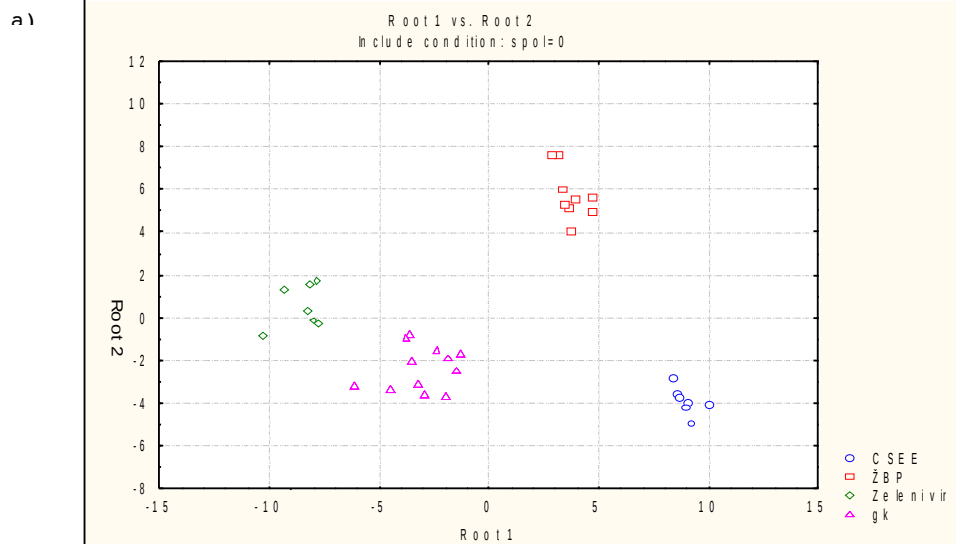
Morf. značajka	Root 1 (diskriminantna funkcija)	Root 2 (diskriminantna funkcija)	Root 3 (diskriminantna funkcija)
apex	-1,82490	-1,22919	-0,49063
rol	-2,35994	0,34750	-0,86924
lcpl	-2,46832	-0,38323	-0,25919
lcf	-3,62952	5,14332	-3,99945
lcll	7,08577	-5,70611	3,88649
lclw	-5,32607	1,31986	0,12933
arw	2,49451	-0,39534	0,19612
hel	4,20308	0,66947	0,98451
lclh	3,54593	-0,06554	-0,45965
tl	2,63359	4,02615	0,43699
cew	3,46766	0,20222	-1,02163
tew	-4,60753	-2,34293	1,24041
lcef	-3,69798	-1,79657	1,57136
cgw	-1,39712	-1,29312	-0,12293
dcef	1,83004	1,09751	1,43383
abh	2,71617	0,03704	0,12915
dcpl	-1,04216	-0,38048	-0,64804
dclw	1,66728	0,75492	0,74878
dcfl	-3,04929	0,00250	-0,29789
Eigenvalue	42,31983	15,12942	4,34250
Cumulative proportion	0,68488	0,92972	1,00000

Ukupni broj točno klasificiranih mušjaka po grupama bio je vrlo visok (Tablica 10). Općenito je točnost klasifikacije bila 100%.

TABLICA 10. Rezultati diskriminantne analize za mušjake: Postotak točno klasificiranih jedinki u određenu grupu.

Grupa	Postotak točno klasificiranih jedinki	Dunav p=,20000	ŽPB p=,25714	Zeleni vir p=,20000	GK p=,34286
Dunav	100,000	7	0	0	0
ŽPB	100,000	0	9	0	0
Zeleni vir	100,000	0	0	7	0
GK	100,000	0	0	0	12
Ukupno	100,000	7	9	7	12

Vizualni prikaz diskriminacije različitih grupa mušjaka prikazan je na slici 11. Mušjaci svih grupa se u potpunosti međusobno odvajaju.



SLIKA 11. Diskriminacija različitih populacija za mužjake: odvajanje jedinki na temelju prve dvije diskriminantne funkcije (a), prve i treće diskriminantne funkcije (b) i druge i treće funkcije (c). Detalji diskriminantnih funkcija nalaze se u tablici 9. CSEE – središnja i jugoistočna Europa (Dunav), ŽPB – Žumberak/Plitvice/Bjelolasica, gk – Gorski Kotar

Prije nego smo krenuli u analizu bilježenih merističkih značajki, Wald – Wolfowitz testom smo provjerili ovise li izmjerene vrijednosti o spolu jedinki. Obzirom da rezultati ovog testa ukazuju da merističke značajke ne ovise o spolu, u daljnjim analizama mužjake i ženke promatrali smo zajedno.

Ovdje treba istaknuti da je tijekom analize uočeno da trnovi na egzopoditu antene (skafopodu) nisu uvijek jasno istaknuti te da u nekim slučajevima izgledaju više kao kvržice pa je na ovom stupnju uvedena nova kategorije, tj došlo je do bifurkacije prvotne značajke u egzopodit antene s trnom (**scafoptrn**) i egzopodita antene s kvržicom (**scafopkvrg**).

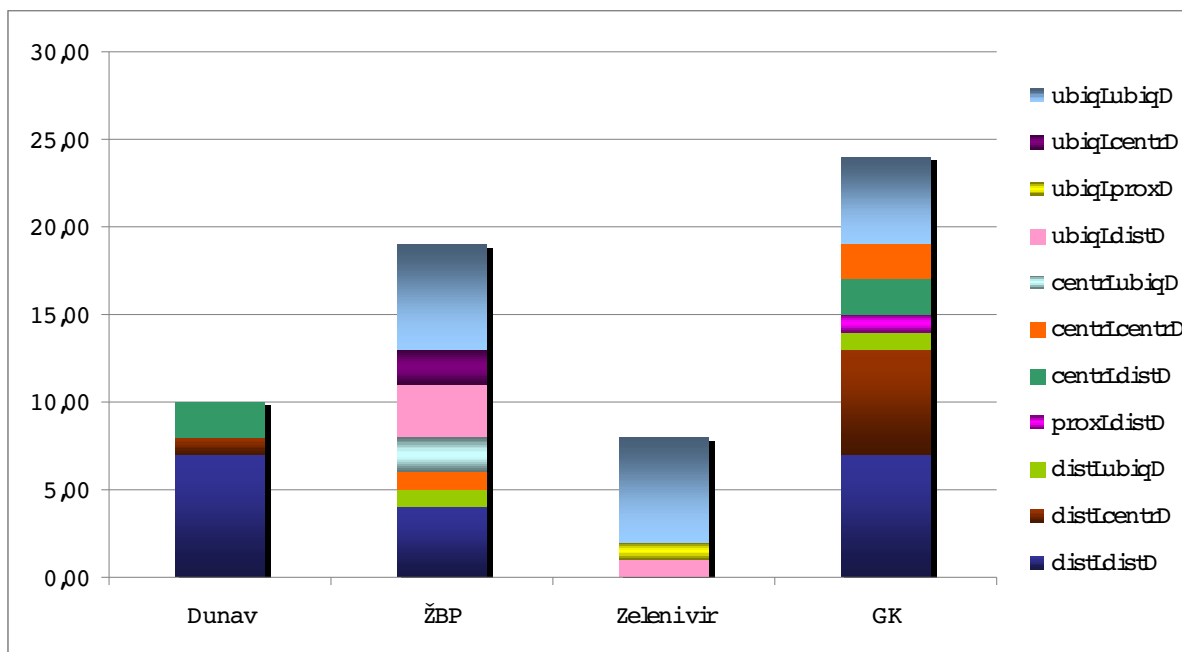
Sve su merističke značajke bilježene i za lijevu i za desnu stranu tijela raka (osim rostralne kreste). Iako je Spearmanovim koeficijentom korelacije utvrđena simetrična distribucija broja trnaca na telzonu, broja trnaca na skafopodu te položaja trnova na trećem maksilipedu (Prilog IV), obrađeni su podaci i za lijevu i desnu stranu životinja kako bismo dobili što bolji uvid u morfološku varijabilnost populacija potočnog raka.

Mann-Whitney U testom provjereno je razlikuju li se međusobno grupe populacija obzirom na merističke značajke i pregled grupa i značajki po kojima se međusobno razlikuju dan je u tablici 11.

TABLICA 11. Merističke značajke u kojima se grupe jedinki međusobno razlikuju prema Mann-Whitney U testu. (Značenje kratica za opis položaja trnova na trećem maksilipedu dan je u tablici 3.)

	Dunav	ŽPB	Zeleni vir	GK
Dunav	/			
ŽPB	telztrnciL, telztrnciD, skafopodLkvrg	/		
Zeleni vir	scafopodDtrn, skafopodLtrn	telztrniL, skafopodDtrn, skafopodLtrn, MLVU, MDVU	/	
GK	telztrnciL, skafopodDtrn, skafopodLtrn, MLVD	scafopodDtrn, skafopodLtrn	telztrnciL, MLVU	/

Posebna pažnja tijekom analize merističkih značajki posvećena je broju trnova na merusu trećeg maksilipeda, obzirom da je to značajka koju je Karaman (1961) isticao kao bitnu u opisu geografskih rasa. Prikaz pozicije trnova na trećem maksilipedu u proučavanim populacijama dan je na slici 12.



SLIKA 12. Prikaz pozicije trnova na merusu trećeg maksilipeda u istraživanim populacijama.

Najveći broj kombinacija položaja trnova prisutan je u populacijama koje pripadaju grupama Gorski Kotar i Žumberak/Plitvice/Bjelolasica (sedam kombinacija, od kojih četiri zajedničke), dok je kod populacija grupa Dunav i Zeleni vir prisutno samo tri kombinacije. Najveće razlike među grupama mogu se zamijetiti upravo između ove dvije grupe (Dunav i Zeleni vir) jer ne dijele niti jednu kombinaciju položaja trnova, a najčešća kombinacija u jednoj grupi (na oba maksilipeda distalno ili jednoliko raspoređeni trnovi) je upravo ona koja nedostaje u drugoj grupi. Na jedinkama grupe Zeleni vir nikad nije zabilježen slučaj gdje su na oba treća maksilipeda trnovi postavljeni distalno (distLdistD), dok je to bio čest slučaj u ostale tri grupe. Također, kod jedinki grupe Dunav nije zabilježen nijedan slučaj jednoliko raspoređenih trnova duž oba maksilipeda (ubiqLubiqD), dok je to bila česta kombinacija u ostale tri grupe. Kombinacija distalno smještenih trnova na lijevom, a centralno smještenih na desnom maksilipedu (distLcentrD) česta je u jedinki grupe Gorski Kotar, a pojavljuje se još jedino kod jedinki grupe Dunav, a kombinacija centrLdistD također je zabilježena jedino za jedinke ove dvije grupe i to u jednakoj mjeri. Isto tako kombinacija jednolikog rasporeda na lijevom i distalnog položaja na desnom maksilipedu (ubiqLdistD) je prisutna jedino u grupi ŽBP i u manjoj mjeri u grupi Zeleni vir. Grupa u kojoj je zabilježen najveći broj jedinstvenih kombinacija (ubiqLcentrD i centrLubiqD) je ŽBP, a jedina grupa u kojoj nije zabilježena niti jedna jedinstvena kombinacija je Dunav. Ostale dvije grupe imaju po jednu jedinstvenu kombinaciju.

Osim po položaju trnova na merusu trećeg maksilipeda, populacije su se značajno razlikovale i po broju trnova na donjoj strani egzopodita antene (skafopoda) (Tablica 11).

Rasprava

Upotreba morfoloških karakteristika za identifikaciju pojedinih vrsta slatkovodnih rakova razrađena je u determinacijskim ključevima, ali poznato je da se razlike u morfologiji rakova mogu pojaviti ne samo među različitim vrstama, nego i među odvojenim populacijama i to kao adaptacija na lokalne uvjete staništa (Grandjean i Souty-Grosset, 2000, Sint i sur., 2005).

U ovom istraživanju korištena je 61 jedinka ulovljena na području PP Žumberak – Samoborsko gorje. Izmjerena su 23 morfometrijska obilježja, koja se uglavnom podudaraju s obilježjima mjenjenim u ranijim radovima (Maguire i sur., 2003, Sint i sur., 2005, 2006, 2007), a uz to je zabilježeno i pet merističkih značajki za lijevu i desnu stranu životinje, koja su također spominjana u ranijim radovima (Karaman, 1961, Maguire i sur., 2003). Prije nego smo deskriptivno opisali mjerene morfometrijske parametre i pristupili njihovoj normalizaciji i daljnjoj analizi, morali smo provjeriti razlikuju li se mužjaci (37 jedinki) i ženke (24 jedinke) u nekim od mjenjenih parametara. Seksualni dimorfizam poznat je među deseteronožnim rakovima (Grandjean i sur., 1997, Grandjean i Souty-Grosset, 2000, Sterissl i Hödl, 2002), a Mann-Whitney U testom utvrđen je i kod jedinki s područja PP Žumberak-Samoborsko gorje te su u daljnjim analizama podaci obrađivani odvojeno za svaki spol.

Istraživanje s ciljem prikupljanja podataka o morfologiji vrste *Austropotamobius torrentium* na području Hrvatske intenzivnije se provodi nekoliko godina (Maguire i sur., 2006), a posebno je korisno kada se rezultati morfoloških mogu usporediti s rezultatima genetičkih analiza. Upravo zbog toga jedinke su za morfološku analizu grupirane u četiri grupe (Dunav, Žumberak/Plitvice/Bjelolasica, Gorski Kotar, Zeleni vir) prema rezultatima molekularno-filogenetičkih analiza provedenih 2007. godine u sklopu projekta «Filogenetske i filogeografske osobitosti rakova vrste *Austropotamobius torrentium* s područja Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje u odnosu na ostatak Hrvatske i Dinaride» te su uspoređivane vrijednosti morfoloških obilježja među grupama.

Najviše statistički značajnih razlika među populacijama mužjaka utvrđeno je uspoređujući obilježja kliješta i kod nekih jedinki oblik karapaksa, a kod ženki je najviše statistički značajnih razlika utvrđeno za oblik karapaksa. Oblik kliješta bio je najznačajniji i kod diskriminantne analize mužjaka. Ovi rezultati slažu se s rezultatima Sint i sur. (2006, 2007) gdje su također obilježja kliješta i cefalotoraksa imala najbitniju ulogu u postotku točne klasifikacije. Oblik i veličina rostruma (i apeksa) koji su se pokazali bitnim obilježjima za diskriminaciju populacija slatkovodnih rakova (Maguire i sur., 2003, Sint i sur., 2005) i koje Trontelj i sur. (2005) ističu kao najbitniju u identifikaciji jedinki potočnog raka populacije Gornje Kupe (haplogrupa Gorski Kotar), nisu imala tako veliku ulogu u diskriminaciji jedinki. Statistički značajne razlike za ove karakteristike zabilježene su samo među nekim populacijama mužjaka i između dvije uspoređivane grupe ženki. Ovo vrijedi i za kut karapaksa (α) koji je bio statistički značajno različit samo kod ženki.

Nakon diskriminantne analize, sve jedinke su dobro klasificirane, što potvrđuje rezultate molekularno-filogenetičkih analiza. Porast postotka klasifikacije povećanjem udaljenosti među populacijama koji su zamijetili Sint i sur. (2005, 2007) u ovom istraživanju nije zamijećen, obzirom da je postotak točnih klasifikacija za sve slučajeve bio 100%. Ovakvo dobro odvajanje i visok postotak točno klasificiranih životinja s tako malog geografskog područja je vrlo rijedak (Sint i sur., 2005) i govori o jasnoj morfološkoj diferencijaciji pojedinih haplogrupa te o mogućnosti šire upotrebe morfoloških metoda pri proučavanju ovih populacija.

Analiza merističkih značajki također podupire značajke genetičke analize i podržava podjelu jedinki u genetički određene haplogrupe. Od izmjerenih merističkih značajki najvažnijima se pokazao položaj trnova na merusu trećeg maksilipeda, što se slaže s rezultatima Maguire i sur. (2003). Broj kombinacija različitih položaja trnova na merusu donekle je odražavao nukleotidnu raznolikost populacije, tako da je najveći broj kombinacija zabilježen za jedinke grupa GK i ŽPB. Najveće razlike u položaju trnova zabilježene se među haplogrupama Dunav i Zeleni vir, što se slaže s njihovom genetičkom udaljenošću i ranim vremenom razdvajanja. Karaman (1961) je kao bitnu značajku u opisu geografskih rasa isticao broj i oblik trnova, ali to se nije pokazalo bitnim, te je možda sigurnije bilježiti njihov položaj. Trnovi nisu nikad zabilježeni na dorzalnoj strani maksilipeda niti na proksimalnom dijelu ventralne strane, što se slaže s podacima zabilježenima u ranijim istraživanjima (Bott, 1950, Frogia, 1978, Maguire i sur., 2003).

Prisutnost trnova na donjoj strani egzopodita antene Füreder i Machino (2002) ističu kao bitnu značajku za identifikaciju vrste *A. torrentium*, obzirom da kod ostalih vrsta slatkovodnih rakova zabilježenih u Europi (autohtonih i alohtonih) nije zabilježena ova karakteristika. Osim identifikacije na razini vrste, trnovi na egzopoditu mogli bi olakšati i identifikaciju različitih populacija potočnog raka. Broj trnova odnosno kvržica na egzopoditu antene (skafopodu) bio je statistički značajno različit skoro među svim populacijama, što upućuje na činjenicu da u daljnjim istraživanjima taksonomskog statusa vrste *A. torrentium* i ovaj karakter treba uzimati u obzir.

Zamijećeno je da broj statistički značajnih morfoloških razlika među populacijama raste što su grupe genetički i geografski udaljenije, što se slaže s rezultatima Sint i sur (2005, 2007). Tako je najviše razlika zabilježeno među mužjacima haplogrupe Dunav i haplogrupe Zeleni vir te haplogrupe Dunav i haplogrupe Gorski Kotar, a najmanje razlika zabilježeno je među grupama ŽPB i ZV, odnosno ZV i GK. Ovakvi rezultati slažu se i s rezultatima genetičke analize vremena razdvajanja, gdje je prvo došlo do razdvajanja grupe Dunav od

grupa sjevernih Dinarida, kao i činjenice da morfološke razlike mogu biti posljedica smanjene genetičke raznolikosti uzrokovane efektom uskog grla (Saccheri i sur., 2006).

Kako razlike među jedinkama iz različitih populacija nisu vidljive na prvi pogled nego tek nakon multivarijantne diskriminantne analize, vrlo je vjerojatno da se ovdje radi o tzv. kriptičnim vrstama/podvrstama. Kriptične vrste su česte kod beskralježnjaka i riba, a svojim postojanjem daju naslutiti da je „reprezentativna” jedinica bioraznolikosti kopnenih voda zapravo manja nego što se do sada smatralo (Cook i sur., 2008).

Tako velika genetička raznolikost i morfološka varijabilnost na jednom relativno malom području nije ustanovljena za ovu vrstu nigdje drugdje u Europi. Zbog toga je u interesu i Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje da posebnu pažnju pridaje zaštiti vodotokova u kojima žive potočni rakovi ovako jedinstvenog genofonda.

Zaključci

1. Na temelju provedenog istraživanja vidljivo je da su na području Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje prisutne barem četiri morfometrijski i meristički distinktivne grupe potočnih rakova (*Austropotamobius torrentium*).
2. Razlike među jedinkama iz različitih populacija nisu vidljive na prvi pogled nego tek nakon multivarijantne diskriminantne analize te je vrlo vjerojatno da se radi o tzv. kriptičnim vrstama/podvrstama. Ovo bi trebalo uzeti u obzir pri odlučivanju o taksonomskom statusu analiziranih populacija i vrste *Austropotamobius torrentium*.
3. Rezultati statističkih analiza morfoloških značajki potkrepljuju rezultate prethodno provedenih molekularno-filogenetičkih analiza, a pravilno odabrane morfometrijske i merističke karakteristike mogu biti velika pomoć i važno oruđe u pravilnoj identifikaciji slatkovodnih rakova.
4. Postojanje genetički i morfološki posebnih populacija potočnih rakova na području Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje jedinstven je biološki fenomen na Europskoj razini i zahtijevat će u neposrednoj budućnosti posebnu brigu u vidu zaštite i očuvanja.

Zahvale

Zadovoljstvo mi je zahvaliti doc.dr.sc. Ivani Maguire na povjerenju, velikodušnoj pomoći, stručnim savjetima i velikom strpljenju pri izradi ovog rada. Hvala doc.dr.sc. Góranu Klobučaru na kompetentnim komentarima i spremnosti da podijeli svoje stručno znanje. Zahvalila bih i djelatnicima Parka pridode Žumberak – Samoborsko gorje na njihovoj susretljivosti i dobroj volji.

Veliko hvala mojim roditeljima, obitelji i prijateljima koji su imali razumijevanja i bezgraničnog strpljenja za moje promjene raspoloženja i «čudne priče o rakovima».

Popis literature

- Ackefors, H.** (1998) The culture and capture crayfish fisheries in Europe. *World aquaculture*, **29** (2): 18-24, 64-67
- Baric, S., Höllrigl, A., Kerschbamer, C., Füreder, L., Petutschnig, J., Dalla Via, J.** (2005) Update of the molecular phylogeny of the *Austropotamobius pallipes* species complex by including specimens from South Tyrol (Italy) and Carinthia (Austria). *European native crayfish in relation to land-use and habitat deterioration with a special focus on Austropotamobius torrentium*, CRAYNET, Vol. 4. (eds L. Füreder & S. Souty-Grosset) *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **376-377**, 599-612
- Bohl, E.**, (1997) An isolated population of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in the principality of Liechtenstein. *Bull. Fr. Pêche Piscic* **347**, 701-712
- Bohl, E.**, (1999) Crayfish stock situation in Bavaria (Germany) – attributes, threats and chances, *Freshwater crayfish*, **12**, 765-777
- Bott, R.** (1950) Die Flusskrebse Europeas (Decapoda, Astacidae). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*
- Buzjak, N.** (2002) Speleološke pojave u parku prirode «Žumberak-Samoborsko gorje». *Geoadria* vol **7/1**, 31-49
- Cook, B.D., Page, T.J., Hughes, J.M.** (2008) Importance of cryptic species for identifying «representative» units of biodiversity for freshwater conservation. *Biological conservation* **141**: 2821-2831
- Creed, R.P.** (1994) Direct and indirect effects of crayfish grazing in a stream community. *Ecology* **75**, 2091-2103
- Franjević, D.** (2006) Molekularna filogenija dinaridskih vrsta roda *Troglocaris* (Crustacea, Caridea, Atydea), Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 187 p.
- Frogliani, C.** (1978) Decapodi (Crustacea, Decapoda). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane 4. *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Verona, 41p
- Füreder, L. i Machino, Y.** (2002) A revised determination key of freshwater crayfish in Europe. *Ber. Naturwiss.-Med. Ver. Innsb.* **89**: 169-178
- Grandjean, F., Souty-Grosset, C., Raimond, R., Holdich, D.** (1997) Geographical variation of mitochondrial DNA between populations of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*, *Freshwater Biology* **37**, 493-501
- Grandjean, F., Souty-Grosset, C.** (2000) Genetic and morphological variation in the endangered crayfish species, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) (Crustacea, Astacidae) from the Poitou-Charentes region (France). *Aquatic Sciences*, **62**, 1-19
- Grandjean, F., Frelon-Raimond, M., Souty-Grosset, C.** (2002) Compilation of molecular data for the phylogeny of the genus *Austropotamobius*: one species or several? *Knowledge-based management of European native crayfish, crayfish special Volume 4*, (eds C. Souty-Grosset & F. Grandjean). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **367**, 671-680
- Harhoglu, M.M., Güner, U.** (2006) Studies on the recently discovered crayfish, *Austropotamobius torrentium*, in Turkey: morphological analysis and meat yield. *Aquaculture research*, 2006, **37**, 538-542

- Hobbs, H.H. Jr** (1988) Crayfish distribution, adaptive radiation and evolution. *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*, (eds D.M. Holdich & R.S. Lowery), pp. 52-82. Croom Helm, London
- Holdich DM i Lowery RS** (1988) Freshwater crayfish – biology, management and exploitation. University Press, Cambridge, pp 498.
- Holdich D. M.** (1999) Negative aspects of crayfish introductions. In: *Crayfish in Europe as alien species – how to make the best of a bad situation?* (eds F. Gherardt & D.M. Holdich), *Crustacean Issues*, **11**: 31-47 (A.A. Balkema, Rotterdam)
- Holdich D. M.** (2002) Present distribution of Crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bulletin Francais de la Pêche et de la Pisciculture* **367**, 611-650
- Holdich D. M.** (2003) Crayfish in Europe – an overview of taxonomy, legislation, distribution, and crayfish plague outbreaks, In: *Management & conservation of crayfish, Proceedings of a conference, Nottingham (November 2002)*, (eds D.M. Holdich & P.J. Sibley): 17-34 (Environment agency, Bristol)
- Kappus, B., Peissner, T., Rawer-Jost, C.** (1999) Distribution and habitat conditions of crayfish populations in the urban freshwater systems of Stuttgart (Baden-Württemberg, Germany) *Freshwater crayfish*, **12**, 778-785
- Karaman, M.S.** (1961) Slatkovodni rakovi Jugoslavije. *Publikacije Stručnog Udruženja za Unapređenje Slatkovodnog Ribarstva Jugoslavije*, **3**, 1-33
- Laurent, P.J.** (1998) *Austropotamobius pallipes* and *A. torrentium*, with observations on their interactions with other species in Europe, In: *Freshwater crayfish* (eds D.M. Holdich, R.S. Lowery), *Freshwater Crayfish*, 342-364, University Press, Cambridge
- Maguire, I., Klobučar, G.I.V.** (2003) Appearance of *Orconectes limosus* in Croatia, *Crayfish news* **3** (25): 7
- Maguire, I., Klobučar, G.I.V., Gottstein-Matočec, S., Erben, R.** (2003) Distribution of *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in Croatia and notes on its morphology. *Bull Fr Pêche Piscic* **370-371**: 57-71
- Maguire, I., Gottstein-Matočec, S.** (2004) The distribution pattern of freshwater crayfish in Croatia, *Crustaceana* **77**, 25-49
- Maguire I., Gottstein-Matočec, S., Klobucar, G., Lucic, A., Faller, M., Erben, R.** (2006) Notes on the morphological characteristics of *Austropotamobius torrentium* (Schrank) from Croatia and Macedonia. Abstract proceedings of IAA 16, Queensland, Australia, p 29.
- Maguire, I., Klobučar, G., Marčić, Z., Zanella, D.** (2008): The first record of *Pacifastacus leniusculus* in Croatia. *Crayfish news* **30** (4): 4
- Narodne novine** (2005) Zakon o zaštiti prirode, 70/05
- Narodne novine** (2006) Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim 07/06
- Nyström, P., Brönmark, C., Granéli, W.** (1996). Patterns in benthic food webs: a role for omnivorous crayfish? *Freshwater Biol.* **36**, 631-646

- Pršir, N.** (2005) Rasprostranjenost rakova iz porodice Astacidae na području Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu
- Radović, J.** (2000) An overview of the state of biological and landscape diversity of Croatia : 1-158 (Ministry of Environmental Protection and Physical Planning, Zagreb)
- Renz, M., Breithaupt, T.** (2000) Habitat use of the crayfish *Austropotamobius torrentium* in small brooks and in Lake Constance, Southern Germany, *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **356**, 139-154
- Sacheri, I.J., Nichols, R.A. i Brakfield, P.M.** (2006) Morphological differentiation following experimental bottlenecks in the butterfly *Bicyclus anynana* (Nymphalidae). *Biol.J.Linn.Soc.* **89** 107-115
- Sint, D., Dalla Via, J., Füreder, L.** (2005) Morphological variations in *Astacus astacus* L and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations. In: *European native crayfish in relation to land-use and habitat deterioration with a special focus on Austropotamobius torrentium* CRAY-NET, Vol.4, (eds L. Füreder, C. Souty-Grosset) *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **376-377**, 637-652
- Sint, D., Dalla Via, J., Füreder, L.** (2006) The genus *Austropotamobius* in the Ausserfern region (Tyrol, Austria) with an overlap in the distribution of *A.torrentium* and *A.pallipes* populations, *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **380-381**, 1029-1040
- Sint, D., Dalla Via, J., Füreder, L.** (2007) Phenotypical caharacterization of indigenous freshwater crayfish populations, *Journal of Zoology* **273**, 210-219
- Skurdal, J., Taugbøl, T.** (2002) *Astacus*. In: *Biology of freshwater crayfish*: 467-510 (ed D.M.Holdich),Oxford, Blackwell Science
- Streissl, F. & Hödl, W.** (2002) Growth, morphometrics, size at maturity, sexual dimorphism and condition index of *Austropotamobius torrentium* Shcrank. *Hydrobiologia* **477**, 201-208
- Stucki, T.P., Romer, J.** (2001) Will *Astacus leptodactylus* displace *Astacus astacus* and *Austropotamobius torrentium* in Lake Ägeri, Switzerland? *Aquat.sci.*, **63**, 477-489
- Swain,D.P., Foote, C.J.** (1999) Stock and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fish.Res.* **43**, 113-128
- Taugbøl, T. & Skurdal, J.** (1999) Monitoring of crayfish populations, In: *Nordic-Baltic workshop on freshwater crayfish research and management* (ed T. Taugbøl): 109-115
- Taylor, C.A.** (2002) Taxonomy and conservation of native crayfish stocks. *Biology of Freshwater Crayfish*. 236-257, *Blackwell Science*
- Trontelj, P., Machino Y., Sket B.** (2005) Phylogenetic and phylogeographic relationships in the crayfish genus *Austropotamobius* inferred from mitochondrial COI gene sequences. *Molecular Phylogenetic and Evolution*, **34**: 212-226.
- Troschel, H.J., Schulz, U., Berg, R.** (1995) Seasonal activity of stone crayfish *Austropotamobius torrentium*, *Freshwater Crayfish* **10**, 196-199

Sažetak

Nina Marn

**Morfološka varijabilnost rakova vrste *Austropotamobius torrentium*
na području Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje**

Potočni rak (*Austropotamobius torrentium*) jedna je od četiri autohtone vrste rakova porodice Astacidae na području Hrvatske, a nastanjuje hladnije potoke na višim nadmorskim visinama. Filogenetički odnosi unutar populacija ove vrste još nisu potpuno razjašnjeni, a rezultati prethodno provedenog istraživanja na području Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje ukazuju na veliku genetičku raznolikost populacija potočnog raka.

U ovom radu ispituju se morfološka obilježja 61 jedinke (37 mužjaka i 24 ženke) prikupljene na devet lokacija na području Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje. Izmjerene su 23 morfometrijske i pet merističkih značajki, koje su zatim grupirane prema rezultatima genetičkih analiza i uspoređene statističkim testovima.

Statističkom obradom izmjerenih morfoloških vrijednosti uočene su značajne razlike među geografski odijeljenim populacijama, a diskriminantnom analizom su izdvojena obilježja koja su zatim omogućila vrlo visok postotak točne klasifikacije. Kako razlike među jedinkama iz različitih populacija nisu vidljive na prvi pogled nego tek nakon multivarijantne diskriminantne analize, vrlo je vjerojatno da se radi o tzv. kriptičnim vrstama/podvrstama.

Velika genetička raznolikost i morfološka varijabilnost populacija potočnih rakova na području Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje zahtijevat će u neposrednoj budućnosti i posebnu brigu u vidu zaštite i održanja ovog jedinstvenog biološkog fenomena na Europskoj razini.

Ključne riječi: potočni rak, morfološka varijabilnost, kriptične vrste

Voditelj: doc.dr.sc. Ivana Maguire

Summary

Nina Marn

Morphological variation of freshwater crayfish *Austropotamobius torrentium* in Žumberak - Samoborsko gorje Nature Park

The stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) is one of four native crayfish species that inhabits mainly cold brooks on higher altitudes in Croatia. Phylogenetic relationships among different populations of this species are not yet completely resolved but the results of previous molecular phylogenetic research in the area of Žumberak – Samoborsko gorje Nature Park revealed significant genetic diversity within the populations of stone crayfish.

In this research we have studied morphological characteristics of 61 individuals (37 males and 24 females) that have been collected from nine sites situated in Žumberak - Samoborsko gorje Nature Park. We measured 23 morphometrical and five meristic characteristics, which were then grouped in accordance with the results of previous genetic analyses and processed with statistical methods.

Statistical analysis of data shows significant differences for geographically separated populations, and discriminant analysis yielded a very high percent of correct classifications. However, since these differences were apparent only after grouping and statistically analyzing the data, it is possible that this is a case of cryptic species/subspecies.

Such high genetic diversity and morphological variation in populations of stone crayfish in Žumberak – Samoborsko gorje Nature Park present an unique phenomenum on the European scale and will probably demand special care and protection in the near future.

Keywords: stone crayfish, morphological variation, criptic species

Supervisor: Dr. Ivana Maguire, Asst. Prof

Prilozi

PRILOG I. Spearmanov koeficijentkorelacijaza mu žjake

	DCLL	DCFL	DCPL	DCL W	DCLH	LCLL	LCFL	LCPL	LCLW	LCLH	DCEF	LCEF	ROL	APEX	ROW	HEW	CGW	CPW	HEL	ARL	ARW	CPH	CEW	ABW	ABL	ABH	TEL	TEW	TL
DCLL	1,00	0,97	-0,17	0,79	0,78	0,80	0,82	0,58	0,53	0,42	0,19	0,31	-0,26	-0,51	-0,58	-0,31	0,01	0,18	0,01	-0,01	-0,25	0,07	-0,33	-0,34	-0,52	-0,11	-0,20	-0,37	-0,45
DCFL	0,97	1,00	-0,20	0,77	0,75	0,79	0,85	0,56	0,52	0,42	0,22	0,34	-0,26	-0,56	-0,56	-0,33	0,00	0,17	-0,01	0,01	-0,27	0,06	-0,33	-0,35	-0,57	-0,07	-0,19	-0,34	-0,44
DCPL	-0,17	-0,20	1,00	-0,03	-0,06	-0,22	-0,22	0,07	0,00	-0,04	0,18	0,24	0,39	0,29	0,50	0,34	0,23	0,06	0,29	-0,29	0,14	0,22	0,19	0,33	0,19	0,36	0,25	0,30	0,40
DCL W	0,79	0,77	-0,03	1,00	0,90	0,72	0,69	0,71	0,78	0,67	0,50	0,59	-0,31	-0,33	-0,44	-0,03	0,19	0,40	-0,05	0,05	-0,24	0,22	-0,08	-0,03	-0,19	0,12	0,05	-0,02	-0,14
DCLH	0,78	0,75	-0,06	0,90	1,00	0,59	0,61	0,57	0,61	0,56	0,37	0,46	-0,14	-0,27	-0,40	-0,06	0,19	0,30	-0,09	0,09	-0,21	0,13	-0,12	-0,12	-0,24	0,12	-0,08	-0,13	-0,19
LCLL	0,80	0,79	-0,22	0,72	0,59	1,00	0,94	0,80	0,76	0,66	0,36	0,42	-0,33	-0,42	-0,46	-0,26	0,10	0,29	-0,19	0,19	-0,25	0,18	-0,16	-0,11	-0,33	0,04	0,00	-0,14	-0,26
LCFL	0,82	0,85	-0,22	0,69	0,61	0,94	1,00	0,71	0,66	0,58	0,31	0,39	-0,28	-0,49	-0,43	-0,37	-0,02	0,19	-0,08	0,08	-0,31	0,18	-0,31	-0,23	-0,46	0,01	-0,08	-0,25	-0,32
LCPL	0,58	0,56	0,07	0,71	0,57	0,80	0,71	1,00	0,90	0,86	0,45	0,55	-0,26	-0,23	-0,34	-0,11	0,21	0,31	-0,14	0,14	-0,22	0,28	-0,06	0,04	-0,07	0,15	0,03	0,06	-0,07
LCLW	0,53	0,52	0,00	0,78	0,61	0,76	0,66	0,90	1,00	0,96	0,52	0,61	-0,34	-0,33	-0,36	-0,02	0,21	0,41	-0,19	0,19	-0,29	0,32	-0,01	0,18	0,02	0,20	0,10	0,16	0,01
LCLH	0,42	0,42	-0,04	0,67	0,56	0,66	0,58	0,86	0,96	1,00	0,49	0,59	-0,22	-0,26	-0,30	0,01	0,25	0,39	-0,27	0,27	-0,27	0,36	0,03	0,18	0,07	0,24	0,05	0,17	0,05
DCEF	0,19	0,22	0,18	0,50	0,37	0,36	0,31	0,45	0,52	0,49	1,00	0,92	0,18	-0,03	0,16	0,26	0,57	0,60	-0,11	0,11	0,11	0,53	0,36	0,56	0,32	0,70	0,64	0,54	0,65
LCEF	0,31	0,34	0,24	0,59	0,46	0,42	0,39	0,55	0,61	0,59	0,92	1,00	0,08	-0,06	0,03	0,22	0,45	0,53	-0,07	0,07	0,03	0,55	0,27	0,50	0,20	0,59	0,53	0,41	0,50
ROL	-0,26	-0,26	0,39	-0,31	-0,14	-0,33	-0,28	-0,26	-0,34	-0,22	0,18	0,08	1,00	0,40	0,55	0,16	0,37	0,15	0,06	-0,06	0,21	0,28	0,28	0,28	0,13	0,54	0,27	0,14	0,45
APEX	-0,51	-0,56	0,29	-0,33	-0,27	-0,42	-0,49	-0,23	-0,33	-0,26	-0,03	-0,06	0,40	1,00	0,34	0,51	0,18	0,05	0,00	0,00	0,36	0,11	0,54	0,32	0,42	0,22	0,18	0,36	0,30
ROW	-0,58	-0,56	0,50	-0,44	-0,40	-0,46	-0,43	-0,34	-0,36	-0,30	0,16	0,03	0,55	0,34	1,00	0,29	0,32	0,01	0,26	-0,26	0,44	0,03	0,24	0,29	0,41	0,38	0,33	0,30	0,55
HEW	-0,31	-0,33	0,34	-0,03	-0,06	-0,26	-0,37	-0,11	-0,02	0,01	0,26	0,22	0,16	0,51	0,29	1,00	0,43	0,36	-0,25	0,25	0,26	0,14	0,82	0,54	0,57	0,49	0,44	0,70	0,48
CGW	0,01	0,00	0,23	0,19	0,19	0,10	-0,02	0,21	0,21	0,25	0,57	0,45	0,37	0,18	0,32	0,43	1,00	0,65	-0,02	0,02	0,44	0,07	0,39	0,45	0,37	0,56	0,47	0,30	0,57
CPW	0,18	0,17	0,06	0,40	0,30	0,29	0,19	0,31	0,41	0,39	0,60	0,53	0,15	0,05	0,01	0,36	0,65	1,00	-0,02	0,02	0,06	0,23	0,40	0,59	0,13	0,49	0,59	0,35	0,49
HEL	0,01	-0,01	0,29	-0,05	-0,09	-0,19	-0,08	-0,14	-0,19	-0,27	-0,11	-0,07	0,06	0,00	0,26	-0,25	-0,02	-0,02	1,00	-1,00	0,10	-0,35	-0,40	-0,21	-0,35	-0,32	-0,11	-0,34	-0,10
ARL	-0,01	0,01	-0,29	0,05	0,09	0,19	0,08	0,14	0,19	0,27	0,11	0,07	-0,06	0,00	-0,26	0,25	0,02	0,02	-1,00	1,00	-0,10	0,35	0,40	0,21	0,35	0,32	0,11	0,34	0,10
ARW	-0,25	-0,27	0,14	-0,24	-0,21	-0,25	-0,31	-0,22	-0,29	-0,27	0,11	0,03	0,21	0,36	0,44	0,26	0,44	0,06	0,10	-0,10	1,00	-0,08	0,27	0,13	0,46	0,18	0,27	0,17	0,41
CPH	0,07	0,06	0,22	0,22	0,13	0,18	0,18	0,28	0,32	0,36	0,53	0,55	0,28	0,11	0,03	0,14	0,07	0,23	-0,35	0,35	-0,08	1,00	0,29	0,44	0,25	0,46	0,27	0,32	0,39
CEW	-0,33	-0,33	0,19	-0,08	-0,12	-0,16	-0,31	-0,06	-0,01	0,03	0,36	0,27	0,28	0,54	0,24	0,82	0,39	0,40	-0,40	0,40	0,27	0,29	1,00	0,62	0,62	0,56	0,50	0,75	0,53
ABW	-0,34	-0,35	0,33	-0,03	-0,12	-0,11	-0,23	0,04	0,18	0,18	0,56	0,50	0,28	0,32	0,29	0,54	0,45	0,59	-0,21	0,21	0,13	0,44	0,62	1,00	0,54	0,70	0,75	0,74	0,80
ABL	-0,52	-0,57	0,19	-0,19	-0,24	-0,33	-0,46	-0,07	0,02	0,07	0,32	0,20	0,13	0,42	0,41	0,57	0,37	0,13	-0,35	0,35	0,46	0,25	0,62	0,54	1,00	0,42	0,44	0,70	0,64
ABH	-0,11	-0,07	0,36	0,12	0,12	0,04	0,01	0,15	0,20	0,24	0,70	0,59	0,54	0,22	0,38	0,49	0,56	0,49	-0,32	0,32	0,18	0,46	0,56	0,70	0,42	1,00	0,66	0,64	0,76
TEL	-0,20	-0,19	0,25	0,05	-0,08	0,00	-0,08	0,03	0,10	0,05	0,64	0,53	0,27	0,18	0,33	0,44	0,47	0,59	-0,11	0,11	0,27	0,27	0,50	0,75	0,44	0,66	1,00	0,63	0,80
TEW	-0,37	-0,34	0,30	-0,02	-0,13	-0,14	-0,25	0,06	0,16	0,17	0,54	0,41	0,14	0,36	0,30	0,70	0,30	0,35	-0,34	0,34	0,17	0,32	0,75	0,74	0,70	0,64	0,63	1,00	0,73
TL	-0,45	-0,44	0,40	-0,14	-0,19	-0,26	-0,32	-0,07	0,01	0,05	0,65	0,50	0,45	0,30	0,55	0,48	0,57	0,49	-0,10	0,10	0,41	0,39	0,53	0,80	0,64	0,76	0,80	0,73	1,00

PRILOG II. Spearmanov koeficijent korelacijaza ženke.

	DCLL	DCFL	DCPL	DCL W	DCLH	LCLL	LCFL	LCPL	LCLW	LCLH	DCEF	LCEF	ROL	APEX	ROW	HEW	CGW	CPW	HEL	ARL	ARW	CPH	CEW	ABW	ABL	ABH	TEL	TEW	TL
DCLL	1,00	0,86	-0,10	0,55	0,27	0,85	0,89	0,54	0,47	0,22	0,47	0,32	0,31	0,05	0,11	0,17	0,02	0,27	0,11	-0,11	-0,08	0,10	-0,01	0,34	-0,13	0,44	-0,05	-0,11	0,21
DCFL	0,86	1,00	0,01	0,33	-0,01	0,88	0,91	0,35	0,37	0,07	0,35	0,22	0,37	0,06	0,04	0,07	-0,03	0,19	0,21	-0,21	-0,06	0,17	0,01	0,19	-0,27	0,42	-0,03	-0,19	0,11
DCPL	-0,10	0,01	1,00	0,07	0,06	0,10	-0,19	0,08	0,19	0,24	-0,03	-0,18	0,13	0,36	0,32	0,09	0,06	0,13	0,22	-0,22	-0,15	0,29	0,14	0,00	0,07	0,21	0,03	0,26	0,05
DCL W	0,55	0,33	0,07	1,00	0,74	0,46	0,28	0,79	0,86	0,76	0,67	0,49	0,13	0,43	0,39	0,26	0,30	0,59	-0,02	0,02	0,04	0,20	0,00	0,58	0,27	0,32	0,08	0,39	0,44
DCLH	0,27	-0,01	0,06	0,74	1,00	0,10	-0,04	0,50	0,57	0,74	0,42	0,37	0,14	0,48	0,51	0,45	0,29	0,53	-0,04	0,04	0,09	0,07	0,11	0,31	0,40	0,12	0,18	0,55	0,37
LCLL	0,85	0,88	0,10	0,46	0,10	1,00	0,85	0,62	0,61	0,35	0,39	0,21	0,08	0,11	0,00	0,14	0,05	0,24	0,21	-0,21	-0,04	0,06	-0,04	0,29	-0,16	0,49	-0,04	-0,17	0,12
LCFL	0,89	0,91	-0,19	0,28	-0,04	0,85	1,00	0,34	0,26	-0,03	0,30	0,16	0,26	-0,22	-0,15	-0,01	-0,07	0,01	0,21	-0,21	-0,05	0,08	-0,08	0,25	-0,36	0,39	-0,02	-0,28	0,03
LCPL	0,54	0,35	0,08	0,79	0,50	0,62	0,34	1,00	0,86	0,75	0,54	0,35	-0,14	0,37	0,12	0,22	0,26	0,49	0,04	-0,04	0,23	0,03	0,02	0,43	0,28	0,34	0,00	0,16	0,33
LCLW	0,47	0,37	0,19	0,86	0,57	0,61	0,26	0,86	1,00	0,88	0,54	0,39	-0,08	0,48	0,35	0,19	0,21	0,55	0,16	-0,16	0,05	0,09	0,03	0,44	0,25	0,38	0,01	0,24	0,34
LCLH	0,22	0,07	0,24	0,76	0,74	0,35	-0,03	0,75	0,88	1,00	0,49	0,41	-0,20	0,56	0,40	0,41	0,38	0,60	0,05	-0,05	0,17	0,11	0,16	0,33	0,43	0,29	0,16	0,44	0,38
DCEF	0,47	0,35	-0,03	0,67	0,42	0,39	0,30	0,54	0,54	0,49	1,00	0,84	0,10	0,44	0,08	0,42	0,59	0,66	-0,02	0,02	0,16	0,23	0,36	0,64	0,42	0,55	0,39	0,43	0,64
LCEF	0,32	0,22	-0,18	0,49	0,37	0,21	0,16	0,35	0,39	0,41	0,84	1,00	0,26	0,50	0,21	0,48	0,61	0,82	-0,20	0,20	0,18	0,08	0,53	0,55	0,54	0,52	0,51	0,53	0,79
ROL	0,31	0,37	0,13	0,13	0,14	0,08	0,26	-0,14	-0,08	-0,20	0,10	0,26	1,00	0,33	0,50	0,04	0,10	0,30	0,01	-0,01	0,03	0,04	0,25	0,16	0,03	0,13	0,13	0,23	0,34
APEX	0,05	0,06	0,36	0,43	0,48	0,11	-0,22	0,37	0,48	0,56	0,44	0,50	0,33	1,00	0,57	0,43	0,47	0,70	-0,12	0,12	0,32	0,02	0,48	0,15	0,47	0,26	0,13	0,49	0,41
ROW	0,11	0,04	0,32	0,39	0,51	0,00	-0,15	0,12	0,35	0,40	0,08	0,21	0,50	0,57	1,00	0,15	0,00	0,41	-0,10	0,10	-0,10	0,10	0,16	-0,15	0,31	-0,07	0,01	0,37	0,32
HEW	0,17	0,07	0,09	0,26	0,45	0,14	-0,01	0,22	0,19	0,41	0,42	0,48	0,04	0,43	0,15	1,00	0,57	0,62	0,12	-0,12	0,21	0,35	0,45	0,34	0,50	0,41	0,47	0,52	0,49
CGW	0,02	-0,03	0,06	0,30	0,29	0,05	-0,07	0,26	0,21	0,38	0,59	0,61	0,10	0,47	0,00	0,57	1,00	0,56	-0,20	0,20	0,48	0,20	0,38	0,52	0,55	0,32	0,38	0,55	0,48
CPW	0,27	0,19	0,13	0,59	0,53	0,24	0,01	0,49	0,55	0,60	0,66	0,82	0,30	0,70	0,41	0,62	0,56	1,00	-0,18	0,18	0,09	0,18	0,46	0,52	0,66	0,44	0,43	0,63	0,83
HEL	0,11	0,21	0,22	-0,02	-0,04	0,21	0,21	0,04	0,16	0,05	-0,02	-0,20	0,01	-0,12	-0,10	0,12	-0,20	-0,18	1,00	-1,00	0,08	0,27	0,13	0,14	-0,14	0,32	0,13	-0,09	-0,10
ARL	-0,11	-0,21	-0,22	0,02	0,04	-0,21	-0,21	-0,04	-0,16	-0,05	0,02	0,20	-0,01	0,12	0,10	-0,12	0,20	0,18	-1,00	1,00	-0,08	-0,27	-0,13	-0,14	0,14	-0,32	-0,13	0,09	0,10
ARW	-0,08	-0,06	-0,15	0,04	0,09	-0,04	-0,05	0,23	0,05	0,17	0,16	0,18	0,03	0,32	-0,10	0,21	0,48	0,09	0,08	-0,08	1,00	-0,13	0,32	0,08	0,35	0,15	0,26	0,21	-0,01
CPH	0,10	0,17	0,29	0,20	0,07	0,06	0,08	0,03	0,09	0,11	0,23	0,08	0,04	0,02	0,10	0,35	0,20	0,18	0,27	-0,27	-0,13	1,00	0,34	0,26	0,14	0,32	0,25	0,31	0,25
CEW	-0,01	0,01	0,14	0,00	0,11	-0,04	-0,08	0,02	0,03	0,16	0,36	0,53	0,25	0,48	0,16	0,45	0,38	0,46	0,13	-0,13	0,32	0,34	1,00	0,28	0,49	0,69	0,67	0,58	0,46
ABW	0,34	0,19	0,00	0,58	0,31	0,29	0,25	0,43	0,44	0,33	0,64	0,55	0,16	0,15	-0,15	0,34	0,52	0,52	0,14	-0,14	0,08	0,26	0,28	1,00	0,30	0,60	0,42	0,43	0,54
ABL	-0,13	-0,27	0,07	0,27	0,40	-0,16	-0,36	0,28	0,25	0,43	0,42	0,54	0,03	0,47	0,31	0,50	0,55	0,66	-0,14	0,14	0,35	0,14	0,49	0,30	1,00	0,27	0,63	0,69	0,70
ABH	0,44	0,42	0,21	0,32	0,12	0,49	0,39	0,34	0,38	0,29	0,55	0,52	0,13	0,26	-0,07	0,41	0,32	0,44	0,32	-0,32	0,15	0,32	0,69	0,60	0,27	1,00	0,62	0,48	0,41
TEL	-0,05	-0,03	0,03	0,08	0,18	-0,04	-0,02	0,00	0,01	0,16	0,39	0,51	0,13	0,13	0,01	0,47	0,38	0,43	0,13	-0,13	0,26	0,25	0,67	0,42	0,63	0,62	1,00	0,70	0,61
TEW	-0,11	-0,19	0,26	0,39	0,55	-0,17	-0,28	0,16	0,24	0,44	0,43	0,53	0,23	0,49	0,37	0,52	0,55	0,63	-0,09	0,09	0,21	0,31	0,58	0,43	0,69	0,48	0,70	1,00	0,52
TL	0,21	0,11	0,05	0,44	0,37	0,12	0,03	0,33	0,34	0,38	0,64	0,79	0,34	0,41	0,32	0,49	0,48	0,83	-0,10	0,10	-0,01	0,25	0,46	0,54	0,70	0,41	0,61	0,52	1,00

PRILOG III Rezultati Mann-Whitey U testa za razlike između pojedinih grupa: Središnja i jugoistočna Europa (Dunav), Žumberak/Plitvice/Bjelolasica (ŽBP), Gorski Kotar (GK) iz zeleni vir, prikazano odvojeno za mužjake (a) i ženke (b). Statistički značajne vrijednosti su označene crvenom bojom. (Objašnjenja kratica za izmjerena morfolometrijska obilježja nalaze se u tablici 2.)

a)

variable	Rank Sum Dunav	Rank Sum ŽBP	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Dunav	Valid N ŽBP
dcll	60,0000	93,0000	24,00000	-1,15470	0,248214	-1,15470	0,248214	8	9
dclf	56,0000	97,0000	20,00000	-1,53960	0,123659	-1,53960	0,123659	8	9
dcpl	63,0000	73,0000	28,00000	0,37048	0,711026	0,37048	0,711026	7	9
dclw	49,0000	104,0000	13,00000	-2,21318	0,026886	-2,21318	0,026886	8	9
dclh	54,0000	99,0000	18,00000	-1,73205	0,083265	-1,73205	0,083265	8	9
lcll	66,0000	87,0000	30,00000	-0,57735	0,563703	-0,57735	0,563703	8	9
lclf	56,0000	97,0000	20,00000	-1,53960	0,123659	-1,53960	0,123659	8	9
lcpl	62,0000	91,0000	26,00000	-0,96225	0,335925	-0,96225	0,335925	8	9
lclw	49,0000	104,0000	13,00000	-2,21318	0,026886	-2,21318	0,026886	8	9
lclh	51,0000	102,0000	15,00000	-2,02073	0,043309	-2,02073	0,043309	8	9
dcef	56,0000	97,0000	20,00000	-1,53960	0,123659	-1,53960	0,123659	8	9
lcef	54,0000	99,0000	18,00000	-1,73205	0,083265	-1,73205	0,083265	8	9
rol	81,0000	72,0000	27,00000	0,86603	0,386477	0,86603	0,386477	8	9
apex	105,0000	48,0000	3,00000	3,17543	0,001496	3,17543	0,001496	8	9
row	80,0000	73,0000	28,00000	0,76980	0,441419	0,76980	0,441419	8	9
hew	93,0000	60,0000	15,00000	2,02073	0,043309	2,02073	0,043309	8	9
cgw	79,0000	74,0000	29,00000	0,67358	0,500582	0,67358	0,500582	8	9
cpw	67,0000	86,00000	31,00000	-0,48113	0,630428	-0,48113	0,630428	8	9
hel	57,0000	96,00000	21,00000	-1,44338	0,148916	-1,44338	0,148916	8	9
arl	87,0000	66,00000	21,00000	1,44338	0,148916	1,44338	0,148916	8	9
arw	86,0000	67,00000	22,00000	1,34715	0,177933	1,34715	0,177933	8	9
cph	63,0000	90,00000	27,00000	-0,86603	0,386477	-0,86603	0,386477	8	9
cew	103,0000	50,00000	5,00000	2,98298	0,002855	2,98298	0,002855	8	9
abw	77,0000	76,00000	31,00000	0,48113	0,630428	0,48113	0,630428	8	9
abl	91,0000	62,00000	17,00000	1,82828	0,067509	1,82828	0,067509	8	9
abh	73,0000	80,00000	35,00000	0,09623	0,923342	0,09623	0,923342	8	9
tel	72,0000	81,00000	36,00000	0,00000	1,000000	0,00000	1,000000	8	9
tew	82,0000	71,00000	26,00000	0,96225	0,335925	0,96225	0,335925	8	9
tl	69,0000	84,00000	33,00000	-0,28868	0,772830	-0,28868	0,772830	8	9
alfa	92,0000	61,00000	16,00000	1,92450	0,054293	1,92450	0,054293	8	9

variable	Rank Sum Dunav	Rank Sum Zeleni vir	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Dunav	Valid N Zeleni vir
dcll	42,00000	78,00000	6,00000	-2,54601	0,010897	-2,54601	0,010897	8	7
dclf	41,00000	79,00000	5,00000	-2,66173	0,007774	-2,66173	0,007774	8	7
dcpl	47,00000	58,00000	19,00000	-0,70276	0,482203	-0,70276	0,482203	7	7
dcw	48,00000	72,00000	12,00000	-1,85164	0,064078	-1,85164	0,064078	8	7
dclh	48,00000	72,00000	12,00000	-1,85164	0,064078	-1,85164	0,064078	8	7
lcil	38,00000	82,00000	2,00000	-3,00892	0,002622	-3,00892	0,002622	8	7
lcfl	36,00000	84,00000	0,00000	-3,24037	0,001194	-3,24037	0,001194	8	7
lcpl	42,00000	78,00000	6,00000	-2,54601	0,010897	-2,54601	0,010897	8	7
lcw	42,00000	78,00000	6,00000	-2,54601	0,010897	-2,54601	0,010897	8	7
lclh	46,00000	74,00000	10,00000	-2,08310	0,037243	-2,08310	0,037243	8	7
dcef	52,00000	68,00000	16,00000	-1,38873	0,164916	-1,38873	0,164916	8	7
lcef	47,00000	73,00000	11,00000	-1,96737	0,049142	-1,96737	0,049142	8	7
rol	57,00000	63,00000	21,00000	-0,81009	0,417888	-0,81009	0,417888	8	7
apex	79,00000	41,00000	13,00000	1,73591	0,082580	1,73591	0,082580	8	7
row	73,00000	47,00000	19,00000	1,04155	0,297622	1,04155	0,297622	8	7
hew	82,00000	38,00000	10,00000	2,08310	0,037243	2,08310	0,037243	8	7
cgw	68,00000	52,00000	24,00000	0,46291	0,643429	0,46291	0,643429	8	7
cpw	62,00000	58,00000	26,00000	-0,23146	0,816961	-0,23146	0,816961	8	7
hel	71,00000	49,00000	21,00000	0,81009	0,417888	0,81009	0,417888	8	7
arl	57,00000	63,00000	21,00000	-0,81009	0,417888	-0,81009	0,417888	8	7
arw	84,00000	36,00000	8,00000	2,31455	0,020638	2,31455	0,020638	8	7
cph	49,00000	71,00000	13,00000	-1,73591	0,082580	-1,73591	0,082580	8	7
cew	81,00000	39,00000	11,00000	1,96737	0,049142	1,96737	0,049142	8	7
abw	65,00000	55,00000	27,00000	0,11573	0,907869	0,11573	0,907869	8	7
abl	81,00000	39,00000	11,00000	1,96737	0,049142	1,96737	0,049142	8	7
abh	58,00000	62,00000	22,00000	-0,69437	0,487454	-0,69437	0,487454	8	7
tel	71,00000	49,00000	21,00000	0,81009	0,417888	0,81009	0,417888	8	7
tew	70,00000	50,00000	22,00000	0,69437	0,487454	0,69437	0,487454	8	7
tl	67,00000	53,00000	25,00000	0,34718	0,728454	0,34718	0,728454	8	7
alfa	75,00000	45,00000	17,00000	1,27300	0,203018	1,27300	0,203018	8	7

variable	Rank Sum Dunav	Rank Sum GK	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Dunav	Valid N GK
dcll	52,0000	158,0000	16,00000	-2,46885	0,013555	-2,46885	0,013555	8	12
dclf	48,0000	162,0000	12,00000	-2,77746	0,005479	-2,77746	0,005479	8	12
dcpl	72,0000	138,0000	44,00000	-0,11886	0,905383	-0,11886	0,905383	7	13
dcfw	44,0000	166,0000	8,00000	-3,08607	0,002028	-3,08607	0,002028	8	12
dclh	52,0000	158,0000	16,00000	-2,46885	0,013555	-2,46885	0,013555	8	12
lccl	49,0000	182,0000	13,00000	-2,82441	0,004737	-2,82441	0,004737	8	13
lcfl	49,0000	182,0000	13,00000	-2,82441	0,004737	-2,82441	0,004737	8	13
lcpl	41,0000	190,0000	5,00000	-3,40377	0,000665	-3,40377	0,000665	8	13
lclw	40,0000	191,0000	4,00000	-3,47619	0,000509	-3,47619	0,000509	8	13
lclh	42,0000	189,0000	6,00000	-3,33135	0,000864	-3,33135	0,000864	8	13
dcef	61,0000	170,0000	25,00000	-1,95536	0,050542	-1,95536	0,050542	8	13
lcef	50,0000	181,0000	14,00000	-2,75199	0,005924	-2,75199	0,005924	8	13
rol	115,0000	116,0000	25,00000	1,95536	0,050542	1,95536	0,050542	8	13
apex	126,0000	105,0000	14,00000	2,75199	0,005924	2,75199	0,005924	8	13
row	111,0000	120,0000	29,00000	1,66568	0,095779	1,66568	0,095779	8	13
hew	115,0000	116,0000	25,00000	1,95536	0,050542	1,95536	0,050542	8	13
caw	94,0000	137,0000	46,00000	0,43452	0,663908	0,43452	0,663908	8	13
cpw	80,0000	151,0000	44,00000	-0,57937	0,562343	-0,57937	0,562343	8	13
hel	92,0000	139,0000	48,00000	0,28968	0,772059	0,28968	0,772059	8	13
arl	84,0000	147,0000	48,00000	-0,28968	0,772059	-0,28968	0,772059	8	13
arw	120,0000	111,0000	20,00000	2,31746	0,020479	2,31746	0,020479	8	13
cph	70,0000	161,0000	34,00000	-1,30357	0,192380	-1,30357	0,192380	8	13
cew	117,0000	114,0000	23,00000	2,10020	0,035712	2,10020	0,035712	8	13
abw	68,0000	163,0000	32,00000	-1,44841	0,147502	-1,44841	0,147502	8	13
abl	93,0000	138,0000	47,00000	0,36210	0,717275	0,36210	0,717275	8	13
abh	88,0000	143,0000	52,00000	0,00000	1,000000	0,00000	1,000000	8	13
tel	82,0000	149,0000	46,00000	-0,43452	0,663908	-0,43452	0,663908	8	13
tew	75,0000	156,0000	39,00000	-0,94147	0,346465	-0,94147	0,346465	8	13
tl	91,0000	140,0000	49,00000	0,21726	0,828004	0,21726	0,828004	8	13
alfa	107,0000	124,0000	33,00000	1,37599	0,168825	1,37599	0,168825	8	13

variable	Rank Sum ŽBP	Rank Sum Zeleni vir	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N ŽBP	Valid N Zeleni vir
dcil	77,00000	59,00000	31,00000	0,05293	0,957791	0,05293	0,957791	9	7
dcfl	78,00000	58,00000	30,00000	0,15878	0,873845	0,15878	0,873845	9	7
dcpl	68,00000	68,00000	23,00000	-0,89974	0,368262	-0,89974	0,368262	9	7
dcw	78,00000	58,00000	30,00000	0,15878	0,873845	0,15878	0,873845	9	7
dclh	73,00000	63,00000	28,00000	-0,37048	0,711026	-0,37048	0,711026	9	7
lcll	69,00000	67,00000	24,00000	-0,79388	0,427263	-0,79388	0,427263	9	7
lcfl	70,00000	66,00000	25,00000	-0,68803	0,491433	-0,68803	0,491433	9	7
lcpl	65,00000	71,00000	20,00000	-1,21729	0,223495	-1,21729	0,223495	9	7
lcw	73,00000	63,00000	28,00000	-0,37048	0,711026	-0,37048	0,711026	9	7
lclh	70,00000	66,00000	25,00000	-0,68803	0,491433	-0,68803	0,491433	9	7
dcef	78,00000	58,00000	30,00000	0,15878	0,873845	0,15878	0,873845	9	7
lcef	74,00000	62,00000	29,00000	-0,26463	0,791296	-0,26463	0,791296	9	7
rol	57,00000	79,00000	12,00000	-2,06410	0,039009	-2,06410	0,039009	9	7
apex	58,00000	78,00000	13,00000	-1,95825	0,050202	-1,95825	0,050202	9	7
row	83,00000	53,00000	25,00000	0,68803	0,491433	0,68803	0,491433	9	7
hew	74,00000	62,00000	29,00000	-0,26463	0,791296	-0,26463	0,791296	9	7
cgw	79,00000	57,00000	29,00000	0,26463	0,791296	0,26463	0,791296	9	7
cpw	80,00000	56,00000	28,00000	0,37048	0,711026	0,37048	0,711026	9	7
hel	95,00000	41,00000	13,00000	1,95825	0,050202	1,95825	0,050202	9	7
arl	58,00000	78,00000	13,00000	-1,95825	0,050202	-1,95825	0,050202	9	7
arw	89,00000	47,00000	19,00000	1,32314	0,185790	1,32314	0,185790	9	7
cph	71,00000	65,00000	26,00000	-0,58218	0,560445	-0,58218	0,560445	9	7
cew	63,00000	73,00000	18,00000	-1,42899	0,153008	-1,42899	0,153008	9	7
abw	71,00000	65,00000	26,00000	-0,58218	0,560445	-0,58218	0,560445	9	7
abl	82,00000	54,00000	26,00000	0,58218	0,560445	0,58218	0,560445	9	7
abh	68,00000	68,00000	23,00000	-0,89974	0,368262	-0,89974	0,368262	9	7
tel	80,00000	56,00000	28,00000	0,37048	0,711026	0,37048	0,711026	9	7
few	71,00000	65,00000	26,00000	-0,58218	0,560445	-0,58218	0,560445	9	7
tl	83,00000	53,00000	25,00000	0,68803	0,491433	0,68803	0,491433	9	7
alfa	61,00000	75,00000	16,00000	-1,64069	0,100862	-1,64069	0,100862	9	7

variable	Rank Sum ŽBP	Rank Sum GK	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N ŽBP	Valid N GK
dcll	104,0000	127,0000	49,00000	0,35533	0,722339	0,35533	0,722339	9	12
dclf	106,0000	125,0000	47,00000	0,49747	0,618859	0,49747	0,618859	9	12
dcpl	94,0000	159,0000	49,00000	-0,63439	0,525826	-0,63439	0,525826	9	13
dclw	85,0000	146,0000	40,00000	-0,99494	0,319768	-0,99494	0,319768	9	12
dclh	96,0000	135,0000	51,00000	-0,21320	0,831171	-0,21320	0,831171	9	12
icll	93,0000	160,0000	48,00000	-0,70117	0,483198	-0,70117	0,483198	9	13
icfl	106,0000	147,0000	56,00000	0,16695	0,867413	0,16695	0,867413	9	13
icpl	71,0000	182,0000	26,00000	-2,17029	0,029986	-2,17029	0,029986	9	13
iclw	70,0000	183,0000	25,00000	-2,23706	0,025283	-2,23706	0,025283	9	13
iclh	69,0000	184,0000	24,00000	-2,30384	0,021232	-2,30384	0,021232	9	13
dcef	99,0000	154,0000	54,00000	-0,30050	0,763795	-0,30050	0,763795	9	13
icef	89,0000	164,0000	44,00000	-0,96828	0,332904	-0,96828	0,332904	9	13
rol	128,0000	125,0000	34,00000	1,63606	0,101828	1,63606	0,101828	9	13
apex	61,0000	192,0000	16,00000	-2,83807	0,004539	-2,83807	0,004539	9	13
row	127,0000	126,0000	35,00000	1,56928	0,116583	1,56928	0,116583	9	13
hew	67,0000	186,0000	22,00000	-2,43740	0,014794	-2,43740	0,014794	9	13
cgw	96,0000	157,0000	51,00000	-0,50084	0,616487	-0,50084	0,616487	9	13
cpw	97,0000	156,0000	52,00000	-0,43406	0,664247	-0,43406	0,664247	9	13
hel	130,0000	123,0000	32,00000	1,76962	0,076792	1,76962	0,076792	9	13
arl	77,0000	176,0000	32,00000	-1,76962	0,076792	-1,76962	0,076792	9	13
arw	115,0000	138,0000	47,00000	0,76795	0,442519	0,76795	0,442519	9	13
cph	106,0000	147,0000	56,00000	0,16695	0,867413	0,16695	0,867413	9	13
cew	68,0000	185,0000	23,00000	-2,37062	0,017759	-2,37062	0,017759	9	13
abw	85,0000	168,0000	40,00000	-1,23539	0,216685	-1,23539	0,216685	9	13
abl	72,0000	181,0000	27,00000	-2,10351	0,035422	-2,10351	0,035422	9	13
abh	106,0000	147,0000	56,00000	0,16695	0,867413	0,16695	0,867413	9	13
tel	101,0000	152,0000	56,00000	-0,16695	0,867413	-0,16695	0,867413	9	13
tew	68,0000	185,0000	23,00000	-2,37062	0,017759	-2,37062	0,017759	9	13
tl	107,0000	146,0000	55,00000	0,23372	0,815200	0,23372	0,815200	9	13
alfa	101,0000	152,0000	56,00000	-0,16695	0,867413	-0,16695	0,867413	9	13

variable	Rank Sum Zeleni vir	Rank Sum GK	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Zeleni vir	Valid N GK
dcll	83,0000	107,0000	29,00000	1,09870	0,271900	1,09870	0,271900	7	12
dclf	90,0000	100,0000	22,00000	1,69031	0,090970	1,69031	0,090970	7	12
dcpl	76,0000	134,0000	43,00000	0,19811	0,842961	0,19811	0,842961	7	13
dclw	57,0000	133,0000	29,00000	-1,09870	0,271900	-1,09870	0,271900	7	12
dclh	76,0000	114,0000	36,00000	0,50709	0,612090	0,50709	0,612090	7	12
lcil	77,0000	133,0000	42,00000	0,27735	0,781511	0,27735	0,781511	7	13
lcfl	97,0000	113,0000	22,00000	1,86221	0,062575	1,86221	0,062575	7	13
lcpl	60,0000	150,0000	32,00000	-1,06978	0,284720	-1,06978	0,284720	7	13
lcilw	50,0000	160,0000	22,00000	-1,86221	0,062575	-1,86221	0,062575	7	13
lcilh	63,0000	147,0000	35,00000	-0,83205	0,405381	-0,83205	0,405381	7	13
dcef	59,0000	151,0000	31,00000	-1,14902	0,250548	-1,14902	0,250548	7	13
lcef	63,0000	147,0000	35,00000	-0,83205	0,405381	-0,83205	0,405381	7	13
rol	117,0000	93,0000	2,00000	3,44707	0,000567	3,44707	0,000567	7	13
apex	75,0000	135,0000	44,00000	0,11886	0,905383	0,11886	0,905383	7	13
row	78,0000	132,0000	41,00000	0,35659	0,721397	0,35659	0,721397	7	13
hew	52,0000	158,0000	24,00000	-1,70372	0,088434	-1,70372	0,088434	7	13
cgw	66,0000	144,0000	38,00000	-0,59432	0,552297	-0,59432	0,552297	7	13
cpw	64,0000	146,0000	36,00000	-0,75281	0,451566	-0,75281	0,451566	7	13
hel	63,0000	147,0000	35,00000	-0,83205	0,405381	-0,83205	0,405381	7	13
arl	84,0000	126,0000	35,00000	0,83205	0,405381	0,83205	0,405381	7	13
arw	62,0000	148,0000	34,00000	-0,91129	0,362142	-0,91129	0,362142	7	13
cph	87,0000	123,0000	32,00000	1,06978	0,284720	1,06978	0,284720	7	13
cew	58,0000	152,0000	30,00000	-1,22826	0,219349	-1,22826	0,219349	7	13
abw	60,0000	150,0000	32,00000	-1,06978	0,284720	-1,06978	0,284720	7	13
abl	41,0000	169,0000	13,00000	-2,57539	0,010013	-2,57539	0,010013	7	13
abh	89,0000	121,0000	30,00000	1,22826	0,219349	1,22826	0,219349	7	13
tel	65,0000	145,0000	37,00000	-0,67356	0,500589	-0,67356	0,500589	7	13
tew	49,0000	161,0000	21,00000	-1,94145	0,052205	-1,94145	0,052205	7	13
tl	64,0000	146,0000	36,00000	-0,75281	0,451566	-0,75281	0,451566	7	13
alfa	84,0000	126,0000	35,00000	0,83205	0,405381	0,83205	0,405381	7	13

b)

variable	Rank Sum ŽBP	Rank Sum GK	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N ŽBP	Valid N GK
dcll	114,0000	117,0000	51,00000	0,28167	0,778196	0,28167	0,778196	10	11
dclf	121,0000	110,0000	44,00000	0,77460	0,438579	0,77460	0,438579	10	11
dcpl	108,0000	102,0000	47,00000	0,22678	0,820596	0,22678	0,820596	10	10
dclw	93,0000	138,0000	38,00000	-1,19710	0,231267	-1,19710	0,231267	10	11
dclh	97,0000	134,0000	42,00000	-0,91543	0,359965	-0,91543	0,359965	10	11
icll	110,0000	121,0000	55,00000	0,00000	1,000000	0,00000	1,000000	10	11
icfl	125,0000	106,0000	40,00000	1,05627	0,290847	1,05627	0,290847	10	11
icpl	81,0000	150,0000	26,00000	-2,04212	0,041141	-2,04212	0,041141	10	11
iclw	88,0000	143,0000	33,00000	-1,54919	0,121336	-1,54919	0,121336	10	11
iclh	84,0000	147,0000	29,00000	-1,83086	0,067122	-1,83086	0,067122	10	11
dcef	75,0000	156,0000	20,00000	-2,46463	0,013716	-2,46463	0,013716	10	11
icef	72,0000	159,0000	17,00000	-2,87588	0,007454	-2,87588	0,007454	10	11
rol	125,0000	106,0000	40,00000	1,05627	0,290847	1,05627	0,290847	10	11
apex	75,0000	156,0000	20,00000	-2,46463	0,013716	-2,46463	0,013716	10	11
row	125,0000	106,0000	40,00000	1,05627	0,290847	1,05627	0,290847	10	11
hew	92,0000	139,0000	37,00000	-1,26752	0,204970	-1,26752	0,204970	10	11
cgw	79,0000	152,0000	24,00000	-2,18295	0,029040	-2,18295	0,029040	10	11
cpw	75,0000	156,0000	20,00000	-2,46463	0,013716	-2,46463	0,013716	10	11
hel	134,0000	97,0000	31,00000	1,69003	0,091023	1,69003	0,091023	10	11
arl	86,0000	145,0000	31,00000	-1,69003	0,091023	-1,69003	0,091023	10	11
arw	92,0000	139,0000	37,00000	-1,26752	0,204970	-1,26752	0,204970	10	11
cph	122,0000	109,0000	43,00000	0,84501	0,398103	0,84501	0,398103	10	11
cew	90,0000	141,0000	35,00000	-1,40836	0,159026	-1,40836	0,159026	10	11
abw	89,0000	142,0000	34,00000	-1,47878	0,139201	-1,47878	0,139201	10	11
abl	83,0000	148,0000	28,00000	-1,90128	0,057266	-1,90128	0,057266	10	11
abh	88,0000	143,0000	33,00000	-1,54919	0,121336	-1,54919	0,121336	10	11
tel	97,0000	134,0000	42,00000	-0,91543	0,359965	-0,91543	0,359965	10	11
tew	85,0000	146,0000	30,00000	-1,76045	0,078333	-1,76045	0,078333	10	11
tl	87,0000	144,0000	32,00000	-1,81961	0,105317	-1,81961	0,105317	10	11
alfa	139,0000	92,0000	26,00000	2,04212	0,041141	2,04212	0,041141	10	11

PRILOG IV. Spearmanov koeficijent korelacije za merističke značajke. Crveno označene vrijednosti su statistički značajne ($p < 0,05$). (Značenje kratica za opis položaja trnova na trećem maksilipedu dan je u tablici 3.)

	telztrnciL	telztrnciD	scafDtrn	ScafDkvrG	scafLtrn	scafLkvrG	MLVD	MLVC	MLVU	MDVD	MDVC	MDVU
telztrnciL	1,000000	0,605407	0,458831	-0,361420	0,398732	0,035015	-0,280945	-0,55328	-0,478301	-0,07476	0,50191	-0,264920
telztrnciD	0,605407	1,000000	0,361950	-0,210290	0,299927	0,028651	-0,444797	-0,55328	-0,452915	0,02613	0,35754	-0,358046
scafDtrn	0,458831	0,361950	1,000000		0,925677	0,000000	0,029507	-0,18787	-0,460159	-0,12360	0,51143	-0,429356
ScafDkvrG	-0,361420	-0,210290		1,000000	0,590909	0,562937	-0,074078	0,00000	-0,866025	-0,15132		-0,500000
scafLtrn	0,398732	0,299927	0,925677	0,590909	1,000000		0,128506	-0,89222	-0,514013	-0,03682	0,72826	-0,581418
scafLkvrG	0,035015	0,028651	0,000000	0,562937		1,000000	-0,056541	0,57735	-0,632456	0,03976	0,61237	-0,461538
MLVD	-0,280945	-0,444797	0,029507	-0,074078	0,128506	-0,056541	1,000000			0,72586	0,12910	
MLVC	-0,553283	-0,553283	-0,187867	0,000000	-0,892218	0,577350		1,00000		-1,00000	-1,00000	
MLVU	-0,478301	-0,452915	-0,460159	-0,866025	-0,514013	-0,632456			1,000000	1,00000		0,884582
MDVD	-0,074756	0,026132	-0,123600	-0,151319	-0,036821	0,039757	0,725863	-1,00000	1,000000	1,00000		
MDVC	0,501910	0,357540	0,511428		0,728261	0,612372	0,129099	-1,00000			1,00000	
MDVU	-0,264920	-0,358046	-0,429356	-0,500000	-0,581418	-0,461538			0,884582			1,000000

* MLVP i MDVP isključeni su iz analize obzirom da je zabilježen samo jedan slučaj kod jedne ženke (MLVP) i jedan kod jednog mužjaka (MDVP)